



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE  
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri  
Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

Département: Département de biologie animal

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences Biologiques

Spécialité: Toxicologie et Santé

Intitulé:

---

# Le risque toxicologique des colorants alimentaires

---

Présenté et soutenu par: **ARZOUR AMIRA ET BELBACHA KARIMA**

Le : 17/06/2015


Rapporteur: Mr BELMAHI HABIB

Chef de service de toxicologie CHU Constantine

Jury d'évaluation :

- Président du jury : Mr Laalaoui. K Professeur a l'université Mentouri Constantine
- Examinatrice: Mme Amedah. S Professeur a l'université Mentouri Constantine
- Examinatrice: Mme Zama. D Professeur a l'université Mentouri Constantine
- Examineur: Mr Menad. A Professeur a l'université Mentouri Constantine

*Année universitaire 2014 – 2015*



*A cœur vaillant rien d'impossible  
A conscience tranquille tout est accessible  
Quand il y a le souci de réaliser un dessein  
Tout devient facile pour arriver à nos fins*

*Espérant des lendemains épiques  
Un avenir glorieux et magique*

*Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis  
Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri*

*Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys,  
Nous prions dieu que cette soutenance  
Fera signe de persévérance  
Et que nous serions enchantés  
Par notre travail honoré.....*

## Remerciement

Nos remerciements s'adressent d'abord à **ALLAH** le tout puissant et à son prophète **MAHOMED** (paix et salut sur lui) pour les chances qui nous ont été offertes pour réaliser ce travail

Toute œuvre qui résulte d'un effort humain est explicitement ou implicitement toujours le fruit d'une vaste collaboration. Ainsi, que tous ceux qui ont pris une part active dans la réalisation de ce mémoire puissent trouver dans ces lignes l'expression de notre profonde gratitude. En nous exprimant de la sorte,

**Nous pensons tout particulièrement à notre encadreur**

**Mr. BELMAHI HABIB**

*Nous avons eu le privilège de travailler parmi votre équipe et d'apprécier vos qualités et vos valeurs. Votre sérieux, votre compétence et votre sens du devoir nous ont énormément marqués.*

*Ce travail est pour nous l'occasion de vous témoigner notre profonde gratitude, vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos obligations professionnelles. Vos encouragements inlassables, votre amabilité, votre gentillesse méritent toute admiration.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.*

**A nos chers professeurs et jury**

**Mr laalaoui.K, Mme Amedeh.S, Mme Zaama.D, Mr Menad.A**

*Nous vous remercions pour vos soutiens, vos remarques et conseils, pour vos encouragements veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde gratitude.*

*A Mr. Daoud M.S*

*Nous vous remercions pour votre estimable participation dans l'élaboration et l'intérêt que vous avez porté à ce travail. Permettez nous de vous exprimer notre admiration. Veuillez trouver ici l'expression de notre estime et notre considération.*

*A Mme Belaz.M Professeur de biochimie a l'UV de Constantine*

*Il nous est particulièrement agréable d'exprimer notre gratitude et reconnaissance pour vos précieux conseils et remarques.*

*Un grand merci pour*

*Dr.Rebaï Imen ; Melle Sofiane Leïla ; Dr.Ismaïl et*

*Mr.Bedjehir Ahmed*

*Pour vos conseils, disponibilité et encouragement veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde gratitude.*

*Et toute personne ayant participé de près ou de loin a ce travail.*

*On voudrait également remercier les membres du jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques*

*On tient aussi à remercier monsieur le chef du département de la biologie à l'Université Mentouri de Constantine ainsi que tout le personnel et les enseignants du département pour leur soutien inestimable.*

*A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en signe d'un profond respect et d'un profond amour*

*Les travaux pratiques qui font l'objet de ce mémoire ont été réalisés au département de pharmacie laboratoire de toxicologie au faubourg sous la direction de Mr Belmahi.H*

## Dédicace

*A mes parents,*

*Fatíha et Mohamed Belbacha*

*Qu'ils trouvent ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur éloquence et leur dévouement.*

*Aucune dédicace ne pourra exprimer la profondeur de mes sentiments tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je vous porte, pour tous les efforts et les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de consentir pour mon bien-être.*

*Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Que dieu tout puissant vous garde et vous procure santé, bonheur et longue vie pour que vous demeurez le flambeau illuminant mon chemin.*

*A ma sœur Amína,*

*Mon idole qui est toujours présente pour moi*

*A mon beau-frère Samír Meddour,*

*Pour son aide et ses précieux conseils.*

*A mes sœurs,*

*Feíza pour sa douceur,*

*Khadíja pour sa sympathie,*

*Et a mon Frère Ali à qui je souhaite une vie pleine de succès.*

*A mes amis,*

*Hacína.B ; Intíssar.B ; Mouna.F ; Nesríne.B ;*

*Sonia.S ; Hadjer.B ; Souheíla.D ; Adam.B et pour mon binome Amíra.A pour leurs encouragements, conseils, et leurs soutiens sans faille.*

**QUE DIEU VOUS GARDE**

**MA GRANDE FAMILLE INCHALLAH**

**KARIMA.B**

*A mes chères parents : Abdelhamid et Mahbouba*

*Vous représentez pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Vos prières et votre bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.*

*Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer mon respect, mon amour éternel et que vous méritez pour tous les sacrifices que vous n'avez jamais cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte.*

*Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorde santé, longue vie et bonheur.*

*A mon très cher frère : Akram , son épouse Fouzia*

*A mes très chère sœurs : Hana et Dounia et leurs époux Samy , Alillou*

*A mes adorables nièces et neveux : Aya , Loujayn , Anas , Mouiz et Millina*

*Aucune dédicace ne serait exprimer assez profond ce que je ressens envers vous dirais tout simplement merci pour votre encouragement je vous aime*

*Pour mon cher fiancé : Ouldali .L et sa famille :*

*Pour son soutien moral sa gentillesse sans égal, son profond attachement m'ont permis de réussir mes études.*

*Sans son aide, ses conseils et ses encouragements ce travail n'aurait vu le jour.*

*Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.*

*A mes très chères amies*

*Khaoula.B ; Manel.B ; Souheila.D ; Hadjer.B ; Mouna.F ; et mon binôme  
Karima.B*

*En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liés et des bons moments passé  
ensemble je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux*

*A toutes ma famille pour l'amour et le respect qu'ils m'ont toujours accordé*

*Amira*

*A tous nos collègues de la promotion*

*A tous nos professeurs de l'enseignement qui nous ont  
enseigné*

*A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, et qui ont  
contribué à la réalisation de ce travail*

*Merci a vous.....*

## Liste des abréviations

ALAT :	Alanine Amino Transférase
ASAT :	Aspartate Amino Transférase
CCM :	Chromatographie sur couche mince
CE :	Commission européenne
CEE :	Communauté économique européenne
CSAH :	Comité scientifique de l'alimentation humaine
DJA :	Dose journalière admissible
DL50 :	Dose létale 50
DSEIO:	Dose sans effet indésirable observé
EFSA:	European Food Safety Authority
FAD:	Flavine adenine dinucléotide
FAO:	Food and agriculture organisation
FDA:	Food and Drug Administration
GC-MS:	Gas chromato-mass spectrophotometry
IgE:	Immunoglobulin type E
JECFA:	Joint Expert Committee for Food Additives
Kg /g :	Kilogramme/gramme
l/ml :	Litre/millilitre
MASE :	Extractions par solvant assistée par micro-ondes
Nm :	Nanomètre
OMS :	Organisation mondiale de la santé
SAA :	La spectroscopie d'absorption atomique
UAE :	Ultrasound assisted extraction
UE :	Union Européenne
UMAE :	Ultrasound and Microwave Assisted Extraction
SIN :	Système international de numérotation
E :	Système de numérotation européen
CCFA:	Codex committee of Food Additive
Rf :	Rapport frontale
Qs :	<i>Quantum Satis</i> , « la quantité requise »



## Liste des tableaux

Tableau 01 : Les différentes classes des additifs alimentaires et leurs codifications

Tableau 02 : Les quatre classes de caramels colorants

Tableau 03 : La classification CEE des caroténoïdes

Tableau 04 : La classification des xanthophylles

Tableau 05 : Les différents dérivés des anthocyanidines

Tableau 06 : La classification des xanthophylles

Tableau 07 : Classification des différents colorants

Tableau 08 : Conditions opératoires pour l'extraction de différents colorants

Tableau 09 : Les solvants de migration utilisés pour la C.C.M

Tableau 10 : Les solvants de migration utilisés pour la chromatographie sur papier

TABLEAU 11 : ECHANTILLONNAGES DES COLORANTS

Tableau 12 : Les différents colorants codifiés et non codifiés

Tableau 13 : Répartition de l'échantillonnage des denrées alimentaires

Tableau 14: Les aliments codifiés et non codifiés

Tableau 15: Différents types de codification d'aliments

Tableau 16: Répartition du type de codification selon l'origine

Tableau 17 : Test de stabilité des colorants

Tableau 18 : Résultat de l'étude spectrophotométrique

Tableau 19 : Les solvants de migration utilisés pour la C.C.M

Tableau 20 : Distance parcourue par le soluté et leur Rf

Tableau 21 : Nombres des colorants monochromes et polychromes

Tableau 22 : Nombres des spots des colorants polychromes

Tableau 23 : Les aliments qui contiennent le jaune de tartarazine E102

Tableau 24 : Les aliments qui contiennent le rouge de cochenille SIN 124

Tableau 25 : Les aliments naturels

Tableau 26: Distance parcourue par le soluté et leur Rf (échantillons)

## Liste des figures

- Figure 1 : Les différentes classes des additifs alimentaires
- Figure 2: Structure chimique curcumine SIN 100
- Figure 3 : Structure chimique riboflavine SIN 101
- Figure 4 : Structure chimique cochenille SIN 120.
- Figure 5 : Structure chimique les chlorophylles SIN 140
- Figure 6 : Structure chimique des caramels (maltol) SIN 150
- Figure 7 : Structure chimique des caroténoïdes (SIN 160a-160f)
- Figure 8 : Structure chimique des xanthophylles SIN 161
- Figure 9 : Structure chimique du rouge de betterave SIN 162
- Figure 10 : Structure chimique des anthocyanes SIN 163
- Figure 11 : Structure chimique de la Tartrazine SIN 120
- Figure 12 : Structure chimique Jaune de quinoléine (SIN 104)
- Figure 13 : Structure chimique Jaune orangé S (SIN 110)
- Figure 14 : Structure chimique d'amarante sin 123
- Figure 15: Structure chimique du rouge cochenille SIN 124
- Figure 16 : Structure chimique d'érythrosine SIN 127
- Figure 17 : Structure chimique du bleu patenté sin 131
- Figure 18 : Structure chimique d'indigotine SIN 132
- Figure 19 : Structure chimique du bleu brillant SIN 133
- Figure 20 : Structure chimique de vert S SIN 142
- Figure 21: Structures chimiques du noir brillant SIN 151
- Figure 22: Les colorants codifiés et non codifiés
- Figure 23: Les aliments codifiés et non codifiés
- Figure 24: Les différents types de codification des aliments
- Figure 25: Répartition du type de codification national
- Figure 26: Répartition du type de codification étrangère
- Figure 27: Pourcentage de stabilités des colorants liquides
- Figure 28: Pourcentage de stabilités des colorants en poudres
- Figure 29 : Pourcentages de stabilités des colorants liquides et en poudres
- Figure 30: Spectre de l'échantillon P 11 Bleu (bleu brillant. SIN 133)
- Figure 31 : Spectre de l'échantillon P12 Rouge fraise (Rouge de cochenille SIN 124)
- Figure 32 : Spectre U.V-visible du rouge de cochenille E 124
- Figure 33 : Spectre de l'échantillon P16 jaune (Tartrazine E102)
- Figure 34: Spectre U.V-Visible de la tartrazine E 102
- Figure 35: Chromatographie de la migration des colorants en poudre

Figure 36 : Chromatographie de la migration des colorants liquides

Figure 37 : Pourcentage des colorants polychromes et monochromes

Figure 38 : Pourcentage de spots des colorants polychromes

Figure 39 : Les échantillons codifiés

Figure 40: Les échantillons non codifié

Figure 41 : Spectre de l'échantillon N°2 boisson gazeuse BBI (E102)

Figure 42 : Spectre de l'échantillon N°12 Jus Amila (E124)

Figure 43: Spectre d'échantillon N°16 (jus rouge)

Figure 44 : Spectre d'échantillon N°17 (jus jaune)

## Liste des annexes :

Annexe A : Décret exécutif numéro 92-25 du 13 janvier 1992 relatif aux conditions et aux modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires.

Annexe B : le journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012.

Annexe C : liste des additifs (colorants) alimentaires autorisés dans les denrées alimentaires, leurs définitions, leurs fonctions technologiques ainsi que leurs numéro de système international de numérotation (SIN). Journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012.

Annexe D : liste des catégories d'aliments dans lesquels peuvent être introduits les additifs alimentaires (colorants). Journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012.

Annexe E : Liste des additifs pouvant être incorporés dans les denrées alimentaires ainsi que leurs limites maximales autorisées. Journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012.

Annexe F : liste exhaustive des additifs (colorants). Partie B du journal officiel de l'union européenne : RÈGLEMENT (UE) N° 1129/2011 DE LA COMMISSION du 11 novembre 2011 modifiant l'annexe II du règlement (CE) n° 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil en vue d'y inclure une liste de l'Union des additifs alimentaires.

Annexe G : Les cartes d'identités des 29 principaux colorants utilisés à l'heure actuelle. Les colorants les plus toxiques sont **en gras**.

ANNEXE H : Les combinaisons à éviter

Annexe I : Les spectres des étalons

Annexe J : les spectres des échantillons

## Résumé :

Les additifs alimentaires sont de plus en plus utilisés dans l'industrie agro-alimentaires, parmi ces additifs, les colorants alimentaires prédominent sur le plan de leurs utilisations, ils sont destinés à modifier la couleur des produits alimentaires pour les rendre plus attractifs aux yeux des consommateurs et afin d'augmenter leurs commercialisations.

les produits alimentaires qui sont fabriqués a base de colorants mis en circulation sur le marché, sont soumis a des exigences générales de sécurité tel leurs doses maximales journalière (DJA) ainsi que le bon étiquetage et leur identification par des codes établies selon deux systèmes en union européenne (E) ou par un système international de numérotation (SIN) qui est utilisé en Algérie. Parmi les colorants alimentaires on distingue les colorants naturels qui sont bénéfiques pour la sante et sont sans danger. Mais la plupart de ceux qui sont les plus utilisés sont des produits chimiques de synthèse, ces derniers peuvent engendrés des problèmes de santé, avec différents manifestations toxicologiques (allergie, d'intolérance ou pathologies.)

Compte tenu de ces paramètres. Nous avons procédés à des expériences sur des échantillons commercialisés à Constantine, comme les colorants alimentaires (liquides et poudres) ainsi que des produits contenant des colorants tels que les bonbons et les boissons. La procédure analytique est basées sur l'extraction des colorants alimentaires et leurs identifications été effectués par la chromatographie (CCM).

L'objectif primaire étant de connaitre si ces produits commercialisés répondent aux normes d'identification et aux exigences tant quantitatives que qualitatives en d'autre terme à la réglementation

**Les mots clés :** additifs, colorants, toxicité, contrôle analytique, réglementation.

## Abstract

Food additives are increasingly used in food processing industry, among these additives, they are food dyes that predominate in terms of their uses, they are intended to change the color of food products in order to make them more attractive to consumers and to increase their commercialization.

Food products that are manufactured with dyes circulated on the market are submitted to general safety requirements, such as their daily maximum doses and the proper labeling and identification codes established according to two systems in European Union (E) or an International Numbering System (INS) which is using in Algeria. Among the food coloring we distinguish natural dyes that are beneficial for health and harmless. But most of those used are synthetic chemicals; they can lead to health problems, with different toxicological manifestations (allergy, intolerance or diseases.)

Considering these parameters, we have conducted experiments on samples marketed in Constantine, such as food dyes (liquid and powder) and products containing colorants such as sweets and beverages. The analytical procedure is based on the extraction of food colorings and their identifications were performed by chromatography

The primary aim is to know if those marketed products respond to the identification standards and, both quantitative and qualitative requirements

**Keywords:** Additives, dyes, toxicity, analytical control, regulation.

## المخلص

اصبح استعمال الإضافات الغذائية في صناعة المواد الغذائية في تزايد مستمر. و تعتبر الملونات الغذائية من أكثر الإضافات المستعملة حيث تستعمل في تغيير لون المنتج الغذائي لجذب انتباه المستهلكين و هذا لأجل زيادة تسويق المنتج.

المواد الغذائية و الملونات المنتشرة في الأسواق تخضع لمتطلبات السلامة العامة مثل الجرعات القصوى اليومية و كذلك وضع العلامات المناسبة و تحديدها برموز ووفقا لنظامين في الاتحاد الأوروبي أو من قبل نظام الترقيم الدولي المعمول به في الجزائر.

من بين الملونات الغذائية نميز الملونات الطبيعية التي تفيد الصحة دون ادني خطر عليها. لكن الملونات الأكثر استعمالا هي التي تحتوي على مواد كيميائية اصطناعية هذه الأخيرة يمكن أن تسبب مشاكل صحية مع مختلف مظاهر السمية حيث يمكن أن تكون مصدرا لأمراض الحساسية و العصبية و في بعض الأحيان تؤدي إلى أمراض خطيرة.

و نظرا لهذه العوامل قمنا بالعمل على عينات تسوق في قسنطينة مثل الملونات الغذائية (السائلة و المسحوقة) و كذلك المنتجات التي تحتوي على الملونات كالحلوى و المشروبات الغازية. و عليه فقد قمنا بتحليل استخراج هذه الملونات من خلال تقنية الكروماتوغرافي لإثبات سلامتها.

إن الهدف الأساسي من ذلك هو معرفة ما إذا تلبى هذه المنتجات المسوقة لمعايير تحديد و كل من المتطلبات الكمية و النوعية.

**الكلمات المفتاحية: إضافات، والأصبغ، سمية، ومراقبة التحليلية، التنظيم.**

# TABLE DES MATIERES

## **Chapitre I : Étude bibliographique**

Introduction.....	1
<b>I. Les additifs alimentaires</b>	
I.1- Historique des additifs alimentaires.....	3
I.2- Définition des additifs alimentaires.....	4
I.3- Classification des additifs alimentaires.....	6
I.3.1- Les additifs qui maintiennent la fraîcheur .....	7
I.3.1.A- Les conservateurs.....	8
I.3.1.B- Les gaz d’emballage.....	8
I.3.1.C- Les séquestrant.....	8
I.3.1.D- Les antioxydants.....	9
I.3.2- Les additifs qui affectent les caractéristiques physiques ou physico- chimiques.....	9
I.3.2- Agents de texture.....	9
I.3.2.A- Agent gélifiants.....	9
I.3.2.B- Epaississants.....	9
I.3.2.C- Les <u>stabilisateurs</u> .....	9
I.3.2.D- Les émulsifiants.....	10
I.3.3- Agents antiagglomérants.....	10
I.3.4- Les agents d’enrobage.....	10
I.3.5- Les agents de charge.....	10
I.3.3- Les additifs qui amplifient les qualités sensoriels .....	11
I.3.3.A - Les exhausteurs de goût.....	11
I.3.3.B – Les édulcorants.....	11
I.3.3.C -Acidifiant.....	11
I.3.3.E -Les colorants.....	11
<b>II. Les colorants</b>	
II.1- Historique des colorants.....	12
II.2 -Classification des colorants.....	13
II.2.1- Colorants du textile.....	14
II.2.2- Colorants médicaments.....	14
II.2.3- Colorants alimentaires.....	15



II.2.3.A- Classement des colorants alimentaires.....	15
II.2.3.A.1- Les colorants naturels.....	15
II.2.3.A.2- Les colorants de synthèses.....	23
II.2.3.A.3- Les colorants minéraux.....	28
II.2.3.A.4- Les colorants naturels modifiés.....	28
II.2.3.A.5- Les colorants artificiels.....	28
<b>III. Toxico cinétique et risques des colorants alimentaires</b>	
III.1- Bio-cinétique des colorants.....	29
III.2- Aspect toxicologique.....	30
III.2.1- impact sur la santé.....	30
III.2.1.A- Toxicité aiguë.....	30
III.2.1.B-Toxicité chronique.....	31
III.3- La dose journalière admissible.....	31
III.3.1- Définition de la dose journalière admissible.....	31
III.3.3- Détermination de la dose journalières admissible.....	29
III.4- PATHOLOGIES ASSOCIEES A LA CONSOMMATION .....	32
III.4.1-Pathologies tumorales et mutagènes .....	32
III.4.2-Pathologies reprotoxiques .....	34
III.4.3-Pathologies non tumorales .....	34
III.4.3.A-Problèmes de sensibilisation .....	34
III.4.3.B- L'hyperactivité .....	36
III.4.3-C- Perturbations histo-biologiques .....	37
<b>IV. La réglementation des colorants alimentaires</b>	
IV.1- En Union Européenne .....	38
IV.2- En Algérie.....	37
<b>V. Techniques analytiques des colorants alimentaires</b>	
V.1- Méthode d'extraction des colorants alimentaires .....	42
V.1.1- Extraction par solvant assistée par micro-onde (MASE).....	42
V.1.2- Extraction par fixation sur la laine.....	43
V.2- Analyse qualitative et quantitative .....	43
V.2.1 Méthode chromatographique .....	43
V.2.1.A- La chromatographie sur couche mince.....	44
V.2.1.B La Chromatographie sur papier .....	44
V.3-Méthode spectrophotométrique .....	45
V.4- Autres méthodes d'analyse de pureté des colorants alimentaires .....	45
V.4.1-La recherche de métaux .....	45
V.4.2- La recherche d'impuretés.....	45

## **Chapitre II: Étude expérimentale et épidémiologique**

### **I. Méthode d'analyse des colorants alimentaires**

I.1 - Aspect épidémiologique et réglementaire.....	48
I.1.1-inventaire des colorants .....	48
I.1.2-inventaire des aliments .....	50
I.2- Aspect analytique des colorants .....	<b>56</b>
<b>I.2.1- Préparation des solutions aqueuses .....</b>	<b>56</b>
<b>I.2.1. A- Appareillage et Matériel .....</b>	<b>56</b>
<b>I.2.1.B-Mode opératoire .....</b>	<b>57</b>
I.3.-Etude physico-chimique .....	<b>58</b>
<b>I.3.1- Test de stabilité .....</b>	<b>58</b>
I.4-Méthode Spectrophotométrique.....	63
I.5- Détermination de la pureté par spectrophotomètre.....	66
I.6-Méthode chromatographique .....	68
<b>II. Étude analytique sur les échantillons</b>	
II.1- Extraction des colorants par la méthode de double teinture sur laine...	76
II.2- Méthode spectrophotométrique.....	79
Discussion.....	83
Conclusion .....	84

# Etude Bibliographique

## Chapitre I:

## Introduction

Historiquement, le sel est un des premiers additifs alimentaires qui a été utilisé dès l'antiquité pour la conservation des aliments. En Égypte, l'utilisation des épices et arômes servait à améliorer l'aspect de certains mets. Au début des années 60, un laboratoire coopératif français publia une première étude sur des « substances volontairement ajoutées aux aliments ». Se traduit par les additifs alimentaires qui sont les « substance non nutritives ajoutés intentionnellement aux aliments, le plus souvent en faible quantité pour en amélioré l'apparence, la saveur, la consistance ou la propriété de conservation », on y a injecté des arômes et des exhausteurs de goût. Pour allonger leur durée de vie, on y a ajouté des conservateurs. Puis, pour les rendre plus attrayants, on y a ajouté des colorants tape-à-l'œil. Actuellement, plus de 300 additifs sont utilisés dans l'Union européenne, classés en une vingtaine de catégories selon leurs effets technologiques sur l'aliment L'OMS et de la FAO (1955)

Les additifs ont fait la preuve de leur innocuité aux niveaux d'utilisation proposés sont autorisés en alimentation. La plupart des additifs sont aujourd'hui considérés comme inoffensifs, d'autres sont plutôt douteux, voire même dangereux selon des rapports d'études. En ce qui concerne la nourriture : ce n'est pas parce qu'un aliment industriel a un goût irrésistible qu'il est forcément bon pour votre santé !

En effet, cet aliment « favori » (boisson, dessert, chips, plat préparé, sucrerie ou autres) va vous procurer du plaisir pendant une minute au plus, le temps qu'il satisfasse vos papilles gustatives (avec l'aide de nombreux produits artificiels). Puis, cet aliment ira dans votre système digestif, pour passer dans vos organes, vos cellules, ainsi que tout votre organisme. Ce qui en restera, ne sera « expulsé » dans vos selles ou dans vos urines que 24 ou 48 heures plus tard, selon l'état de votre transit intestinal. Entre temps, la plupart des ingrédients et des additifs auront forcément laissé des traces dans votre organisme, certains d'entre eux ont même la lugubre capacité de commencer à détruire votre système nerveux, votre système immunitaire, voire même de faire baisser votre vue, le tout assez rapidement, à votre insu et ce, malgré ce qui avait été annoncé sur l'emballage ou par la publicité.

Aujourd'hui, de plus en plus d'ouvrages et de spécialistes de la santé dénoncent la toxicité d'un grand nombre d'additifs alimentaires, qui tout en étant autorisés, sont souvent dangereux pour notre santé, peu testés mais très utiles pour les industriels. Un grand nombre de ces additifs sont chimiques et rajoutés intentionnellement par les industries agroalimentaires.

Notre corps n'est pas fait pour en consommer d'aussi grandes quantités et encore moins celui de nos enfants. D'où l'importance ici de la célèbre citation : « IL VAUT MIEUX PRÉVENIR QUE GUÉRIR ».

Dans ce travail, on a choisi de nous intéresser aux colorants, plus particulièrement aux colorants alimentaires qui font partie des additifs les plus utilisés il n'y a aucun doute que la couleur est importante dans la perception alimentaire du consommateur. Elle est aussi souvent associée à une saveur spécifique et à l'intensité de cette saveur. Mais les colorants sont également très controversés, accusés d'être source

d'allergies, d'intolérance alimentaire ou de maladies plus graves. Se qui nous a poussé de se concentré sur une question spécifique : Les colorants alimentaires présents dans les denrées destinées aux consommateurs sont-ils tous autorisés par la législation et correctement dosés ?

L'actualité de ce sujet ainsi que son implication dans la vie de chacun de nous, nous ont convaincu de son intérêt. Le choix d'aborder ce travail sous l'angle des denrées alimentaires destinées aux enfants (bonbons, sirop) découle des quantités importantes de colorants contenues dans de tels produits impératifs ainsi de faire un état des lieux en Algérie (Constantine) sur l'aspect commercial contrôle et réglementation d'un bon nombre d'aliments contenant des colorants alimentaire.

## **I. Les additifs alimentaires**

Les consommateurs sont de plus en plus exigeants en matière gustative. Ils cherchent des produits bénéfiques pour la santé mais aussi des aliments qui « ont du goût », qui aient une couleur attirante, qui se conservent longtemps... Les consommateurs se dirigent également vers des produits dépaysant : saveurs exotiques, créoles, méditerranéennes...

Ainsi, des arômes et des additifs sont fabriqués pour répondre à ces demandes. Ces substances sont ajoutées intentionnellement et en petite quantité à un aliment au cours de sa préparation afin d'assurer une meilleure conservation ou de compenser la perte de qualités sensorielles. Elles peuvent être d'origine naturelle (minérale, végétale ou animale), issues de la transformation de substances naturelles ou obtenues par synthèse. Généralement, les molécules naturelles sont souvent trop fragiles ou trop coûteuses pour une production industrielle. Elles laissent donc leur place aux produits de synthèse

### **I.1.Histoire des additifs alimentaires :**

L'utilisation de ces substances par l'homme remonte à des siècles, quoiqu'elle se manifeste aujourd'hui comme une technique à la mode.

#### **\* Antiquité :**

- . 4000 ans avant Jésus-Christ :** Utilisation du sel, pour conserver les aliments rares (viande par exemple).
- . 1600 ans avant Jésus-Christ :** les hébreux qui utilisaient l'eau salée de la mer morte. Les Grecs et les Romains possédaient un art évolué de l'utilisation du sel mélangea des épices, de l'huile, du vinaigre, et connaissaient l'usage du salpêtre. En Égypte, ont utilisé des colorants et des arômes pour augmenter l'attrait de certains produits alimentaires et les Romains ont eu recours au salpêtre (ou nitrate de potassium), aux épices et colorants pour la conservation et l'amélioration de l'apparence des aliments.
- . Au XIXème siècle :** l'industrialisation des colorants en Amérique du Nord.
- .Au XXème siècle :** découverte des émulsifiants, des levures et des gélifiants, commercialisation massive des additifs dans les aliments. Les développements scientifiques dans l'alimentation et les avancées

technologiques récentes ont abouti à la découverte de nouvelles substances qui peuvent remplir de nombreuses fonctions dans les denrées alimentaires.

. **Au début des années 60** : un laboratoire coopératif français publia une première étude sur des « substances volontairement ajoutées aux aliments ».

. **En 1912** : la notion des additifs chimique a fait son apparition, associée au principe de la liste positive d'autorisation en France.

. **En 1972** : un décret obligeant les industriels à inscrire sur leurs produits la liste des composants principaux et des produits d'addition.

. **En 1985** : établissement de la numération conventionnelle, Colorant (E100-E199); Conservateur (E200-E299) ... (2)

. **En 1988** : autorisation de l'utilisation des édulcorant. (2)

. **En 1993** : la directive sur les colorants a été adoptée.

## I.2. Définitions des additifs alimentaires :

Le terme « additif » désigne toute substance qui n'est pas un constituant normal des aliments et dont l'addition intentionnelle a un but que l'on peut ranger dans trois sortes : technologique, organoleptique et nutritionnel. Leur emploi est limité à la concentration maximale de 1% sauf quelque cas particuliers. (42)

- **Selon le codex** : Le Codex Alimentarius définit un additif alimentaire comme étant toute substance qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire, ni utilisée normalement comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, et dont l'addition intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique (y compris organoleptique) à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou de l'entreposage de ladite denrée entraîne, ou peut, selon toute vraisemblance, entraîner (directement ou indirectement) son incorporation ou celle de ses dérivés dans cette denrée ou en affecter d'une autre façon les caractéristiques. Cette expression ne s'applique ni aux contaminants, ni aux substances ajoutées aux denrées alimentaires pour en préserver ou en améliorer les propriétés nutritionnelles. (15)

- **Selon la CEE** : Au sens de la directive européenne 89/107/CEE, un additif alimentaire est toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation possédant ou non une valeur nutritive ; et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologiques au stade de leur fabrication, transformation, préparation traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimé avoir pour effet, qu'elle devient elle-même ou ses dérivés deviennent directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires. (21)

**Tableau 1:** Les différentes classes des additifs alimentaires et leurs codifications

Type d'additif	E...	Rôles	Exemples
Colorant	100 à 199	Aspect du produit	E 162 : rouge de betterave
Conservateur	200 à 285 et 1105	Limite les altérations microbiennes	E 249 à 251 : nitrates et nitrites : charcuteries
Anti oxydant	300 à 321 323 à 324	Limiter l'oxydation	E 300 : Acide ascorbique (vitamine C) : conserves
Agent de texture	322 400 à 495 et 1103	Homogénéisation donne une consistance et stabilisation de l'état physico-chimique	E 322 : lécithine : chocolat
Acidifiant	325 à 384	Modification de l'acidité	E 330 Acide citrique : soda
Correcteur d'acidité	500 à 586		E 552 : silicate de calcium : poudre de lait
Exhausteur de goût	620 à 641	Renforce l'arôme de l'aliment et le goût	E : 620 : Acide glutamique : produits laitiers
Édulcorant	420 et 421 950 à 967	Donne la saveur sucrée, peu ou pas de calorique	E 951 : Aspartam : soda

### I.2.2 Origine :

Les additifs alimentaires ont des origines variées on distingue :

Les additifs alimentaires naturels : Ce sont des extraits de substances végétales ou animales existantes dans la nature (par exemple, les extraits d'arbres, d'algues, de graines, de fruits, de légumes, etc.). On peut ainsi citer l'exemple de Curcumine (E100), un colorant naturel de couleur jaune-orange extrait de racines de Curcuma longa et utilisé pour la coloration de plusieurs aliments comme les glaces, les yaourts et les produits de la confiserie.

Les additifs alimentaires obtenus par modification de produits naturels : Ce sont des additifs obtenus par modification chimique d'un extrait naturel d'une substance végétale ou animale dans le but d'améliorer ses propriétés

Les additifs alimentaires de synthèse : lorsque l'extraction des substances naturelles est coûteuse, ces dernières peuvent être reconstituées par synthèse chimique On distingue aussi :

Les additifs identiques aux naturels et les additifs artificiels (5)

### **I.3. Classification des additifs alimentaires :**

#### **\* selon la CEE :**

Il a été établie par la directive européenne 89/107/CEE avec 25 catégories et un code a été utilisé au niveau européen : Il se compose de la lettre "E" suivie d'un numéro permettant d'identifier facilement la catégorie « Exxx »... allant de E100 a E1520. (21)

#### **\* selon le Codex Alimentarius :**

Il s'agit du système international de numérotation (SIN ou INS ; International Numbering System) ; il a été mis au point par la Codex Comité of Food Additive (CCFA) en vue de fournir un système numérique, internationalement reconnu, permettant l'identification des additifs alimentaires et, entre autres, les colorants alimentaires dans la liste d'ingrédients. (15)

#### **\* selon la réglementation algérienne :**

La liste algérienne des additifs alimentaires, fixée par l'arrête interministérielle du 14 février 2002 paru au journal officiel algérien n°31, est plus restreinte par rapport à celle de la CEE ou du Codex.

Elle ne contient que 13 catégories : les colorants, les conservateurs, les anti-oxygènes, les épaississants-gélifiants et émulsifiants, les acidifiants, les correcteurs d'acidité, les stabilisants, les antiagglomérants, les exhausteurs de goût, les agents d'enrobage, les sels de fonte, les poudres de lever et les édulcorants.



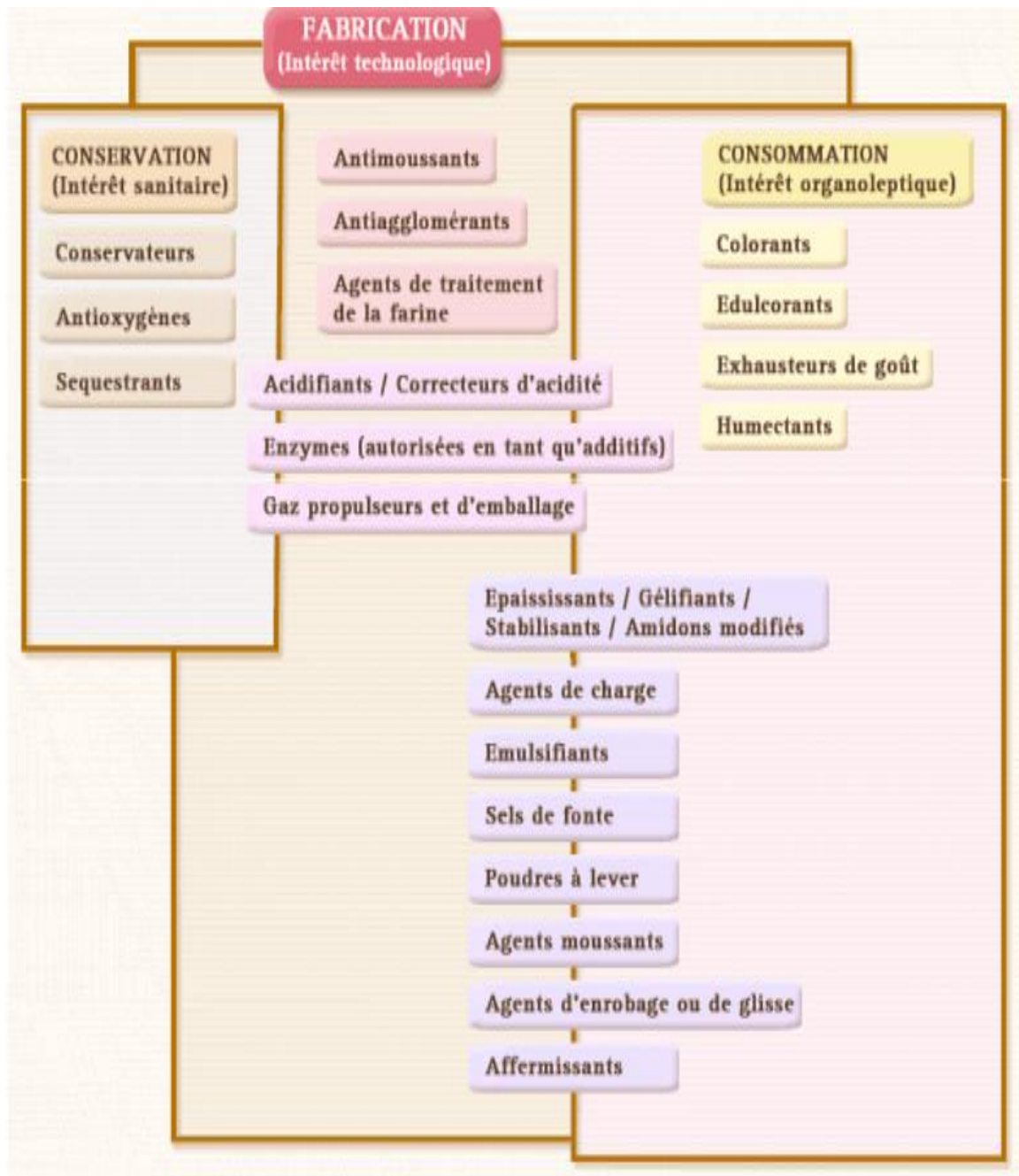


Figure 1 : Les différentes classes des additifs alimentaires

Les additifs sont généralement classés selon leurs propriétés principales d'utilisation, et la fonction qu'ils assurent dans la denrée alimentaire, on cite :

- **I.3.1-Les additifs qui maintiennent la fraîcheur et préviennent la dégradation des aliments :**

#### **I.3.1.A- Les conservateurs E200 à E299 :**

Les conservateurs sont des substances dont l'effet direct retarde ou empêche d'indésirables modifications microbiologiques dans les denrées alimentaires, en particulier ils bloquent les levures, les moisissures et les bactéries

Ils participent au maintien de la qualité sanitaire des aliments en empêchant ou en ralentissant le développement microbien. Les conservateurs ont une action bactériostatique (notamment contre Clostridium Botulinum qui produit une toxine dangereuse); elles donnent une coloration rosée à la charcuterie et participent au goût du produit (goût salé). (6)

Exemple : nitrates et nitrites (E249 - E252)

#### **I.3.2.B- Les gaz d'emballage :**

C'est des complexes de substances avec des ions métalliques qui pourraient contribuer à la détérioration des produits alimentaires en augmentant le taux d'oxydation. Les agents réducteurs qui limitent la formation d'ions métalliques en accélérant le processus d'oxydation. (49)

Exemple : Le dioxyde de carbone (E290).

#### **I.3.3.C- Les séquestrants :**

Ils forment des complexes chimiques avec les ions métalliques, ils protègent les aliments contre les réactions d'oxydation induites par la présence des métaux. (6)

Exemple : acide citrique (E330)

#### **I.3.4.D- Les antioxydants (E300) :**

C'est des substances qui sont ajoutées à faible dose à des matières spontanément oxydables à l'air, ils sont capables d'empêcher l'action de l'oxygène libre, appelée auto-oxydation, c'est des molécules naturellement présentes dans de nombreux aliments et qui ont une fonction de capteurs des radicaux libres (s'opposent aux phénomènes de stress oxydant).

Leur rôle est de prolonger la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les altérations dues à l'oxydation, comme le rancissement des corps gras et les changements de couleur, prévenir les maladies cardio-vasculaires et les cancers ou de protéger les yeux (6)

Exemple : l'acide ascorbique (vitamine C)

## **I.3. 2 .les additifs qui affectent les caractéristiques physiques ou physico-chimiques :**

### **I.3.2.A- Agents de texture :**

Un texturant alimentaire de (E338 à E495), est un additif alimentaire qui permet de modifier les propriétés physiques d'un plat sans en modifier sensiblement le goût et la saveur. On compte notamment :

#### **I.3.2.A - Agent gélifiants**

Ils permettent de confectionner des produits ayant la consistance d'un gel ou d'une gelée. (6)

Exemple : L'alginat de sodium (E401), l'agar-agar (E406).

#### **I.3.2.B - Épaississants**

Ils permettent d'augmenter la viscosité d'un produit pour lui donner une consistance plus épaisse, moins liquide. (6)

Exemple : la gélatine (E400 – 406) ou la pectine (E440).

#### **I.3.2.C- Les stabilisateurs**

Les stabilisants permettent de maintenir l'état physico-chimique du produit, pour stabiliser sa texture, sa couleur, son onctuosité, etc. (6)

Exemple : Le Polyvinylpyrrolidone (E1201)

#### **I.3.2.D - Les émulsifiants**

Ils sont composés de molécules dont une partie se lie fortement à l'eau et l'autre aux matières grasses. Ces deux fonctions d'une même molécule permettant des liaisons, assurent le mélange intime et stable de substances qui, sans cela, ne seraient pas miscibles entre elles. Un exemple d'émulsifiant utilisé en cuisine est la moutarde qui permet de faire une émulsion à partir du vinaigre et de l'huile, deux aliments initialement non miscibles. (6)

Exemple : la lécithine(E322) et les mono et di-glycérides d'acides gras alimentaires (E471)

### **I.3.3- Agents antiagglomérants:**

Les aliments en poudre ou en granules absorbent facilement l'humidité, provoquant l'agglutination des particules et la formation de grumeaux, ces agents aident à prévenir la formation de grumeaux et à conserver la fluidité du produit. (6)

Exemple : Silicate de calcium (E552), qui est utilisé pour empêcher l'agglutination du sel de table ou de la poudre à lever

### **I.3.4 - Les agents d'enrobage:**

Ce sont des substances qui, lorsqu'ils sont appliqués à la surface externe d'un aliment, lui confère un aspect brillant ou le recouvre d'un revêtement protecteur. Ils sont utilisés pour les confiseries, les fruits et les produits de boulangerie. (6)

Exemple : La cire d'abeille blanche (E901)

### **I.3.5- Les agents de charge:**

Additif alimentaire qui leste une denrée alimentaire sans en modifier sensiblement la valeur calorifique disponible. (6)

Exemple : La cellulose (E460)

### **I.3.3- les additifs qui amplifient ou améliorent les qualités sensorielles :**

Ont pour but d'Augmenter et améliorer les caractéristiques organoleptiques tel que :

#### **I.3.3.A- Les exhausteurs de goût (E600) :**

Ce sont des substances qui n'ont pas de goût propre mais dont la présence contribue à renforcer le goût ou l'odeur d'une denrée. (6)

Exemple : Ils sont numérotés de E620 (acide glutamique) à E641 (L-leucine).

#### **I.3.3.B- Les édulcorants (E900):**

Ce sont des molécules qui possèdent une saveur sucrée notablement supérieure à celle du saccharose. Elles n'ont pas ou qu'une très faible valeur énergétique.

L'aspartame(E951) a un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du saccharose. (6)

Exemple : Aspartame (E951). Dipeptide de pouvoir sucrant de 200

#### **I.3.3.C –Acidifiant E270 – E580 :**

L'acidification d'un produit correspond à une baisse de pH jusqu'à un seuil où les micro-organismes ne peuvent plus se développer. C'est un procédé de conservation traditionnel

Ils sont utilisés comme conservateur ou pour modifier la saveur. (6)

Exemple : L'acide gluconique E574

#### **I.3.3.D- Les colorants (E100 a E199) :**

Les colorants alimentaires ajoutent de la couleur à une denrée alimentaire, ou rétablissent sa couleur naturelle. (6)

Exemple : le colorant caramel (E150)

## II. Les Colorants

Parmi les additifs alimentaires, les colorants sont ceux qui sont davantage dictés par un intérêt économique que par une nécessité technique. En effet, le premier sens du consommateur sollicité lors du choix d'un aliment est la vue. L'œil est attiré par une bonne présentation où la couleur intervient. (49)

Les colorants sont destinés à modifier la couleur d'un produit alimentaire industriel ou d'un mets cuisiné, dans sa masse ou en surface. Plusieurs colorants sont naturels et sans danger, mais la plupart de ceux qui sont le plus utilisés ce sont des produits chimiques de synthèse. La loi impose que la présence de colorants soit mentionnée sur le conditionnement. Mais beaucoup de ces produits sont vendus en vrac ou sans emballage, ils sont le plus employés dans: les gâteaux de pâtisseries, les gommes colorées et autres sucreries dont les enfants raffolent.

### II.1- Histoire des colorants :

Les premiers colorants connus sont ceux qui ont été utilisés dans les grottes de Lascaux. Ils datent du Paléolithique (vers 15 000 av Jésus Christ). C'était des colorants naturels (pigments minéraux).

- **1500 avant Jésus Christ** : les Égyptiens utilisaient comme colorants : safran, du pastel et de la garance.
- **Avant 1850** : les colorants alimentaires étaient d'origine naturelle (safran, cochenille, caramel, curcuma, rouge de betterave). Les premiers colorants artificiels datent donc de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle.
- **En 1856** : le chimiste anglais William Perkin a synthétisé la mauvéine, premier colorant artificiel, Le procédé de synthèse était basé sur l'oxydation de l'Allyltoluidine (qui est un dérivé du pétrole). Ce colorant fut nommé pourpre aniline (ou mauvéine). Il fut utilisé dans la coloration des textiles.
- **En 1859** : le français Verguin effectua la synthèse de la fuchsine (rouge magenta) à partir de la toluidine. D'autres colorants seront obtenus à partir de ce colorant.
- **En 1882** : la jaune quinoléine fut le premier colorant alimentaire à être synthétisé.

**En 1912** : devant la multiplication des substances proposées, l'idée de la liste positive fait son chemin et est adoptée en France.

Ainsi, des efforts ont été consentis dans le but d'établir une classification des différents colorants :

- **En 1924** : la classification C.X Rose Colore Index est apparue.
- **En 1962** : De nombreux amendements viennent modifier cette liste, à cause de problèmes toxicologiques, qui entraînent notamment l'interdiction du jaune de beurre.
- **En 1963** : la CEE propose une liste de colorants qui est adoptée. Elle comporte 38 colorants d'origine variée mais dont la pureté est définie en France.

- **En 1977** : sur recommandation de la CEE, neuf colorants retirés de la liste des additifs autorisés, pour cause de dossier toxicologique incomplet (Chrysoïne S, jaune solide, orange GGN, orseille, écarlate GN, ponceau 6 R, bleu anthraquinonique, noir 7984, terre d'ombre brûlée).  
Depuis, la législation européenne a encore évolué. La dernière phase de proposition du Parlement Européen sur les colorants fut émaillée par le dépôt de plus de cent amendements en première lecture par les socialistes et les écologistes, réclamant des restrictions plus sévères sur l'emploi de ces substances et l'interdiction totale d'un certain nombre d'entre eux.  
Sous la pression de l'industrie agro-alimentaire, la moitié des amendements fut supprimée.
- **En Juin 1993** : la directive sur les colorants a été adoptée. , les pays de la communauté Européenne ont intégré les colorants dans la classification générale des additifs. Ils sont numérotés de 100 à 199 et sont précédés des deux lettres CE. (6)

## **II.2 -Classification des colorants :**

Il est important de noter que l'étiquetage n'indique pas si les colorants sont d'origine naturelle ou synthétique. Quelle que soit leur origine, les colorants doivent figurer sous le nom

« Colorants » suivi de leur nom ou de leur numéro d'identification conventionnel « **E1XX** »

Et les colorants alimentaires peuvent être classés suivant :

- leur propriété principale, la couleur, la nature chimique (colorants poly phénoliques, azoïques ...) (49)
- soit selon leurs utilisation et on distingue :

### **II.2.1- colorant textile :**

La teinture est une technique pour colorer une matière textile dans laquelle un colorant est appliqué au support de manière uniforme, afin d'obtenir une nuance homogène, avec un rendement et des solidités appropriées à son usage final. Un colorant est une molécule, qui contient un groupe chromophore (système conjugué) capable d'avoir une interaction avec la lumière, donnant ainsi la perception de couleur.

La teinture des textiles implique l'usage d'un certain nombre de produits chimiques et de produits auxiliaires différents pour favoriser le procédé de teinture. Certains sont spécifiques à un procédé, tandis que d'autres peuvent être utilisés dans plusieurs procédés. Certains produits auxiliaires (par exemple, les dispersants) sont déjà contenus dans la formulation du colorant, mais plus souvent, les produits auxiliaires sont ajoutés au bain de teinture en cours de procédé. Étant donné que les produits auxiliaires, en général, ne restent pas sur le support après teinture, ils se retrouvent dans les rejets.

## **II.2.2- Les colorants médicamenteux :**

Les matières pouvant être utilisées pour la coloration des médicaments à usage humain et vétérinaire sont énumérées dans la directive 62/2645/CEE du Conseil du 23 octobre 1962 la directive 94/36/CE du Parlement européen et du Conseil du 30 juin 1994 sur les colorants destinés à être employés dans les denrées alimentaires et par la directive 95/45/CE de la Commission du 26 juillet 1995 établissant des critères de pureté spécifiques pour les colorants pouvant être utilisés dans les denrées alimentaires. En conséquence, la directive 94/36/CE ainsi que la directive 95/45/CE de la Commission doivent également s'appliquer aux médicaments.

Les couleurs des gélules et des comprimés ne sont pas choisies au hasard, mais en fonction de plusieurs paramètres et on se sert de la coloration des médicaments pour potentialiser leurs effets pharmacologiques :

- teintes pastel sont utilisées pour un effet sédatif
- Le rouge a un effet stimulant, il est utilisé pour les tonocardiaques
- Le bleu a un effet relaxant, utilisé pour les anxiolytiques
- L'orange et le jaune ont un effet tonique on les utilise pour les fortifiants
- Le brun et le beige sont utilisés pour la digestion
- Le vert est utilisé pour les principes actifs d'origine végétale (43)

## **II.2.3- Les colorants alimentaires :**

Depuis des temps reculés, l'homme a coloré ses mets afin de provoquer l'appétence du consommateur. La coloration permet de redonner aux produits transformés les couleurs qu'ils ont en partie perdues au cours de leur transformation.

Les colorants alimentaires sont considérés comme des additifs par le règlement n°1333/2008 relatif aux additifs alimentaires et par le droit français.

Ils sont définis ainsi : (On entend par « colorants » des substances qui ajoutent ou redonnent la couleur à des denrées alimentaires. Il peut s'agir de constituants naturels de denrées alimentaires ou d'autres sources naturelles, qui ne sont pas normalement consommés comme aliment en soi et qui ne sont pas habituellement utilisés comme ingrédients caractéristiques dans l'alimentation).

### **II.2.3.A- Classement des colorants alimentaires**

Il existe différents types de colorants alimentaires autorisés en alimentation :

- les colorants naturels
- les colorants de synthèse fabriqués par l'industrie chimique qui comprend :
  - \* les colorants « identique nature » (qui existent dans la nature, mais produits industriellement)
  - \* les colorants artificiels (qui n'ont pas d'équivalent dans la nature).

### II.2.3.A.1- Les colorants naturels

Les colorants naturels sont les colorants provenant de la nature elle-même (végétaux, animaux,...), à l'exception de la cochenille (isolée à partir de corps desséchés de la femelle *Coccus Cacti*). (49)

Ils sont extraits de denrées telles que la betterave, le paprika, les carottes, etc... Ce sont des colorants généralement liposolubles, ils se stockent dans les graisses, ils s'éliminent donc moins facilement que les colorants artificiels autorisés qui eux sont tous hydrosolubles. Les colorants naturels sont souvent chers, peu stables et moins efficaces que les autres colorants, mais ils ont l'avantage de poser peu de problèmes pour la santé. Ils sont aussi identifiés grâce à leur numéro E100 à 199.

- **Curcumine SIN 100:**

Constituant du curry, extrait de curcuma longa ou safran, de couleur jaune orangé. Utilisations principales: moutarde, potages, produits de charcuterie, produits laitiers et boissons. (46)

DJA : 0 à 0.1 temporaire

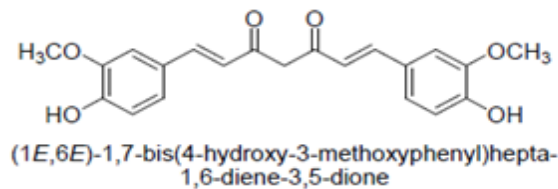


Figure 2 : Structure chimique curcumine SIN 100

- **Riboflavine ou (vitamine B2) SIN 101i :**

Obtenue à partir de levure, germe de blé, œufs, foie d'animaux et aussi par synthèse organique (principale source actuelle). Donne une coloration jaune-orangé. Colorant principalement utilisé pour les produits laitiers, crèmes, pâtisseries, confiserie, condiments et produits de charcuterie. (49)

DJA : 0 à 0.50 mg/kg

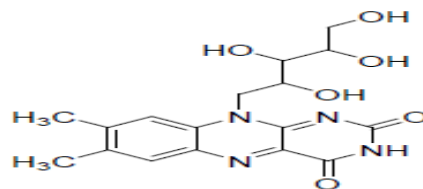


Figure 3: Structure chimique riboflavine SIN 101



- **Cochenille (acide carminique) (SIN 120) :**

Obtenu à partir de corps desséchés des femelles de l'insecte Coccus Cacti. Ce colorant donne une couleur rouge vif. Il est principalement employé dans les boissons, liqueurs, sirops, produits de charcuterie, glaces et crèmes glacées. (49)

Sans DJA temporaire

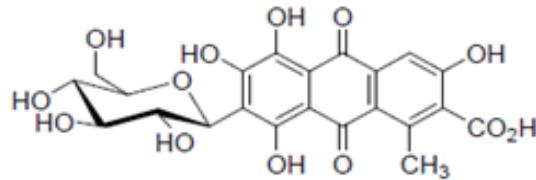


Figure 4 : Structure chimique cochenille SIN 120

- **Les chlorophylles (SIN 140i) :**

Les chlorophylles constituent le pigment vert des plantes. Elles sont obtenues par extraction de végétaux comestibles ou de souches naturelles d'herbes, de luzerne ... Elles sont constituées d'au moins quatre dérivés de structure voisine et en proportion variable suivant les végétaux. Les chlorophylles sont utilisées pour colorer les légumes et fruits verts, crèmes glacées, bonbons, moutardes. (49) sans DJA

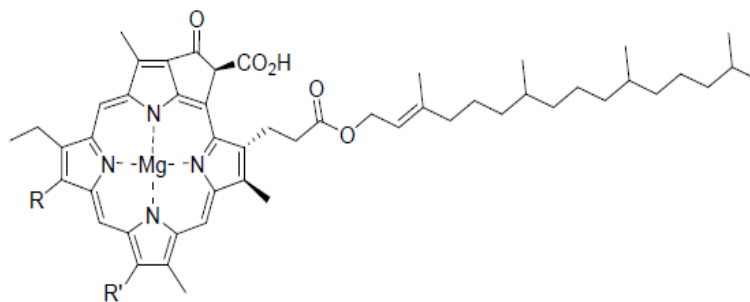


Figure 5 : Structure chimique les chlorophylles SIN 140

- **Les caramels (SIN 150):**

La norme AFNOR NF V00\_100 (1988) définit :

Le caramel colorant est « un liquide ou un solide de couleur plus foncé, soluble dans l'eau, obtenu par l'action contrôlée de la chaleur sur des sucres alimentaire en présence ou non de composés chimiques promoteurs de la caramélisation et dont la destination principale est la coloration des liquides alimentaires » ont pour but d'améliorer l'aspect des produits en donnant de la couleur aux aliments peu colorés. (49)

Sans DJA sauf pour le procédé ammoniacal 0 à 100

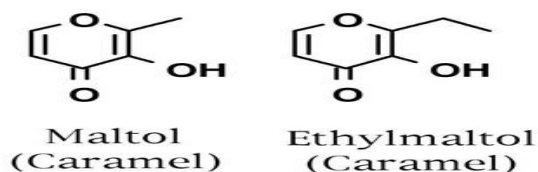


Figure 6 : Structure chimique des caramels (maltol) SIN 150

- ✓ Les directives 94/36/CE et 94/45/CE classent le caramel colorant en quatre catégories (tableau 3)

Tableau 2 : Les quatre classes de caramels colorants

	<b>Classe I E150a</b>	<b>Classe II E150b</b>	<b>Classe III E150c</b>	<b>Classe IV E150d</b>
Composés sulfités	non	oui	non	oui
Composés ammoniacaux	non	non	oui	oui
Promoteur de caramélisation	soude	Sulfite de sodium	ammoniaque	Sulfite d'ammonium

- **Carbo-medicinalis vegetalis (SIN 153)**

IL EST PREPARE A PARTIR DU CHARBON (VEGETAL) DE BOIS DE GRANDE PURETE. C'EST UNE POUDRE NOIRE ASSIMILABLE AU CHARBON ACTIF.IL EST UTILISE DANS LES CONFISERIES, SALAISONS, BOISSONS, PRODUITS LAITIERS, CREVETTES, CAVIAR, ...(49)

- LES CAROTENOÏDES (SIN 160A-160F) :

CE SONT DES PIGMENTS DE COULEURS JAUNE, ORANGE ET ROUGE PRECURSEUR DE LA VITAMINE A OBTENU A PARTIR DES FRUITS ET LEGUMES. LES COLORANTS OBTENU SOUS FORME CRISTALLISE SONT INSOLUBLE DANS L'EAU DANS LA NATURE SOUS FORME TRES FINEMENT DISPERSEES ILS COLORENT LES MILIEUX AQUEUX. ILS SONT PRINCIPALEMENT UTILISES POUR LES BOISSONS, LIQUEURS, SIROPS, POTAGES, CONDIMENTS, CONFISERIE, CREMES GLACEES, PREPARATIONS POUR LES DESSERTS ET CHARCUTERIE (49).

DJA : 0 A 5 SAUF (SIN 160B FAIBLE DJA)

ON DISTINGUE PLUSIEURS TYPES DES CAROTENOÏDES :

- SIN 160A: LES CAROTENES (A, B, F) SONT DES PROVITAMINES AUTORISEES DANS LES BEURRES ET TOUTES MATIERES GRASSES
- SIN 160B: EXTRAITS DU ROCCO AUTORISES DANS LES MARGARINES ET AUTRES MATIERES GRASSES
- SIN 160C: C'EST UN EXTRAIT DE COULEUR ROUGE ET ORANGE PROVENANT DE LA COSSE DU POIVRON DE LA SORTE CAPSICUM ANNUM SE TROUVE MOINS SOUVENT DANS LES ALIMENTS SUCRES COMME LA CREME, LES GARNITURES, LA POUDRE DE POUNDING, LA DECORATION DE POUNDING ET DE GATEAUX, LA CONFITURE, LES SUCRERIES (LA PATE D'AMANDE), LES PATES, LES CEREALES : LE GOUT DU POIVRON SERAIT TROP FORT.
- SIN 160D: EXTRAIT DE LA TOMATE OU DE "BLAKESLEA TRISPORA" (UN CHAMPIGNON). LES ALIMENTS COURANTS CONTENANT LE PLUS DE LYCOPENE BIO DISPONIBLE SONT LES PRODUITS

- TRANSFORMES A BASE DE TOMATE : SOUPE, JUS, SAUCE, PUREE ET PATE CONCENTREE Y COMPRIS LE KETCHUP AINSI QUE CERTAINS FRUITS TEL QUE LE PAMPLEMOUSSE.
- SIN 160E: L'APOCAROTENAL EST UN PRODUIT DE SYNTHESE OU OBTENU A PARTIR D'EPINARD OU DE CITRUS. EN PRATIQUE, IL AFFECTE NOTAMMENT LES FROMAGES, LES SOUPES ET SAUCES DE COULEUR ROUGES/ORANGES, LES VINAIGRETTES ET DE NOMBREUX PRODUITS DE LA MALBOUFFE TELS QUE LES CONFISERIES, SODAS ET GLACES.
- SIN 160F: OBTENU CHIMIQUEMENT A PARTIR D'APOCAROTENAL. INCORPORE DANS UNE LARGE GAMME D'ALIMENTS. (49)

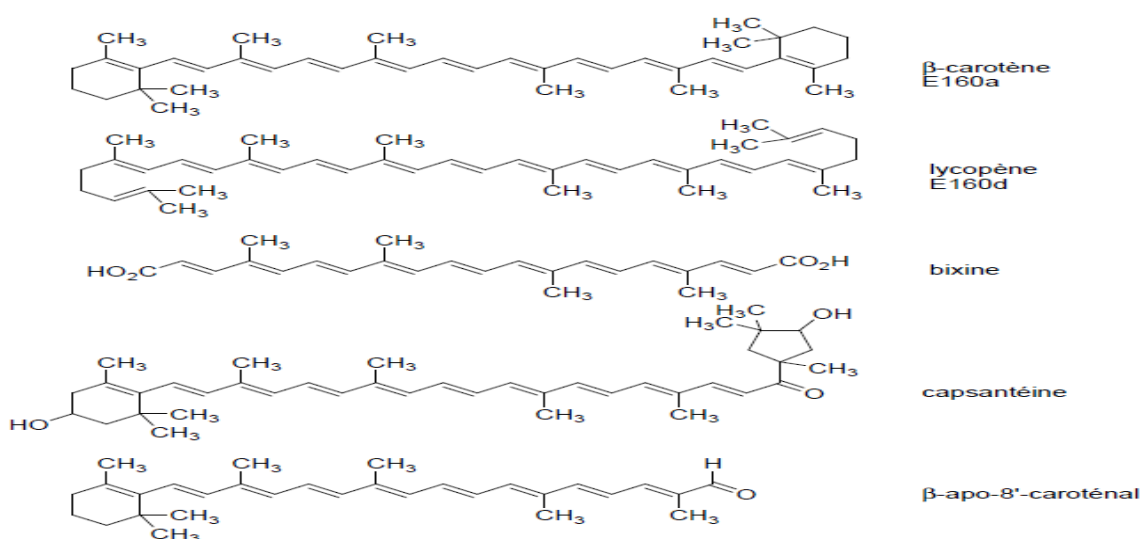


Figure 7 : Structure chimique des caroténoïdes (SIN 160a-160f)

Tableau 3 : La classification CEE des caroténoïdes

La classification CEE de ces produits est la suivante :

E 160a	Caroténoïdes (i) Caroténoïdes mélangés (ii) β - carotène
E 160b	Roucou, bixine, norbixine
E 160c	Extrait de paprika, capsanthine, capsorubine
E 160d	Lycopène
E 160e	β-apocaroténal-8'
E 160f	Ester éthylique de l'acide β-apocaroténique-8'

- **Xanthophylles (SIN 161) :**

La famille des xanthophylles est proche de celle des caroténoïdes. La différence réside en la présence de fonctions hydroxyliques ou cétoniques sur le noyau, avec pour effet une solubilité plus grande dans l'éthanol que pour les caroténoïdes.

Leur utilisation a été assez importante par le passé. Toutefois, des études toxicologiques assez peu favorables ont été à l'origine d'une recommandation communautaire d'Avril 1988 visant à limiter l'emploi dans les États Membres de la canthaxanthine et de l'interdire dans les fruits et légumes transformés, soupes en sachet, produits boulangers et boissons.

Ces composés sont, le plus souvent, extraits de végétaux très divers, où ils constituent une part importante de la matière colorante. (49)

DJA diverses

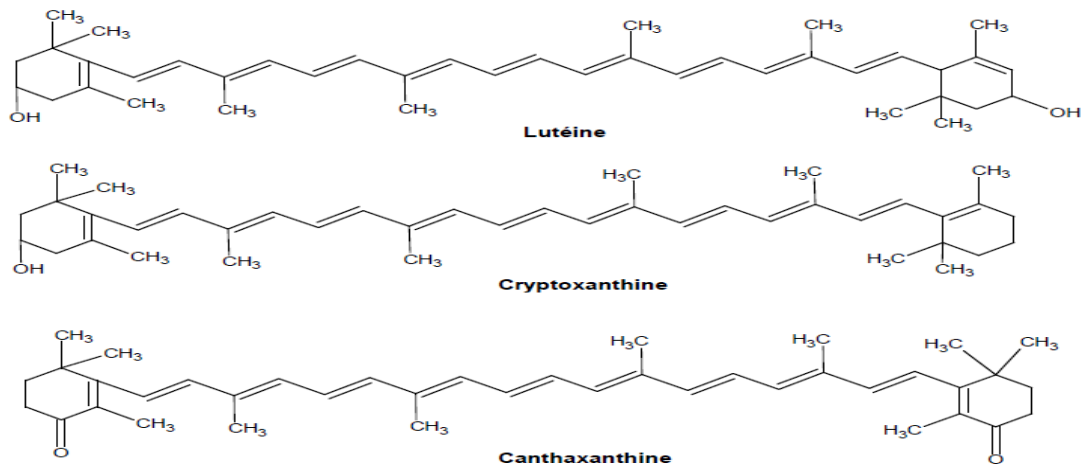


Figure 8 : Structure chimique des xanthophylles SIN 161

Tableau 4 : La classification des xanthophylles

E 161a	Flavoxanthine
E 161b	Lutéine (souvent mentionnée comme « extrait de tagète »)
E 161c	Cryptoxanthine
E 161d	Rubixanthine
E 161e	Violoxanthine
E 161f	Rhodoxanthine
E 161g	Canthaxanthine

- **Le rouge de betterave (SIN 162) :**

La racine de betterave rouge contient de nombreux colorants comme les bétalaines rouges (bétanine, bétadine, prébétadine) et de béta xanthine jaunes (vulgaxanthine I et II). Ces colorants (extrait aqueux de la racine ou jus concentré) sont utilisés en charcuterie, potages, condiments, fromages et croûtes, boissons, sirops, confiserie, biscuiterie et desserts. (49)

Sans DJA.

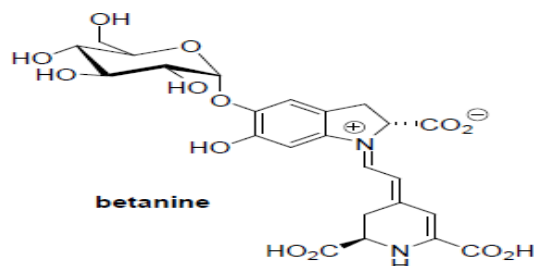


Figure 9: Structure chimique du rouge de betterave SIN 162

- **ANTHOCYANES (SIN 163) :**

**OBTENU A PARTIR DES FRUITS ET LEGUMES SENSIBLE AUX VARIATIONS DE pH CONSTITUENT UN IMPORTANT GROUPE DE PIGMENTS HYDOSOLUBLES DE COLORATION ROUGE, BLEUE OU VIOLETTE, PRESENTS DANS DE NOMBREUSES FLEURS OU FEUILLES JEUNES. UTILISEE DANS LES CHARCUTERIES, POTAGES, CONDIMENTS, FROMAGES ET CROUTES, BOISSONS, LIQUEURS, SIROPS, BISCUITERIE ET DESSERTS. SANS DJA.**

**ILS DERIVENT TOUTES DU NOYAU DE BASE SUIVANT : SELON LA NATURE DE R1 ET R2. (49)**

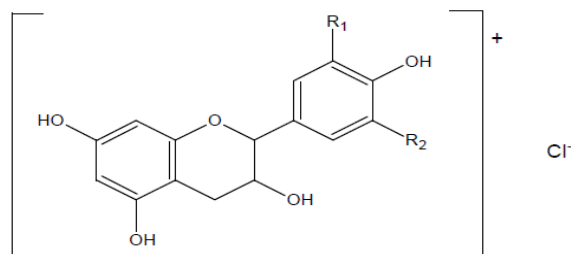


Figure 10: Structure chimique des anthocyanes SIN 163

Tableau 5 : Les différents dérivés des anthocyanidines

<b>Anthocyanidines</b>	<b>R<sub>1</sub></b>	<b>R<sub>2</sub></b>
Pélagonidine	H	H
Cyanidine	OH	H
Péonidine	OCH <sub>3</sub>	H
Delphinidine	OH	OH
Pétunidine	OCH <sub>3</sub>	OH
Malvidine	OCH <sub>3</sub>	OCH <sub>3</sub>

Les anthocyanes utilisées dans l'alimentation ne peuvent être obtenues qu'à partir de fruits ou de légumes comestibles, tels les fraises, mûres, framboises, cerises, prunes, cassis, groseilles, choux rouges, aubergines, myrtilles, raisins... Les anthocyanes sont très sensibles au pH du milieu : rouges en milieu acide, elles virent au violet, puis au bleu foncé en milieu alcalin. Leur sensibilité est grande également aux oxydants et à l'élévation de la température. Ils nécessitent assez souvent une stabilisation. (49)

➤ **Autres colorants naturels, non autorisés dans l'Union européenne :**

Le succès auprès du consommateur du terme « naturel » fait que l'industrie s'est mis en quête de substances colorantes pouvant mériter cette mention. Cette approche, paradoxalement, peut être contestable dans la mesure où presque nécessairement, elle fait appel à des substances ou des végétaux dont la toxicité a freiné l'usage ancestral. Citons, parmi les pistes explorées :

- ✓ ***Le bois de santal*** : Il est de couleur rouge orangé, utilisé surtout dans les parfums. Sa stabilité thermique semble très bonne. Il pourrait être utilisé dans les jus de fruits, les sorbets, les liqueurs, les sauce tomate et les confitures.
- ✓ ***La roselle (hibiscus sabdariffa L.)*** : c'est un arbuste dont les fleurs sont particulièrement riches en anthocyanes, dérivés de la cyanidine et de la delphinidine. La coloration rouge ainsi extraite est utilisable dans les préparations à base de fruits.
- ✓ ***Les spirulines*** : sont des micro-algues qui renferment un pigment bleu, mais aussi des caroténoïdes et des chlorophylles.
- ✓ ***Le monascus*** : c'est un pigment d'origine fongique, produit par un champignon microscopique (*Monascus sp.*) se développant sur du riz cuit à la vapeur. Les pigments formés sont de couleur jaune ou orangée, utilisé au Japon pour la coloration du surimi. Il est toutefois interdit en Europe, car *Monascus purpureus* produit aussi des substances antibiotiques. (49)

### **II.2.3.A.2- Les colorants de synthèses**

Ces colorants se sont développés à partir de la seconde moitié du 19<sup>e</sup> siècle. Les colorants alimentaires synthétiques sont créés industriellement par l'homme ; soit ils sont des copies conformes de colorants naturels, soit ils n'existent pas dans la nature. Ils ont pris une place de plus en plus importante et ont fini par supplanter les colorants naturels (dont la plupart sont encore utilisés aujourd'hui). Ces derniers sont sensibles à la lumière, à l'oxygène ou à l'action des microorganismes. Ainsi, les colorants de synthèse, qui sont plus stables, ont une durée de vie plus longue et ont une coloration plus forte, ce qui permet de les utiliser à des quantités relativement faibles. Un autre avantage, c'est qu'ils sont moins coûteux et peuvent être fabriqués en grande quantité. (49)

Leur stratégie de fabrication repose sur deux principes simples :

- La **conjugaison** des doubles liaisons qui doit être aussi large que possible, c'est à dire concerner autant de liaisons doubles (ou de cycles aromatiques) que faire se peut. C'est la seule méthode existant pour permettre aux transitions énergétiques les plus probables de se situer dans un domaine optique appartenant au visible, et non à l'ultraviolet.
- La **solubilité** dans l'eau est très souvent un paramètre important. A priori difficile à atteindre, dans la mesure où la recherche de fortes conjugaisons irait plutôt dans le sens de la production d'une molécule lipophile, mais résolu par adjonction de groupements ionisés sur la molécule.
- L'**innocuité** relative, qui doit prendre en compte la toxicité élevée de certains produits de métabolisation (tout particulièrement les dérivés de l'aniline C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>). Paradoxalement, ce sont le plus souvent de très anciens colorants. (49)

- **Tartrazine (Sin 102):**

Colorant jaune appartenant à la famille des composés diazoïques, sous la forme d'un sel tri-sodique. Utilisé pour les glaces, crèmes glacées, confiserie, et croutes de fromages. (6)

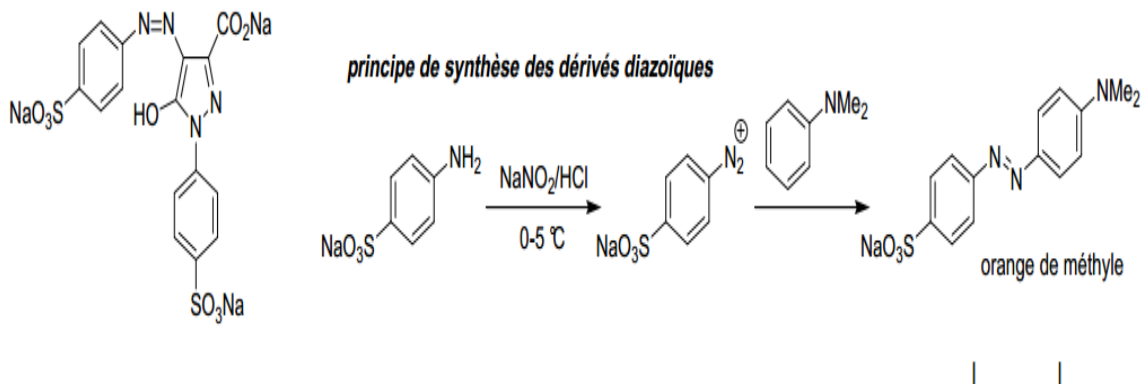


Figure 11 : Structure chimique de la Tartrazine (SIN 102)

- **Jaune de quinoléine (SIN 104) :**

C'est un très ancien colorant, découvert en 1882. C'est en fait un mélange d'isomères. Son champ d'application est identique à celui de la Tartrazine. (6)

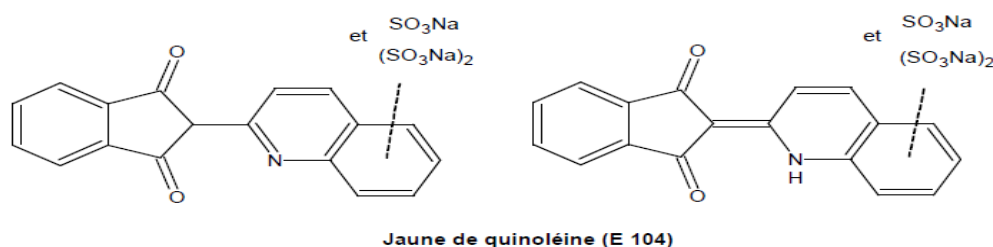


Figure 12 : Structure chimique Jaune de quinoléine (SIN 104)

- **Jaune orangé S (SIN 110) :**

C'est un colorant azoïque jaune, très soluble dans l'eau. Il est stable jusqu'à 130°C. Ses applications sont proches de celles de la Tartrazine. (6)

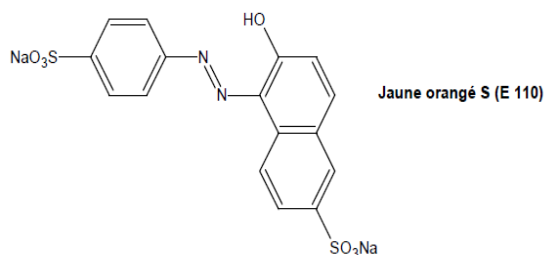


Figure 13 : structure chimique Jaune orangé S (SIN 110)

- **Amarante (SIN 123) :**

C'est un colorant "célèbre", moins à cause de ses qualités. C'est un banal colorant rouge foncé, soluble dans l'eau - qu'à cause de la situation très conflictuelle entourant ses autorisations. Les Russes avaient en effet montré, dans les années 70, un effet cancérigène et une auto-toxicité chez la souris. Ce colorant était utilisé dans la fabrication de la grenadine, et les tentatives faites alors pour le remplacer échouèrent toutes. Des chercheurs américains démontrèrent heureusement un peu plus tard que l'amarante elle-même n'était pas responsable de ces effets toxiques, mais plutôt les impuretés liées à son mode de fabrication. Après amélioration de sa pureté, l'amarante fut donc réintroduite. Son usage est, en fait, toujours assez réduit, la dose maximale autorisée étant de 30 mg/l ou 30 mg/kg selon les applications. Sa structure en fait un proche parent de l'azorubine et du rouge cochenille A. (6)

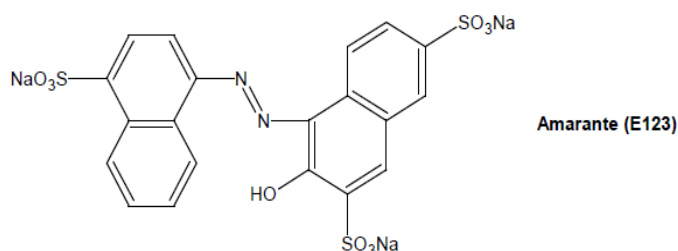


Figure 14 : Structure chimique d'amarante SIN 123

- **Le rouge cochenille A (SIN 124) :**

Malgré son nom, il n'a absolument aucun rapport avec l'acide carminique naturel (E 120). C'est un azoïque, proche parent du jaune orangé S, de l'azorubine et de l'amarante. Ses utilisations sont proches de celles de la Tartrazine. (6)

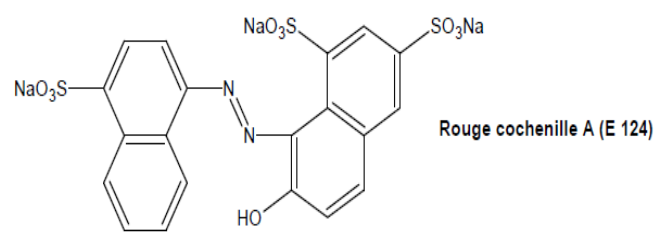


Figure 15 : structure chimique du rouge cochenille SIN 124



- **Erythrosine (SIN 127) :**

Colorant rouge dont l'emploi est limité, la présence d'iode étant suspectée de provoquer des intolérances. Utilisé pour les fruits rouges en conserve, les légumes transformés, soupes en sachet, et les boissons. Le rouge allura AC (sin 129) peut être utilisé comme alternative. (6)

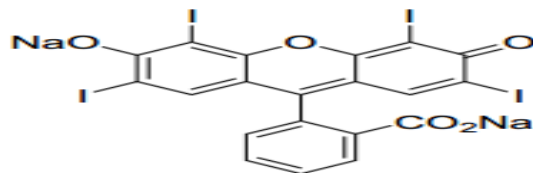


Figure 16 : Structure chimique d'érythrosine SIN 127:

- **Bleu patenté V (SIN 131) :**

Colorant bleu utilisé en Europe, son utilisation est interdite en Australie, aux États-Unis et en Norvège car il peut provoquer des allergies. Utilisé avec la tartrazine (sin 102) pour faire la couleur verte des sirops de menthe. Le bleu brillant FCF (sin 133) non-autorisé en France est utilisé à sa place en Australie, en Amérique du Nord et en Grand Bretagne. (49)

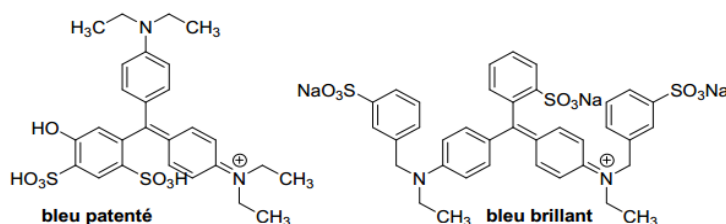


Figure 17 : Structure chimique du bleu patenté sin 131

- **Indigotine, ou carmin d'indigo (SIN 132) :**

C'est un colorant bleu aussi appelé carmin d'indigo. C'est un colorant très sensible aux oxydations, également utilisé en médecine, pour la détection des oxydants (chlorates, nitrates) dans le lait, pour colorer les fils de nylon chirurgicaux... (6)

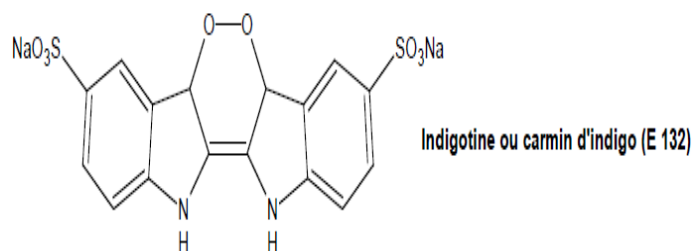


Figure 18: Structure chimique d'indigotine SIN 132

- **Bleu brillant FCF (SIN 133) :**

C'est un dérivé du triarylméthane, non autorisé en France mais autorisé en Australie, au Canada, en Grande-Bretagne et aux USA dans les produits pâtisseries, les confitures, les sirops et les conserves. (6)

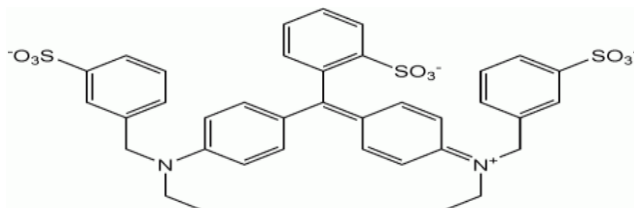


Figure 19 : Structure chimique du bleu brillant SIN 133

- **Vert S (SIN 142) :**

Seul colorant vert autorisé en France. Les fabricants ont recours à des mélanges bleus et jaunes autorisés. Utilisé en confiserie, charcuterie, fruits confits, crèmes glacées et glaces, boissons, sirops et liqueurs. (49)

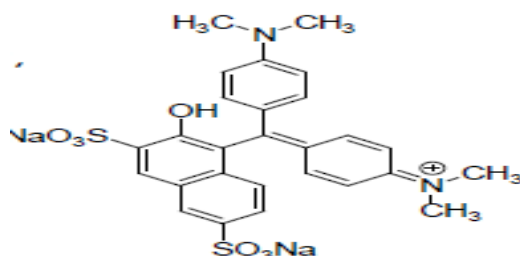


Figure 20 : Structure chimique de vert S SIN 142

- **Noir brillant BN, noir PN (SIN 151) :**

C'est un colorant diazoïque tétra sulfoné, de coloration sombre, soluble dans l'eau. Il est utilisé dans divers denrées alimentaires, notamment les confiseries (réglisse), le caviar ou les spiritueux et aussi en cosmétique. (6)

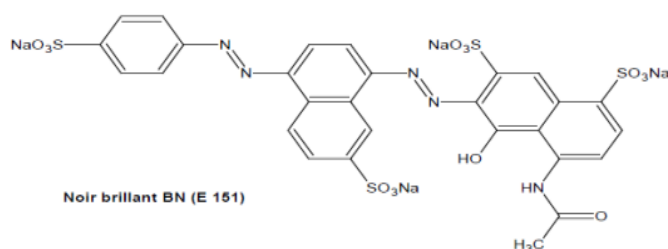


Figure 21 : Structure chimique du noir brillant SIN 151

- **Brun FK (SIN 154) :**

Le brun FK est constitué d'un mélange de six sels de l'acide benzène sulfonique. Il n'est pas autorisé en France, mais dans le reste de l'Union Européenne pour la coloration des poissons fumés «kippers», à la dose de 20 mg/kg. (6)

### II.2.3.A.3- Les colorants minéraux

Ces colorants très spécifiques sont utilisés à la coloration des surfaces ou à certains aliments particuliers. Leur toxicité est à peu près nulle, dans la mesure où ils ne sont pas métabolisés par le corps humain. (6)

Tableau 6 : La classification des xanthophylles

Code CEE	Substances
E 170	Carbonate de calcium $\text{CaCO}_3$
E 171	Dioxyde de titane $\text{TiO}_2$
E 172	Oxyde, hydroxyde de fer $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , $\text{Fe}(\text{OH})_3$
E 173	Aluminium
E 174	Argent
E 175	Or
E 180	Pigment rubis

### II.2.3.A.4- Les colorants naturels modifiés

Obtenus à partir de colorants naturels, et les colorants de synthèse, identiques aux naturels, sont relativement plus dangereux pour la santé. Ils sont souvent fabriqués en utilisant des solvants chimiques ; si ces derniers ne sont pas efficacement éliminés, ils pourraient être à l'origine de problèmes de toxicité. (14)

Exemple : Chlorophylline cuivrique.

### II.2.3.A.5- Les colorants artificiels

Ce sont des additifs qui n'existent pas dans la nature et qui sont entièrement fabriqués chimiquement. Ils sont généralement moins chers, offrent une plus grande variété de couleurs, sont disponibles en grandes quantités et sont plus stables que les colorants naturels. (14)

DJA est 0-7.5

Exemple : **Tartrazine (E102)** Colorant artificiel, jaune azoïque provoque une hyperactivité, asthme troubles de la vue, insomnies, pourrait être cancérigène, résistance microbienne aux antibiotiques. Utilisée dans plusieurs aliments tels que les boissons, merguez, bonbons, gâteaux, médicaments, ... (14)

**Tableau 7 : Classification des différents colorants :**

Couleurs	Colorant	Origine	Code UE	Boulangerie fine	Glaces Crèmes glacées
JAUNE	Curcumine	Naturelle	E 100	QS	150 mg/kg
	Riboflavine	Naturelle ou de synthèse	E 101	QS	QS
	Tartrazine	Synthèse	E 102	200 mg/kg	150 mg/kg
	Jaune de quinoléine	Synthèse	E 104	200 mg/kg	150 mg/kg
ROUGE	Cochenille	Naturelle	E 120	200 mg/kg	150 mg/kg
	Azorubine	synthèse	E 122	50 mg/kg	50 mg/kg
	Ponceau	synthèse	E 124	50 mg/kg	50 mg/kg
BLEU	Bleu patenté V	Synthèse	E 131	200 mg/kg	150 mg/kg
	Indigotine	Synthèse	E 132	200 mg/kg	150 mg/kg
VERT	Chlorophyles et Chlorophyllines	Naturelle	E 140	QS	QS
	Leurs complexes cuivriques	Naturelle	E 141	QS	QS
	Vert S	Synthèse	E 142	200 mg/kg	150 mg/kg
BRUN	Caramel Ammoniacal	Naturelle avec étape chimique	E 150c	QS	QS
	Caramel sulfite ammoniacal	Naturelle avec étape chimique	E 150d	QS	QS
NOIR	Carbone végétal médicinal	Naturelle	E 153	QS	QS
BLANC	Oxyde de titane	Synthèse	E171	QS	QS

### **III. Toxicocinétique et risque des colorants alimentaires**

#### **III-1 Bio-cinétique des colorants alimentaires :**

Comme toute substance alimentaire, les colorants vont se retrouver dans le tractus gastro-intestinal ou ils vont subir l'action des sucs digestifs et de la flore intestinale. Ils vont être absorbés selon leurs propriétés Physico-chimiques (hydro/liposoluble, taille de la molécule).

Les colorants alimentaires hydrosolubles sont éliminés sans être dégradés. C'est ce qui confère aux selles et aux urines une coloration atypique. Il est possible que l'urine prenne une teinte rougeâtre. Absolument sans danger pour la santé, ce phénomène surviendrait lorsque les pigments de la betterave (bêta laines) sont absorbés par l'intestin au lieu d'être dégradés. Plusieurs facteurs influencent cette coloration : l'acidité de l'estomac, la rapidité de la digestion, la variété de betterave consommée. (20)

Les colorants azoïques tout spécialement ont fait l'objet d'études au niveau de la flore intestinale car la flore bactérienne possédant une activité azo-reductasique qui est responsable d'une transformation fondamentale : la liaison N=N est rompue, faisant apparaître des amines cycliques qui peuvent alors avoir des cinétiques d'absorption ou des voies d'absorption différentes. (13)

Théoriquement, la polarité des molécules est un facteur-clé du passage entérocytaire, les composés très polaires ne sont donc que très peu absorbés il n'en est pas de même pour les produits par l'azo-réduction bactérienne : ainsi, 95% de la dose orale de Tartrazine seraient absorbés par cette voie chez le rat et l'on

retrouve dans l'urine de 48 heures 1% de Tartrazine ,22% d'acide p-acétamidobenzene-sulfonique et 74% d'acide sulfonique. (6)

Si le colorant est adsorbé par la muqueuse intestinale, puis transporté par voie sanguine et atteindra très rapidement le foie. Là, il peut subir des dégradations qui auront lieu essentiellement au niveau des microsomes (Réductions, N-dés alkylations, hydroxylations, conjugaisons...). Dans le cas des azoïques, la réduction conduit à deux amines, l'une primaire, l'autre substituée. La dés-alkylation conduit à des composés dé-méthylés. La conjugaison avec l'acide glycuronique favorise l'hydrosolubilité, et donc l'excrétion. (6)

La vitesse de dégradation est assez rapide, puisque 41% de la Tartrazine et 90% du méthyle orange (interdit en France) seraient dégradés dans la lumière digestive .cette étape est donc primordiale et justifie la poursuite de recherches sur le risque toxicologique induite par les colorants.

La bile peut présenter une voie d'excrétion pour environ 5% de la dose ingérée, cependant que le gros de l'excrétion à lieu par l'urine. On y retrouve alors soit le composé d'origine, soit des dérivés conjugués qui seront hydrolysés par une glucuronidase ; les produits d'hydrolyse peuvent être réabsorbés, si bien qu'une circulation entéro-hépatique s'établit. (20).

## **III.2- Aspect toxicologique :**

### **III.2.1- Impact sur la santé :**

Parmi tous les aliments, rares sont ceux qui ne contiennent pas de colorants (naturels ou synthétiques). Or, l'absorption de ceux-ci n'est pas toujours sans conséquences pour notre santé. En effet, certains sont responsables d'intolérances. D'autres sont mutagènes et gène-toxiques donc on déduit que ces derniers sont la cause de deux genre de pathologie :

#### **III.2.1.A- Toxicité aigue :**

Afin d'estimer la toxicité éventuelle des colorants alimentaires sur l'homme, des études sur animaux sont faites en déterminant la valeur de leur « DL50 », qui est la dose létale pour que 50% de la population animale testée meure. Elle s'exprime en masse de substance par Kg de l'animal. Elle dépend de la race de l'animal mais elle est le plus souvent déterminée sur une population de rats.

Plus la dose létale est faible, plus le colorant est toxique.

Exemple : La Tartrazine DL50(Souris) =12 750 mg/kg (17)

La Riboflavine DL50 (Rat)> 10000 mg/kg (17)

En vu de ces doses on parlera plutôt de toxicité chronique des colorants.

#### **III.2.1.B-Toxicité chronique :**

Désigne un effet nocif, résultant de doses répétées d'un colorant alimentaire

Exemple : Analyse toxicologique du colorant rhodamine B sur des rats wister confirme qu'il est faiblement toxique, un DL50 intra-péritonéal et orale de 2500 mg/kg et 21350 mg/kg respectivement, mais en restant vigilant quant a la consommation, il peut avoir des effets a long terme. (1)

Des comités d'expert scientifique des autorités nationales et internationales ont établi et déterminé la dose journalière admissible (DJA) (4)

### **III.3- La Dose Journalière Admissible (DJA) :**

#### **III.3.1- Définition de la dose journalière admissible :**

Elle est exprimée en milligramme par kilogramme de poids corporel, c'est l'estimation de la dose présente dans les aliments ou l'eau de boisson, en fonction du poids corporel, qui peut être ingérée tous les jours pendant toute une vie, sans risque pour la santé du consommateur.

Obtenue à partir d'études à long terme chez l'animal, ou on détermine la DSE (dose sans effet) c'est l'acronyme qui désigne une unité de mesure utilisée en toxicologie et radio-toxicologie et plus particulièrement dans le domaine des faibles doses.

Cette valeur sera affectée d'un facteur de sécurité, tenant compte à la fois des variabilités inter et intra espèces et la qualité des expérimentations pour aboutir à la DJA applicable pour l'homme, généralement ce facteur est de 100. La DJA sera donc égale à la DES par 100. (34)

La DJA ne représente pas un seuil de toxicité mais un niveau d'exposition jugé sans risque pour la santé durant toute une vie. (37) Une DJA de 1 signifie qu'une personne de 60 kg peut absorber une dose de 60 mg par jour sans risque pour la santé. (9)

#### **Exemples :**

E102 (tartrazine) : DJA = 7.5 mg/kg

E120 (cochenille) : DJA = 5 mg/kg

E150b (caramel) : DJA = 200 mg/kg (44)

#### **Il existe différentes classes de DJA :**

##### **- DJA temporaire :**

On peut fixer une DJA temporaire en attendant que les données complémentaires soient fournies dans un délai déterminé, en supposant que les données sont déjà suffisantes pour assurer la sécurité d'emploi de l'additif (34)

Exemple : en 2009, l'EFSA a réévalué la sécurité du jaune orangé S (E110), où elle était fixée par une DJA temporaire de 1mg/kg, en recommandant que d'autres tests soient réalisés. Actuellement l'EFSA a décidé d'augmenter la DJA. (22)

##### **- DJA sans limite ou non spécifiée :**

Attribuée aux substances très faiblement toxiques, compte tenu des données chimiques, biochimiques et toxicologiques disponibles, la dose admissible de la substance dans les aliments ne constitue pas un danger pour la santé. Pour cette raison l'établissement d'une DJA exprimée en mg/kg n'est pas jugé nécessaire. (34)

- **DJA non fixée :**

Elle n'est pas fixée quand les données toxicologiques sont insuffisantes.

Exemple :

\* Brun FK (E154): le groupe scientifique n'a pas pu parvenir à une conclusion quant à sa sécurité, en raison de limites significatives concernant la disponibilité des données toxicologiques (34)

\* Rouge allura Ac (E129): le comité a décidé de ne pas fixer une DJA pour ce colorant en raison de l'absence d'études sur son métabolisme et de l'insuffisance de la seule étude à long terme sur le rat utilisable pour l'évaluation. (25)

- **DJA supprimée ou suspendue :**

Elle est supprimée quand de nouvelles données toxicologiques indiquent l'éventualité d'un effet indésirable, mais les données sont insuffisantes pour conclure (34)

Exemple :

la DJA du Rouge 2G (E128) a été suspendue en raison de l'insuffisance d'éléments concernant la cancérogénicité éventuelle d'un de des métabolites (34)

### **III.4-PATHOLOGIES ASSOCIEES A LA CONSOMMATION :**

#### **III.4.1-Pathologies tumorales et mutagénèses :**

Lorsque les colorants alimentaire sont ingérés de forte dose peuvent provoqués des cancers de la thyroïde voire même des tumeurs des glandes surrénales et des reins chez les animaux. Les colorants alimentaires que l'on peut considérer comme toxiques pour l'être humain et à éviter sont la Tartrazine E102 et l'Amarante E123.

Les composés azoïques utilisés dans l'alimentation sont des composés sulfonés hydrosolubles (interdit aux États-Unis et très réglementé en France). Ce qui laisse à supposer qu'ils ne sont pas cancérogènes, parce ils sont éliminés facilement. (34)

Cette opinion est soutenue par le fait que la carcinogénèse azoïque est le fait de dérivés liposolubles (Interdits dans l'alimentation), et que l'on n'a pas mis en évidence d'action cancérogène par des colorants azoïques hydrosolubles, ni l'effets mutagènes, à l'exception toutefois de l'érythrosine.

Les colorants seraient potentiellement neurotoxiques, hépatotoxique, ou pourraient contenir des résidus, cancérogènes. (27) tableau mis en annexe G des colorants les plus toxique en gras.

En mars 2012, le colorant brun (E 155) utilisé lors de la fabrication d'un célèbre soda au cola est mis en cause: un des composants serait hautement cancérogène.les firmes américaines qui produisent ces boissons ont préféré modifier leur recette plutôt que d'avoir à inscrire sur les emballages un logo avertissant le consommateur du risque potentiel auquel ils s'exposent.

- rouge carmin (E120) : Une étude in vivo, menée sur des rats a montré que jusqu'à la dose de 1000 mg/kg du poids corporel, le rouge carmin était sans effet notamment chez les nouveau-nés de mère ayant consommée le colorant.

L'activité de l'acide carminique, coloration rouge naturel utilisé dans l'alimentation, cosmétiques et les médicaments, a été évalué au moyen d'une série de tests à court terme in vitro et in vivo, résultat mutation, des aberrations chromosomiques et les échanges des chromatides sœurs in vitro sur des cellules d'ovaire de hamster chinois et le test de micronoyau de souris. Toutes les études ont eu des résultats négatifs. (11)

- jaune orange S (E110) : Administré par voie orale (rats). L'activité mutagène a été étudiée sur des cellules de la moelle osseuse. Les chercheurs ont conclu que le jaune orange S ne possède aucun effet génotoxique. (37)

- Le rouge 2G(E128) : Des études montre qu'il induit des dommages d'ADN et des mutations de substitution de base seulement après l'activation métabolique dans les microsomes hépatiques de rat. Les produits de l'azo-réduction étaient non-mutagènes. (29)

- L'amarante (E123) : est le colorant le plus largement évalué, cependant une caractérisation cohérente de sa génotoxicité n'est pas apparu et sont statut comme cancérigène reste incertain. (47)

- L'érythrosine (E127) : Les chercheurs soupçonnent ce colorant d'être à l'origine de cancer de la thyroïde chez l'animal. Une étude publiée en 1993 suggère que ce colorant pourrait être un agent cancérigène secondaire (46)

- rouge ponceau 4R (E124) : Des études sur les cellules de la moelle osseuse de souris. ont indiqué qu'il était clastogène. Même à faible dose le il induit des aberrations chromosomiques. (3)

- La tartrazine E(102): Ce colorant peut révéler des potentialités cancérigènes(7,48). D'autres études in vivo ont montré que la tartrazine possède un effet mutagène ; elle peut inciter des aberrations chromosomiques dans les hamsters chinois (32,33). Dans les cellules somatiques des rats mais pas dans les cellules des souris. (8)

Une étude a cependant vraiment trouvé une petite augmentation de cellules polyploïdes après 48 heures de traitement des lignées cellulaires de fibroblaste de hamster chinois par la tartrazine (31).

La tartrazine a une biodisponibilité orale basse chez les rongeurs. Cette nature qui fait référence à plusieurs publications conclut qu'un grand nombre d'études de la toxicologie génétique ont montré que la tartrazine n'a aucune possibilité cancérigène chez les rats et les souris. (44)

Par ailleurs, elle n'est ni génotoxique ni mutagènes aux doses de 50-200 mg/kg sur des souches bactériennes de types Salmonella typhimurium TA97, TA98 etTA100. (19)



### **III.4.2- Pathologies reprotoxiques :**

- L'érythrosine (E127) : Au début des années 1990, deux études menées par la même équipe de chercheurs avaient conclu que l'érythrosine administrée à des rats n'avait pas de conséquences sur la santé du fœtus (16)
- Le carmin d'indigo E132 : Lors de la réévaluation de l'innocuité, aucun effet nocif subaigu ou chronique, des études de toxicité sur la reproduction, et aucune modification des paramètres biologiques et hématologiques. Dans les études de toxicité chronique ont été identifiés à des doses inférieures ou égales à 500 mg/kg/jour. (24).

### **III.4.3-Pathologies non tumorales :**

#### **III.4.3.A-Problèmes de sensibilisation :**

Le mécanisme immunologique impliqué dans les cas d'effet indésirable à la couleur naturelle des additifs n'a pas été étudié, mais parfois les rapports peuvent être trouvés sur une réaction immunologique d'hypersensibilité de type I dépendante des IgE dirigés vers les résidus de protéines présents en raison de processus technologiques ou d'autres types de sensibilités non IgE dépendantes.

Pour d'autres, Les additifs sont responsables d'intolérances et non d'allergies sauf dans certaines observations de réactions adverses aux sulfites, aux glutamates et à la rouge cochenille. Certains additifs se comportent comme des haptènes et se lient à des protéines pour devenir immunogènes en agissant :

- Sur le système nerveux central : en interférant avec la neurotransmission GABA-énergique : induisant une synthèse excessive d'acétylcholine, (amines biogènes : apport excessif en amines bio, histamines, tyramine)
- Sur le système nerveux périphérique : induisant une excitation sympathique et des anomalies au niveau des récepteurs.
- Par déficit enzymatique : favisme (forme particulière d'hémolyse aigue du déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase).
- Par Histamino-libération non spécifique : œufs, chocolat, fraises, additifs alimentaires.
- Par augmentation de la perméabilité intestinale

Les mécanismes les plus fréquents des réactions adverses aux colorants sont une inhibition de la cyclo-oxygénase ou une augmentation de la perméabilité intestinale. (57)

D'autres mécanismes sont propres à des colorants particuliers :

- L'érythrosine : Deux séries de patients comprenant 164 sujets ont été investigués dans le but de préciser une éventuelle allergie à ce colorant. Des tests cutanés, des tests de transformation lymphoblastique, des tests de provocation et, dans certains cas, des RAST ont été pratiqués.

Les diagnostics cliniques comportaient des urticaires et œdèmes de Quinke chroniques, des photosensibilisations, des asthmes et rhinites chroniques. Les tests pratiqués démontrent qu'une part importante des réactions à l'érythrosine est de véritables manifestations allergiques à médiation IgE. (55)

- Le Jaune orangé SE110 : est un colorant alimentaire orange à base de goudron de houille. Il est capable de causer des réactions allergiques telles que des douleurs abdominales, l'hyperactivité, de l'urticaire, une congestion nasale et une broncho constriction, et le dégoût pour les aliments lorsqu'ils sont nourris aux rats de laboratoire. (57)
- Le bleu patenté : L'injection sous-cutanée de bleu patent utilisé dans le repérage des vaisseaux lymphatiques peut entraîner des accidents sévères dont la fréquence varie selon les séries de 0,1 à 2,5%. Six cas « d'allergie au bleu patent ont été recueillis et explorés de 1980 à 1984. (10)

### **III.4.3.B- L'hyperactivité :**

En 2007, les résultats d'une étude commandée par la Food Standards Agency du Royaume Unis sur l'effet de certains additifs alimentaires sur le comportement des enfants ont été publiés. L'étude que l'on nomme l'étude Southampton a avancé qu'un mélange d'additifs (six colorants et un agent de conservation artificiels) a intensifié l'hyperactivité chez des enfants issus de la population générale.

Une analyse plus poussée de ces données par un comité d'experts a permis de conclure que l'augmentation du degré moyen d'hyperactivité observée au cours de cette étude était minime par rapport à la variation normale d'un individu à l'autre. Les experts ont aussi conclu qu'on ne pouvait se baser sur ces observations pour modifier la dose journalière admissible (DJA) des additifs alimentaires utilisés dans le cadre de cette étude. Depuis, le Parlement européen a promulgué une nouvelle disposition selon laquelle, en présence des colorants utilisés dans le cadre de l'étude « Le jaune orangé S (E110), le jaune de quinoléine (E104), l'azorubine (E122), le rouge alluraAC (E129), la tartrazine (E102) et le rouge cochenille (E124) », une mention indiquant que ces colorants peuvent avoir des effets indésirables sur l'activité et l'attention chez les enfants doit figurer sur l'étiquette des aliments. Récemment, la FDA des É.-U. a examiné les données probantes concernant le lien possible entre les colorants alimentaires artificiels et les troubles du comportement chez l'enfant.

Selon les conclusions de cet examen, la relation de cause à effet entre les colorants alimentaires artificiels et l'hyperactivité n'a pas été établie. Lors de sa réunion de mars 2011, le comité consultatif sur les aliments de la FDA a soutenu cette conclusion, et la plupart de ses membres se sont dits en désaccord avec l'ajoute d'une mise en garde sur l'étiquette des produits contenant des colorants artificiels. (30)

Certains additifs alimentaires combinés dans une même denrée alimentaire devraient être interdites. Tableau mis-en (annexe H) des combinaisons à éviter qui, peuvent entraînés des pathologies

### **III.4.3-C- Perturbations histo-biologiques :**

Une étude de toxicité sur la tartrazine a été effectuée sur des rats Wistar des deux sexes. Les animaux ont été divisés en 5 groupes de 6 animaux chacun, 3 de chaque sexe, et soumis à une diète contenant 5, 7 ou 10 mg/kg de la tartrazine et 3,75 mg/kg d'acide sulfanilique.

#### **📌 Résultats de l'étude :**

##### **❖ Hématologique :**

Pas de changements significatifs dans le groupe contrôle et groupe traité par 10 mg/kg de la tartrazine. Mais nous ont révélé une moyenne significativement plus élevée du volume de plaquettes, basophile et neutrophile, et le nombre de plaquettes sanguines inférieur dans le groupe traité à la dose de 7,5 mg/kg de la tartrazine.

Dans le groupe traité par 3,75 mg/kg d'acide sulfanilique le nombre de plaquettes sanguines, neutrophile, lymphocytes, monocytes, éosinophiles et basophile a significativement baissé.

##### **❖ Biochimique :**

Les niveaux de glucoses et de créatinine ont significativement augmenté dans tous les groupes comparés au groupe contrôle.

Les niveaux de cholestérol et de triglycérides ont augmenté de façon significative dans le groupe traité avec 7,5, 10 mg/kg de tartrazine

Il n'y avait pas de différence significative dans le niveau d'urée et d'ALAT parmi les différents groupes. Le niveau d'ASAT a été significativement augmenté dans le groupe traité à la dose de 10 mg/kg de tartrazine.

##### **❖ Histo-pathologique :**

Dans le groupe témoin aucune modification structurelle n'a été identifiée par l'histopathologie dans le foie, les reins, l'estomac, ou jéjunum, Toutes les sections étaient essentiellement normales sans aucune lésion inflammatoire

L'examen histo-pathologique a révélé que dans le jéjunum il existait des infiltrats lymphoïdes de rats Wistar expérimentaux nourris avec 7,5, 10 mg/kg de la tartrazine ainsi qu'un dépôt de pigments dans les cellules et une dégénérescence graisseuse du foie. Elles ont aussi révélé la dilatation tubulaire avec membrane basale épaissie au groupe traitées avec 5 mg/ kg de la tartrazine, dégénérescence tubulaire, et la dilatation des capillaires glomérulaires dans le groupe traité à la dose de 7,5 mg/ kg de tartrazine, et une atrophie des sclérose intercapillaires du glomérule dans le groupe traité avec 10 mg/kg de la tartrazine. (31)

## **IV. La réglementation des colorants alimentaires**

Il existe différents organismes nationaux et internationaux qui régissent l'emploi des différents produits de consommations dont font partie les colorants alimentaires; on cite comme exemple:

- L'OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- La FAO : Food and Agriculture Organisation
- L'EFSA : European Food Safety Authority (en français: l'AESA autorité européenne de sécurité des aliments)

En Algérie; c'est le ministère du commerce qui est en charge de réglementer cet emploi, l'ajout ou le retrait d'un colorant, sa dose, sa nomenclature....etc. sera consigné en des lois qui seront notifiées dans le journal officiel algérien.

### **IV.1- En Union Européenne:**

En vertu de la législation européenne, les additifs doivent être autorisés avant de pouvoir être utilisés dans les aliments. Cette autorisation donnée par les gestionnaires des risques fait suite à une évaluation approfondie de la sécurité réalisée par l'EFSA.

Une fois autorisées, ces substances sont répertoriées dans une liste UE d'additifs alimentaires permis qui précise aussi leurs conditions d'utilisation. Elles doivent également être conformes à des critères de pureté approuvés établis dans le règlement UE 231/2012. (36)

En décembre 2008, la législation en vigueur a été consolidée au sein de quatre règlements simplifiés couvrant toutes les substances dites « agents améliorants alimentaires » (c.à.d. les additifs alimentaires, les enzymes alimentaires et les arômes). Le règlement CE 1331/2008 introduit une procédure d'autorisation commune pour ces agents. Le règlement CE 1333/2008 sur les additifs alimentaires établit une liste UE des additifs alimentaires autorisés, qui est publiée dans son intégralité dans le règlement UE 1129/2011.

Tous les additifs alimentaires comme chaque produit de consommation, les colorants alimentaires sont soumis à des tests pour garantir leur innocuité et ainsi, garantir une certaine sécurité lors de leur utilisation dans les conditions exigées, et d'avoir un but utile, mais ils doivent aussi répondre à une évaluation scientifique approfondie et rigoureuse de leur sécurité avant d'être approuvés. Jusqu'à la création de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (AESAs), la sécurité des additifs était évaluée par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH).

Aujourd'hui, c'est le Groupe scientifique sur les additifs alimentaires, les arômes, les auxiliaires technologiques et les matériaux en contact avec les aliments de l'AESA qui est chargé de cette tâche. Au niveau international, il existe également le Comité Conjoint d'Experts sur les Additifs alimentaires (JECFA) de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Les évaluations reposent sur l'examen de toutes les données toxicologiques disponibles, incluant des observations chez l'homme et dans des modèles animaux. A partir de ces données, une dose maximale

n'ayant aucun effet toxique démontrable est déterminée. C'est la « dose sans effet » (DSE), utilisée pour calculer la « dose journalière admissible » (DJA) pour chaque additif alimentaire. La DJA fournit une grande marge de sécurité et stipule qu'à cette dose, un additif alimentaire peut être consommé quotidiennement toute la vie, sans aucun effet indésirable sur la santé.

L'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments, encourage l'utilisation des doses les plus basses possible pour chaque additif. Pour s'assurer que les consommateurs n'excèdent pas la DJA en consommant de trop grandes quantités d'un additif particulier, la législation européenne exige que des études soient faites en parallèle avec les différents types d'exposition réellement présents dans la population. Si la consommation quotidienne dépasse de temps en temps la DJA, il est peu probable que cela engendre des effets toxiques sur la santé, en raison de la grande marge de sécurité équivalente à 100 fois la DSE. Cependant, si la DJA était régulièrement dépassée par des tranches particulières de la population, la Commission évaluerait le besoin de réviser les quantités présentes dans les aliments ou réduirait la gamme des produits alimentaires dans lesquels on autorise l'additif.

La Commission du Codex Alimentarius rédige régulièrement de nouveaux critères généraux pour les Additifs alimentaires, dans le but d'établir une harmonisation des normes sur le plan international. Seuls les additifs évalués par le JECFA y sont inclus. (23)

Un colorant ne peut être autorisé que s'il satisfait aux conditions générales applicables à tous les additifs alimentaires ainsi qu'aux conditions spécifiques applicables à sa catégorie et qui sont détaillées ci-après : Pour être autorisé, un colorant doit répondre à un des objectifs suivants :

- Rétablir l'aspect initial des denrées alimentaires dont la couleur a été altérée par la transformation, le stockage, l'emballage et la distribution et dont l'attrait visuel se trouve ainsi diminué.
- Améliorer l'attractivité visuelle des denrées alimentaires.
- Colorer les denrées alimentaires normalement incolores.

En ce qui concerne l'étiquetage des colorants utilisés dans une denrée alimentaire, dans la liste d'ingrédients, le terme « colorant » doit précéder le nom ou le numéro E de chaque colorant utilisé. (34)

## **IV.2- En Algérie :**

Les colorants alimentaires ne sont pas régis par des lois propres à eux; la réglementation en vigueur traite tous les additifs regroupés. Cette réglementation est sous formes de décrets et d'articles publiés dans le journal officiel algérien.

La définition des additifs, les conditions de leurs emplois, leurs spécifications d'identités et de puretés ainsi que leurs étiquetage figurent dans le décret exécutif numéro 92-25 du 13 janvier 1992 relatif aux conditions et aux modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires (joint en annexe A) et le journal officiel numéro 30 du 16 mai 2012 (joint en annexe B).

Il existe un certain vide juridique en ce qui concerne la législation spécifique régissant les colorants alimentaires.

Selon l'article 4 du Décret exécutif n° 92-25 du 13 janvier 1992 relatif aux conditions et aux modalités

d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires mis en annexe A, l'additif alimentaire ne peut être employé que s'il répond aux tests d'évaluations toxicologiques appropriés, or ces derniers ne sont spécifiés nul part dans ce décret.

Les colorants alimentaires autorisés sont mentionnés ainsi que les catégories d'aliments dans lesquelles ils peuvent être incorporés et leurs doses limites maximales sont fixés dans des listes jointes en annexe C, D, E respectivement.

Après comparaison des deux listes des colorants alimentaires autorisées en journal officiel des communautés européennes « directive 94/36/CE » (21) et celui de la république algérienne n°31 du 5 mai 2002 (35) on observe :

Le nombre des colorants de la liste autorisée est différente, dans la liste CEE on compte 43 colorants par contre ceux d'Algérie c'est 40. Quelques colorants ont été autorisés en CEE (E128 Rouge 2G, E129 Rouge Allura AC, E154 Brun FK, E155 Brun HT, E150 « a, b, c, d ») mais retiré de la liste algérienne. Dans la liste algérienne d'autres colorants ont été autorisés (SIN 161c, 161d, 161 e, 161f) respectivement (Kryptoxanthine, Rubixanthine, Violoxanthine, Rhodoxanthine).

Concernant la liste exhaustive des colorants autorisés en Algérie (journal officiel Algérien numéro 30 du 16 mai 2012) et ceux autorisés en union européenne (journal officiel de l'union européenne mis en annexe F : RÈGLEMENT (UE) N° 1129/2011) (36) ; le nombre des colorants autorisés en Algérie est de 55, alors qu'en Union Européenne il est de 44 colorants.

Deux colorants sont autorisés en Algérie et interdits en UE : le rouge 2G (E128) et le vert solide (E143). Alors qu'il a été démontré que, dans le corps humain, le Rouge 2G se transforme en grande partie en une substance appelée aniline. Sur la base d'études conduites sur l'animal, le groupe scientifique EFSA a conclu que l'aniline devrait être considérée comme cancérigène.

La commission européenne a adopté le 20 juillet 2007 en réunion du comité permanent section sécurité toxicologique, un règlement interdisant l'utilisation du rouge 2G. Néanmoins les produits contenant du rouge 2G qui sont actuellement sur le marché peuvent être commercialisés jusqu'à la fin de leur date limite de consommation.

En ce qui concerne le vert solide, qui est aussi autorisé aux USA et au Canada ; il est interdit en UE car il est soupçonné d'être cancérigène et mutagène. De manière récurrente on suspecte une provocation ou amplification d'hyperactivité chez l'enfant. (56)

Il y'a un certain nombre de colorants qui sont autorisés en Algérie mais qu'on ne retrouve pas dans la liste européenne comme tels ; ils sont présents dans les deux listes, la molécule mère est la même mais ils peuvent être différents au niveau des substitutions ou de leurs origine par exemple:

- le SIN160a (i), le SIN160a (ii) et le SIN160 (iii) sont autorisés en Algérie les trois sont des bêta carotènes, ils sont juste différents au niveau de leurs origine le premier est synthétique, le deuxième est issu de légumes et le dernier est issu de *Blakeslea Trispora* ; alors qu'en union européenne ils autorisent le E160a qui est un caroténoïde sans préciser son origine ou les différences dans les substitutions

- le SIN 172(i) oxyde de fer noir, le SIN172 (ii) oxyde de fer rouge et le SIN172 (iii) oxyde de fer jaune, sont autorisés en Algérie alors qu'en union européenne il autorise le E172 sous la dénomination d'oxyde et hydroxyde de fer.

## **V. Techniques analytiques des colorants alimentaires**

Les produits alimentaires commercialisés contiennent de plus en plus de colorants alimentaires, afin de s'assurer de l'innocuité et la conformité de ces produits, les laboratoires de contrôle de qualité utilisent différentes méthodes de recherche, la chromatographie est une des méthodes les plus utilisées. Avant de procéder aux études quantitatives et qualitatives des colorants, une étape d'extraction à partir de produits alimentaires s'impose.

### **V.1- Méthode d'extraction des colorants alimentaires**

#### **V.1.1-Extraction par solvant assistée par micro-onde (MASE)**

Cette technique a d'abord été utilisée pour l'extraction de produits alimentaires (agrumes, plantes aromatiques, céréales ...). De nombreuses classes de composés tels que les arômes, les antioxydants, les colorants, les bio-phénols et autres métabolites secondaires et primaires ont été extraits de manière efficace, en termes de rapidité et de reproductibilité sur une large gamme de matrices. La technique a été brevetée en 1990 par l'équipe canadienne de Paré et al (45) et porte sur « l'extraction de produits naturels assistée par micro-ondes ». Dans tous les essais réalisés, le rendement et la composition des extraits obtenus par micro-ondes sont comparables avec ceux obtenus avec des méthodes classiques telles que le «Soxhlet», mais on note une réduction du temps d'extraction. Pour les colorants Les techniques utilisant l'énergie micro-ondes s'avèrent intéressantes pour surmonter la limitation des colorants naturels disponibles comme décrit dans le tableau.

Le lycopène a été utilisé comme colorant alimentaire pendant de nombreuses années mais les méthodes conventionnelles d'extraction accélèrent la décomposition du lycopène par oxydation. « Lianfu» et «Zelong » (40) ont décrit l'extraction du lycopène de la tomate avec des techniques d'extraction combinant les ultrasons et les micro-ondes (Ultrasound and Microwave Assisted Extraction ou UMAE) et ont comparé les résultats avec ceux obtenus par extraction assistée par ultrasons (UAE). Les résultats obtenus avec UAE sont de 89,4% en lycopène contre 97.4% avec UMAE. L'extraction combinant ultrasons et micro-ondes donne de meilleurs rendements sur des temps plus courts tout en consommant moins de solvant. De même, un rendement plus élevé en anthocyanes dans les framboises rouges a également été observé par «Sun» (54) dans des conditions optimales d'extraction assistée par micro ondes. Cette technique s'est avérée plus rapide, plus efficace, et permet d'extraire les différents types d'anthocyanes sans destruction de la structure chimique. (12)

**Tableau 08 : Conditions opératoires pour l'extraction de différents colorants**

<b>Matrice</b>	<b>Analyte</b>	<b>Technique</b>	<b>Conditions opératoires</b>
Peaux de raisins	Anthocyanes	MASE	P. atm : 500 W, 5 min, 40% de CH <sub>3</sub> OH/ H <sub>2</sub> O.
Framboises	Anthocyanes	MASE	P. atm : 366 W, 12 min, 95% EtOH.
Carthame	Carthame jaune	MASE	P. atm : 60 W, 4 min, 60% CH <sub>3</sub> OH.
Rhizomes de curcuma	Curcumine	MASE	P. atm : 140 W, 4 min.
Paprika	Caroténoïdes	MASE	P. atm : 50 W, 2 min.

### **V-1-2 Extraction par fixation sur la laine :**

Outre que l'on peut colorer facilement de la laine avec toute sorte de colorants, cette méthode peut être utilisée pour extraire des colorants alimentaires et les analyser par chromatographie sur couche mince (CCM) ensuite. Il ne serait pas possible de réaliser une CCM en partant directement de sirops, car ceux-ci contiennent beaucoup de sucre, et des arômes qui pourraient gêner la migration sur la plaque CCM. En réalisant d'abord l'étape de fixation sur la laine, puis un rinçage à l'eau, puis une dé-fixation, nous pouvons extraire et isoler les colorants, grâce à la laine. L'ammoniaque contenant les colorants ainsi séparés peut être traitée par un solvant organique non-miscible, en vue d'une CCM.

On distingue 3 types de fibres :

- Fibres animales (laine, soie...) : constituées essentiellement de protéines (les cheveux sont un peu à part, car protégés par des écailles de kératine).
- Fibres végétales (coton, lin, chanvre...) : essentiellement constituées de cellulose.
- Fibres synthétiques : souvent des polymères de familles très divers (polyesters, polyamides, polyéthylène, etc.). Les polymères sont colorés dès leur fabrication, en masse.

## **V.2-Analyse qualitative et quantitative**

### **V.2.1- Méthode Chromatographique**

La chromatographie est une méthode physique de séparation qui permet l'identification et le dosage des différents composés d'un mélange basée sur les différences d'affinités 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 leurs désorptions successives sur la phase stationnaire, soit de leur solubilité différente dans chaque phase.

On distingue quatre types de phénomènes:

- chromatographie d'adsorption
- chromatographie de partage
- chromatographie ionique
- chromatographie d'exclusion

Parmi les techniques chromatographiques, nous avons choisi pour l'analyse qualitative, la chromatographie sur couche mince qui reste une technique simple et facile à mettre en œuvre.



### **V.2.1.A- La chromatographie sur couche mince (CCM)**

C'est une méthode de séparation physico-chimique particulièrement indiquée pour la recherche analytique :

- Analyse de drogues en pharmacie
- Recherche toxicologique sur milieux biologiques après extraction
- Contrôle de pureté des matières premières et de produit fini
- Cinétique de réaction lors de synthèses de médicaments.

Cette technique chromatographique requiert peu de substances à analyser et un appareillage réduit aux travaux pratiques. Elle utilise un support poreux le long duquel une phase liquide entraîne irrégulièrement les divers constituants de l'extrait à analyser. (18)

### **V.2.1.B La Chromatographie sur papier :**

Tableau 9 : les solvants de migration utilisés pour la chromatographie sur papier

N°	Solvant (ml)	Observation
1	- Butanol 10	-Mauvaise séparation. - Temps de migration très long.
	- Eau 14	
	- Ammoniaque 1	
2	- Butanol 14	-Mauvaise séparation. -Temps de migration très long.
	- Ethanol 1	
	- Ammoniaque 4	
3	- Butanol 50	-Bonne séparation -Temps de migration 5 heures
	- Ethanol 10	
	- Eau 40	

### **V.3-Méthode spectrophotométrique :**

La spectrophotométrie est une technique d'analyse qualitative et quantitative, de substances absorbant un rayonnement électromagnétique de longueur d'onde comprise entre 300 et 900 nm avec le type d'appareil utilisé. Lorsqu'une substance absorbe dans le domaine du visible ( $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$ ), l'œil ne perçoit en regardant cette substance, que les radiations non absorbées, c'est pourquoi celle-ci apparaît colorée, de la couleur complémentaire à celle de la radiation absorbée.

### **V.4- Autres méthodes d'analyse de pureté des colorants alimentaires :**

#### **V.4.1-La recherche de métaux :**

La spectroscopie d'absorption atomique (SAA) : En chimie analytique, la spectrométrie d'absorption atomique (*Atomic absorption spectroscopy* en anglais ou AAS) est une technique servant à déterminer la concentration de certains métaux dans un échantillon. En 2010, elle peut servir à mesurer la concentration de plus de 60 métaux différents en solution. Elle fait partie des méthodes classiques d'analyse en chimie analytique. Basée sur des méthodes optiques, elle conduit aussi bien à des résultats qualitatifs qu'à des données quantitatives. L'absorption est utilisée généralement pour faire un dosage, l'élément est connu, on détermine une concentration. (38) (53)

#### **V.4.2- La recherche des impuretés:**

- **Chromatographie en phase liquide à détecteur de masse :** La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (en anglais Gas chromatography-mass spectrometry ou GC-MS) est une technique d'analyse qui combine les performances de la chromatographie en phase gazeuse, pour la séparation des composés d'un échantillon, et de la spectrométrie de masse, pour la détection et l'identification des composés en fonction de leur rapport masse/charge. Cette technique permet d'identifier et/ou de quantifier précisément de nombreuses substances présentes en très petites quantités, voire en traces. Les applications de la GC-MS comprennent le dosage de médicaments ou de stupéfiants, l'analyse environnementale, la médecine légale et l'identification de toutes substances inconnues même sous forme de traces. La GC-MS est d'ailleurs présentée comme étant le « gold standard » des analyses en médecine légale.

**Exemple :** Extraction, identification et dosage des colorants alimentaires dans un sirop de menthe. Colorants recherchés : tartrazine E102 et bleu patente E131.

# Chapitre II: Étude Expérimentale

# I. METHODES D'ANALYSES DES COLORANTS

## I.1 - Aspect épidémiologique et réglementaire :

Afin de vérifier le respect, la conformité et l'étiquetage donné par les instructions suivant la réglementation en vigueur des colorants ainsi que les différents aliments. Une sortie sur le terrain a été effectuée dans des superettes, et des échantillons de différents produits alimentaires à base de colorant ont été recensés il en est de même pour les colorants alimentaires. Ces différentes études ont été répertoriées selon les tableaux (12 ; 13)

### I-1.1- Inventaire des colorants :

On a recueilli 25 colorants (6 liquides et 19 poudres) tableau (12)

**TABLEAU 10 : ÉCHANTILLONNAGES DES COLORANTS**

Colorants	Aspect	Fabriquant / Origine	Codification
Vert L1	Liquide	Global arome (Algérie)	SIN102+SIN133
Bleu L2	Liquide	Global arome (Algérie)	SIN131
Rouge L3	Liquide	ETS Kenzi (Algérie)	
Rose L4	Liquide	Global arome (Algérie)	SIN127
Jaune L5	Liquide	Global arome (Algérie)	SIN102
Violet L6	Liquide	Produit Tarek (Algérie)	/
Rose 1 P1	Poudre	ETS aromec (Algérie)	/
Orange P2	Poudre	Conditionnement Akram (Algérie)	/
Jaune 1 P3	Poudre	ETS Imed Eddine (Algérie)	/
Vert pistache P4	Poudre	ETS Imed Eddine (Algérie)	/
Vert 1 P5	Poudre	ETS Imed Eddine (Algérie)	/
Bleu clair P6	Poudre	ETS Diaa Eddine (Algérie)	/
Bleu foncé P7	Poudre	Conditionnement Adel (Algérie)	/
Violet P8	Poudre	ETS Imed Eddine (Algérie)	/

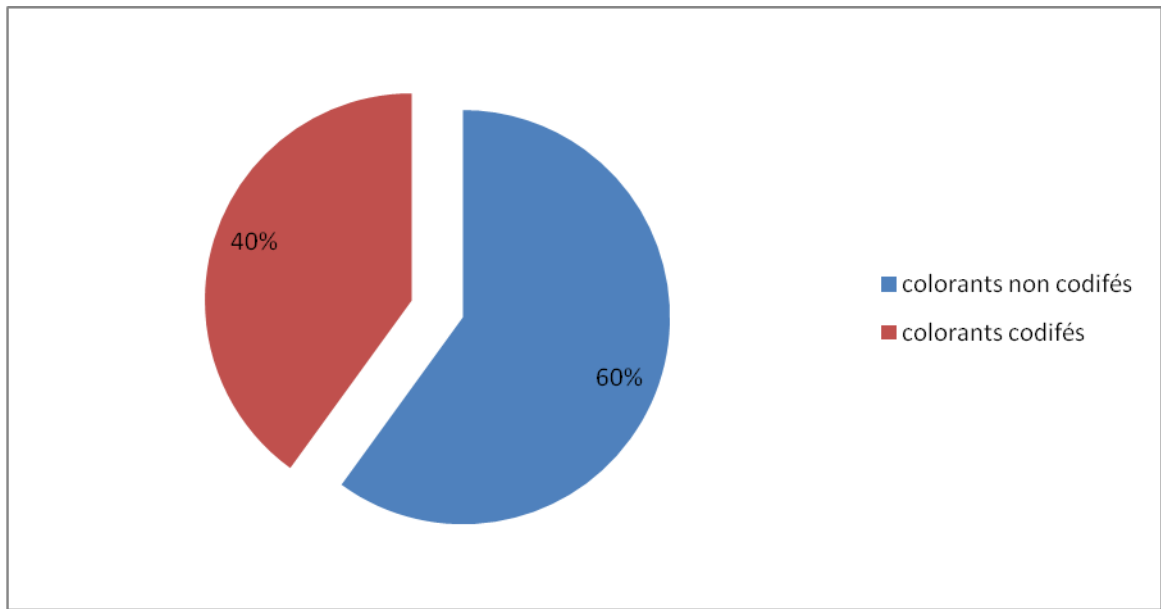
Rouge	P9	Poudre	ETS Imed Eddine (Algérie)	/
Vert menthe	P10	Poudre	Fructa (Tunisie)	Sin 104 ; Sin 132
Bleu brillant	P11	Poudre	Fructa (Tunisie)	Sin 133
Rouge fraise	P12	Poudre	Fructa (Tunisie)	Sin 124
Rouge rose	P13	Poudre	Fatehbahaa (Algérie)	/
Marron	P14	Poudre	Dyaaedin (Algérie)	/
Bleu	P15	Poudre	Akram (Algérie)	/
Jaune 2	P16	Poudre	Akram (Algérie)	Sin 102
Rose 2	P17	Poudre	Akram (Algérie)	Sin 124
Jaune 3	P18	Poudre	Fatehbahaa (Algérie)	Sin 102
Vert 2	P19	Poudre	/	/

**Tableau 11** : Les différents colorants codifiés et non codifiés

Colorants codifiés	10
Colorants non codifiés	15

On constate que plus de la moitié des colorants commercialisés ne rependent pas a la réglementation (non codifiés sont 15/25 échantillons) figure (21).

**Résultat :**



**Figure 22** : les colorants codifiés et non codifiés

## I.1.2- Inventaire des aliments :

On a récupéré 65 échantillons de différent point de vente commercial (tableau 14)

Tableau 12 : Répartition de l'échantillonnage des denrées alimentaires

Aliments	Marque	Origine	Code
Beure	Fleurial	N	Sin 160a (iii)
	La belle	N	Sin 160a (i)
	Sol	N	Sin 160 (ai)
	Star	N	Sin 160a
Fromage	Safilait	N	0
	Le chef	N	Sin 160a
	Florka	N	Sin 160a ii
Lait	Milkos	N	0
	Obéi	N	Sin 120
Flan en poudre	El asfour	N	E102 ; E142 ; E124
	Nouara	N	Fraise : sin 124
chocolat	Macera	E	E 162
	Pepsi	N	Sin 150d
	Miranda	N	Sin 150d
	Redbull	E	Caramel naturel Riboflavine synthétique
	Freez	E	0
	Bbi	N	Sin 102
	Hammoud boualam	N	Sin 102 / sin 124 ; sin

Boisson gazeuse	(slim)		122 ; sin 150d
	Mazaia citron	N	Sin 104 ; sin 102
	Mozaia grenadine	N	Sin 124 ; sin 122
	Bitter	N	Sin 122 ; sin 110 sin 124 ; Sin 151
	Oasis	E	0
	Ngaous	N	0

Jus	Bonjos	N	Sin 102; Sin 110
	Nakhla	N	Sin 125
Jus	Rami	N	E 124
	masafi	N	0
	Clémentine	N	0
	Touja sanguine	N	0
	Ifuit	N	Carotène
	Rani	N	Sin 160a ; beta carotènes
	Jufré	N	0
	Hammoud cassis	N	0
	Vitamine drink	N	0
	Fruiss (menthe)	E	Sin 102 ; sin 131
	Cassis mure	N	0
	Fruisse sirop	E	E 124 ; E 122
Aromalyse	E	0	

Sucette a glacé	Flache freez / Sami	N	Sin 124 ; sin 102 ; sin 104 ; sin 110
Yaourt	Panna cotta	E	0
	Soummam bnina	N	0
	Soummam tarte aux fruits	N	Sin 124 ; sin 160a (ii)
	Danone (danao)	N	Sin 160a (i)
	Frocta	E	E150
Préparation pour glace	Novarino	N	Sin 141
Boisson instantanée	Amila	N	Sin 104/Sin 150d/ Sin 110/Sin 171
Sauce tomate	Jumbo	N	Carotène
Cachir	Mechal (viande)	N	Rouge: sin129/160c/150c Blanche: sin 150c
Bonbon	Fruttino	E	Sin 103 ; béta carotène
	Haribo peaches	E	0
	Jellopy	E	Tartrazine, sunseblue caramel
	Mini	E	Chlorophylle
	Tini Jelly teeth	N	Sin 171
	Tini Jelly cola	N	Sin 100 ; sin 133 ; sin 150d
	Erko mallouiplus	N	Sin 129
	Fontala	N	Sin 124
	Amiral	N	Sin 102



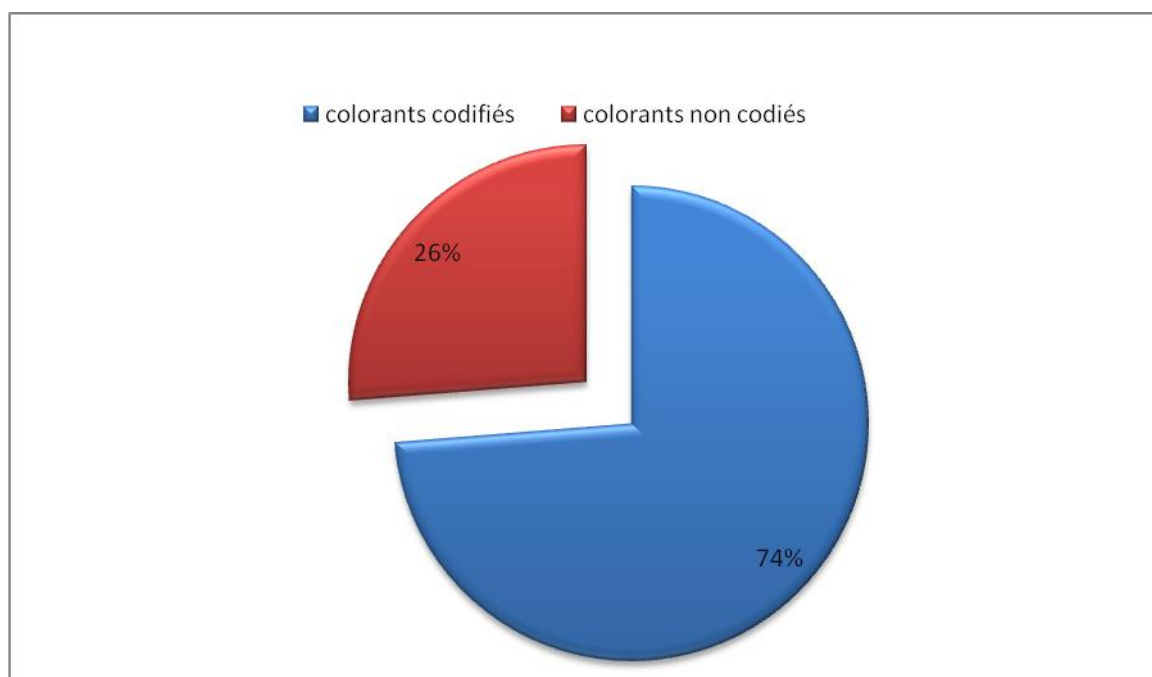
Gâteaux et biscuits	Gaufrette bimo	N	Colorant alimentaire
	Gaufrette lu	N	0
	Madeleine fraise	N	Sin150d ; sin 120
Cubes (sauces)	Jumbo	N	Sin 150d
Levure chimique	Nouara	N	Sin 124
Chips	Doritos	E	Sin 160c
	Chetoos	E	Sin 160c
	Nakhla	N	Sin 125

**Remarque:**

- Le “0” fait référence à des aliments sans codification
- N = nationale
- E= étrangère

**Tableau 13 : Les aliments codifiés et non codifiés**

Aliments codifiés	48
Aliments non codifiés	17



**Figure 23 : Aliments codifiés et non codifiés**

- ❖ On a constaté que plus de la moitié des aliments répondent à la réglementation (codifiés sont 48/65 échantillons soit 74%). Alors que le 17/65 des échantillons ils ne sont pas conforme (non codifiés 26%) Figure (22)

Tableau 14: Différents types de codification d'aliments

Aliments codifiés	
SIN	37
E	5
Nom du colorant	6

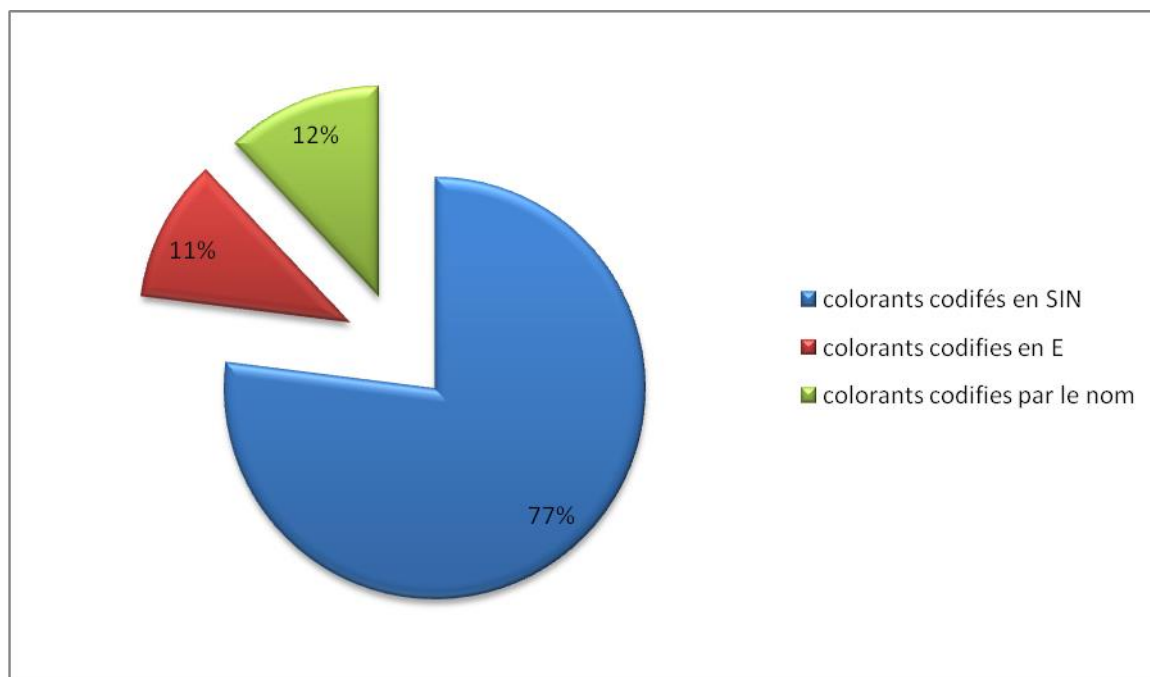


Figure 24: Les différents types de codification des aliments

- ❖ On constate que plus de 2/3 des échantillons est codifiés 48 / 65 échantillons soit 74% la codification n'est pas normalisée selon la figure (23) on constate que :
  - 37 échantillons sont codifiés selon le système international (sin) soit 77%
  - 05 échantillons sont codifiés selon le système européen (E) soit 11%
  - 06 échantillons sont codifiés selon le nom du colorants soit de 10%

On a procédé a une étude de la codification de notre échantillonnage selon l'origine (national et étrangère) on a obtenu la répartition selon le tableau(17).

Tableau 15: Répartition du type de codification selon l'origine

National	Sin	33
	E	2
	0	12
	Nom du colorant	3
Étrangère	Sin	4
	E	3
	0	5
	Nom du colorant	3

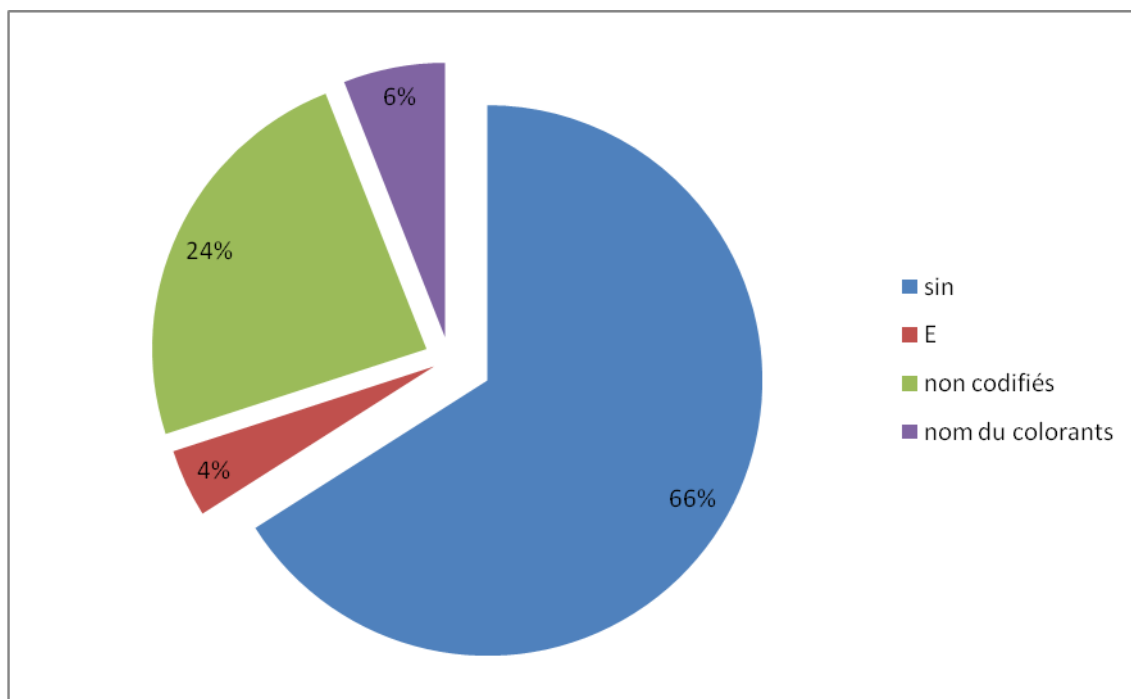
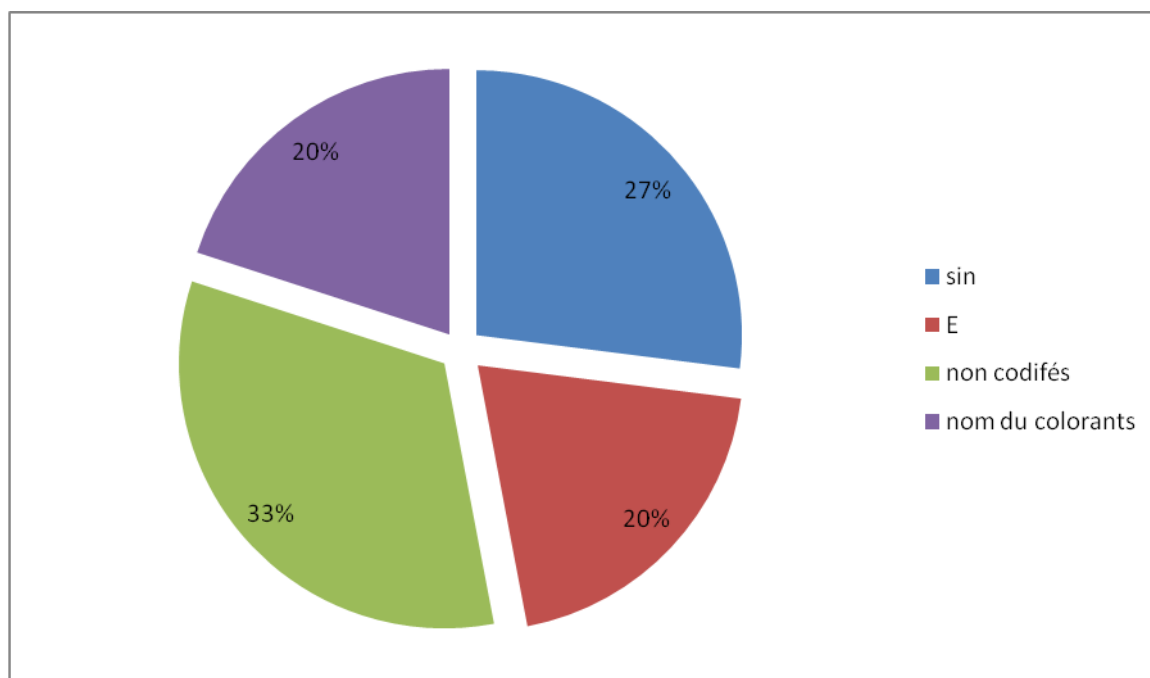


Figure 25: Répartition du type de codification nationale



**Figure 26 : Répartition du type de codification étrangère**

✚ On constate que seul 66% de notre échantillonnage répond aux critères de la réglementation national figure(24). Alors que seul 47% des produits d'importation ne sont codifiés selon leurs réglementations. Figure (25)

## **I.2- Aspect analytique des colorants :**

Dans ce chapitre, nous exposons les colorants, les réactifs et le matériel utilisé, ainsi que les méthodes expérimentales et analytiques pour la préparation de différentes solutions utilisées pour l'identification des colorants par les méthodes (chromatographie, le spectrophotomètre, et l'extraction des colorants par la méthode de mouchet de laine ainsi que les différents tests de puretés).

### **I.2.1- Préparation des solutions aqueuses**

#### **I.2.1. A- Appareillage et Matériel :**

##### ➤ Appareillages :

- Bain mari
- Plaque chauffante
- Spectrophotomètre UV- visible (300 - 800 nm)
- Cuve pour la lecture de spectre (en verre pour la lecture dans le visible, en quartz pour la lecture dans l'UV).
- Balance analytique

➤ **Matériels :**

- Tubes à essai
- Becher de 250 ml
- fiole de 100 ml
- Éprouvette
- Creuset en porcelaine
- Papier ph
- Pipette en verre de 5 ml et 1 ml
- Cuve pour chromatographie
- plaque en verre de silice et cellulose
- Micropipette à 1ml.
- Mouchet de laine (03 pour chaque échantillon).

➤ **Réactifs :**

- Les échantillons à analyser
- Acide acétique
- Solution ammoniacale
- Acide nitrique concentré
- Acide sulfurique concentré
- Acide chlorhydrique concentré
- La soude à 40%
- Solution réductrice d'acide ascorbique à 1g/l
- Solution aqueuse standard du chaque colorant à 0.1%

**I.2.1.B MODE OPERATOIRE :**

Pour préparer les différents solutions colorées on a fait dissoudre dans une séries de tubes à essai numéroté de

- L1 à L6 (L fait référence au colorant liquide dissous dans l'eau distillée)
- L'1 à L'6 (L' fait référence au colorant liquide dissous dans l'éthanol)
  - \* 1 ml de colorant à analyser dans 100 ml d'eau distillée
  - \* 2.5 ml de colorant dans 25 ml d'éthanol
- P1 à P19 (P fait référence au colorant en poudre dissous dans l'eau)
- P' 1 à P '19 (P ' fait référence au colorant en poudre dissous dans l'éthanol).

\* 0.1g de colorants dans 100 ml d'eau distillée.

\* 0.025 de colorants dans 25ml d'éthanol.

-Verser le colorant qui dans une fiole à (100ml ; 25ml) puis compléter avec de l'eau distillée / éthanol a l'aide d'un entonnoir jusqu'au trait de jauge.

Le mélange obtenu a été homogénéisé par agitation.

## I.3-ÉTUDE PHYSICO-CHIMIQUE :

### I.3.1- Test de stabilité :

- Méthode décrite par GAUTIER et al en 1964. (26)

- Méthode n'est pas spécifique

- But :

- Soumission à l'action des acides et bases concentrés (pour voir le changement de couleur dus au pH du milieu et aussi pour différencier entre les colorants voisins).
- Soumission à l'action des solutions oxydantes /réductrices (pour déterminer les possibilités destructrices de certains composés sur les colorants.

#### ➤ **Mode opératoire :**

Dans une série des tubes à essai (6tubes) pour chaque échantillon de colorant dissous dans l'eau distillée (solution : L1-L6 et P1 –P19)

Mettre 5 ml de la solution standard à 0.1%

- Observer la variation de couleur après 2 minutes
- Répéter l'opération pour les autres colorant à étudiés
- Mettre les résultats dans un tableau
  - Noter la variation du couleur en fonction de PH (1/2 acide ou alcalin)
  - Noter l'action oxydante et réductrice
  - Noter la stabilité des colorants dans ces milieux.

**Tableau 16 : Test de stabilité des colorants liquides et poudres**

Tubes		01	02	03	04	05	06
<b>Colorants liquides</b>	Aspect initial au ½ aqueux	Acide Acétique 1ml	Acide Nitrique 1ml	Acide Sulfurique 1ml	Ac Chlorhydrique 1ml	La soude 1ml	Acide ascorbique
<b>L1</b>	Vert	X	Vert jaune	Jaune marron	Vert pistache+ dégagement de chaleur	X	X
<b>L2</b>	Bleu	Vert	Jaune	Jaune + chaleur	Jaune	X	X
<b>L3</b>	Rouge	X	X	X Chaleur	X	Marron	X
<b>L4</b>	Rose	X	Rose foncé	X Chaleur	X	Rose foncé	X
<b>L5</b>	Jaune	X	X	X Chaleur	X	Jaune légèrement Foncé.	X
<b>L6</b>	Violet	X	Rose	Rose Chaleur	Rose	Mauve très clair	X

Colorants poudres	Aspect initial au ½ aqueux	Acide Acétique 1ml	Acide Nitrique 1ml	Acide Sulfurique 1ml	Acide Chlorhydrique 1ml	Na OH 1ml	Acide ascorbique
<b>P1</b>	Rose 1	transparent	Transparent	transparent	Transparent	X	X
<b>P2</b>	Orange	X	X	X chaleur	X	X	X
<b>P3</b>	Jaune 1	X	X	X chaleur	X	Jaune claire	X
<b>P4</b>	Vert pistache	Vert clair+ Précipité vert pistache	Légèrement Claire	Légèrement claire chaleur	Légèrement Claire	Vert claire	X

<b>P5</b>	Vert 1	X	Jaune	Jaune chaleur	Jaune	Vert d'eau	Vert d'eau
<b>P6</b>	Bleu clair	Vert d'eau	Jaune très Claire	Jaune très clair chaleur	Jaune très clair	X	X
<b>P7</b>	Bleu foncé	Vert foncé	Jaune	Jaune chaleur	Jaune	X	X
<b>P8</b>	Violet	Bleu+ Précipité violet	Saumon+ précipité Violet	Saumon Chaleur	Saumon + Précipité Rose	Bleu ciel	Bleu + Précipité Violet
<b>P9</b>	Rouge	X	X	X + chaleur	X	Rose marron	X
<b>P10</b>	Vert menthe	Vert	Jaune Claire	Vert Claire chaleur	Vert foncé	Jaune moutarde	Vert
<b>P11</b>	Bleu brillant	Bleu	Vert militaire	Jaune foncé chaleur	Vert Claire	Bleu	Bleu
<b>P12</b>	Rouge fraise	Rouge	Rouge	Rouge chaleur	Rouge	Marron	Rouge
<b>P13</b>	Rouge rose	Rose	Rose	Rose chaleur	Rose	Marron très Clair	Rose
<b>P14</b>	Marron	Marron	Marron	Marron chaleur	Marron	Violé	Marron
<b>P15</b>	Bleu	Jaune très claire	Jaune très Claire	Jaune chaleur très Claire	Bleu claire	Bleu Claire	Bleu Claire
<b>P16</b>	Jaune 2	Jaune	Jaune	Jaune chaleur	Jaune	Jaune	Jaune
<b>P17</b>	Rose 2	Rose	Rose	Rose chaleur	Rose	Rose très Claire	Rose
<b>P18</b>	Jaune3	Jaune	Jaune	Jaune chaleur	Jaune	Jaune	Jaune
<b>P19</b>	Vert 2	Orange foncé	Orange Claire	Orange claire chaleur	Orange foncé	Bleu foncé	Vert marron



## Remarque :

✚ « X » fait référence à aucun changement de couleur.

✚ Selon le tableau N° 18 : On constate que :

- Certains colorants n'ont pas changé de couleurs malgré les changements du pH du milieu tel que le colorants N° 8 et 10
- Certains colorants ont juste montré des changements de couleurs dans le milieu qui contient le NAOH comme les colorants N° 3, 4, 5, 6 et 9
- les colorants N° 1, 2, 7, 11 ont montré des changements de couleurs selon le changement du pH du milieu

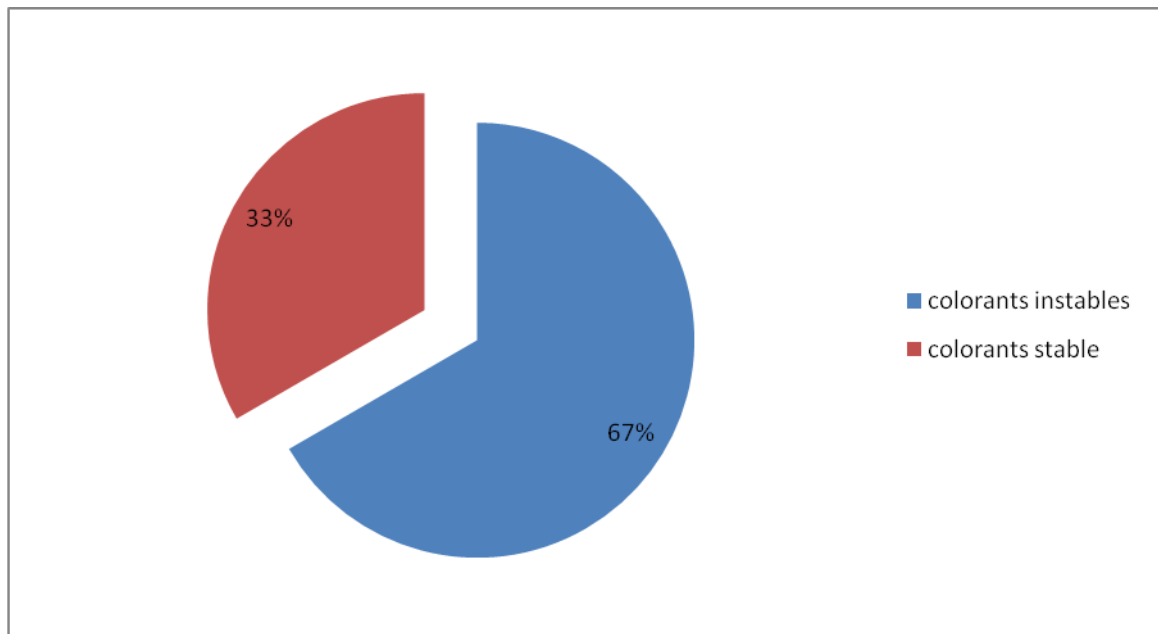


Figure 27 : Pourcentage de stabilités des colorants liquides

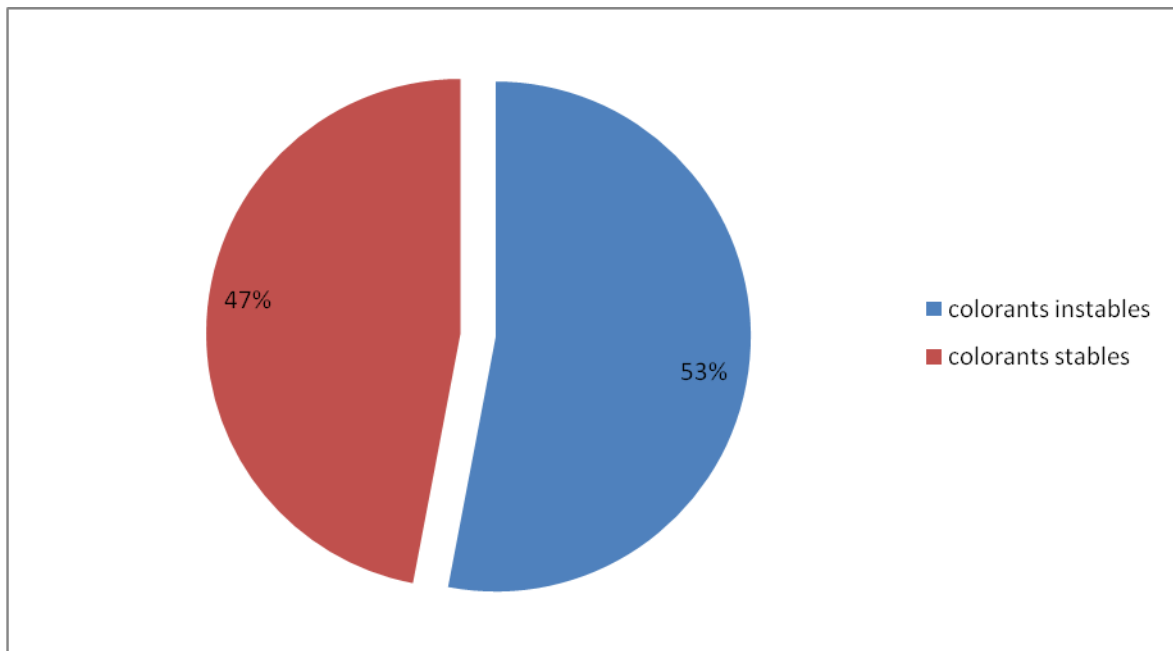


Figure 28 : Pourcentage de stabilité des colorants en poudres

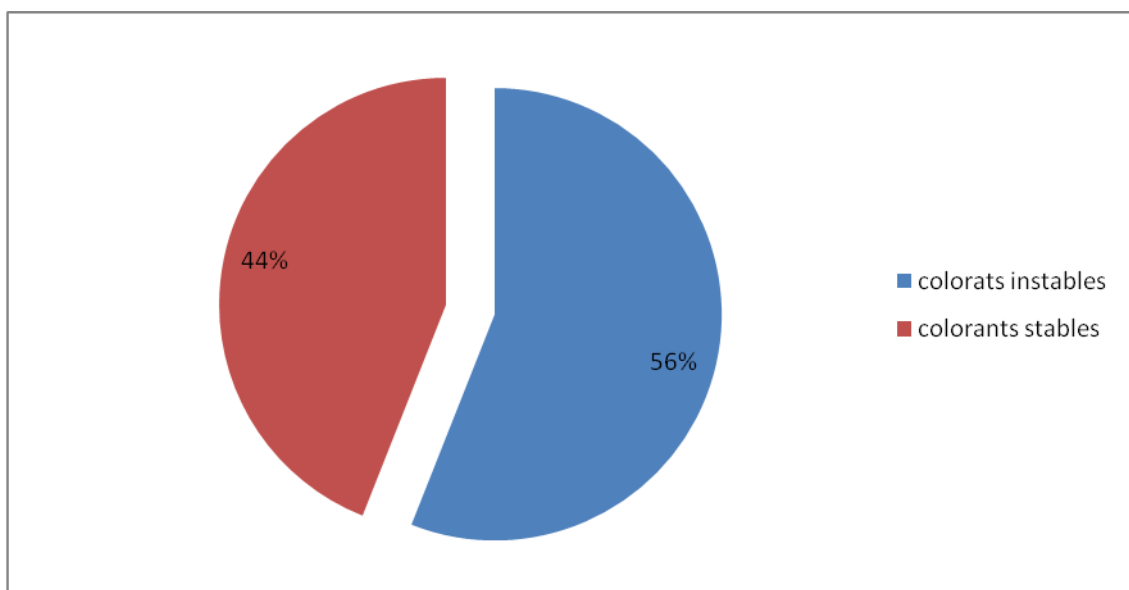


Figure 29 : Pourcentages de stabilité des colorants liquides et en poudres

- Le test de stabilité a révélé que 67% des colorants de nature liquide sont instables figure (26)
- Alors que 53% des colorants de nature solide sont instables figure (27)
- Ce test a révélé que 56% des colorants commercialisés sont instables donc non conforme à la commercialisation figure (28).

## I.4-Méthode Spectrophotométrique :

### ✓ Mode opératoire

- Pour les différents solutions préparées dissous dans l'eau distillée, la mesure de  $\lambda_{\max}$  a été faite avec des solutions de concentrations (0.1g/100ml) et (0.025g/25ml)
- Verser les solutions dans la cuve de lecture et les analyser au spectrophotomètre à différentes longueurs d'onde (entre 300et 800nm).

### ✓ Résultats :

Les résultats obtenus sont présentés respectivement sur les différentes figures qui suivent :

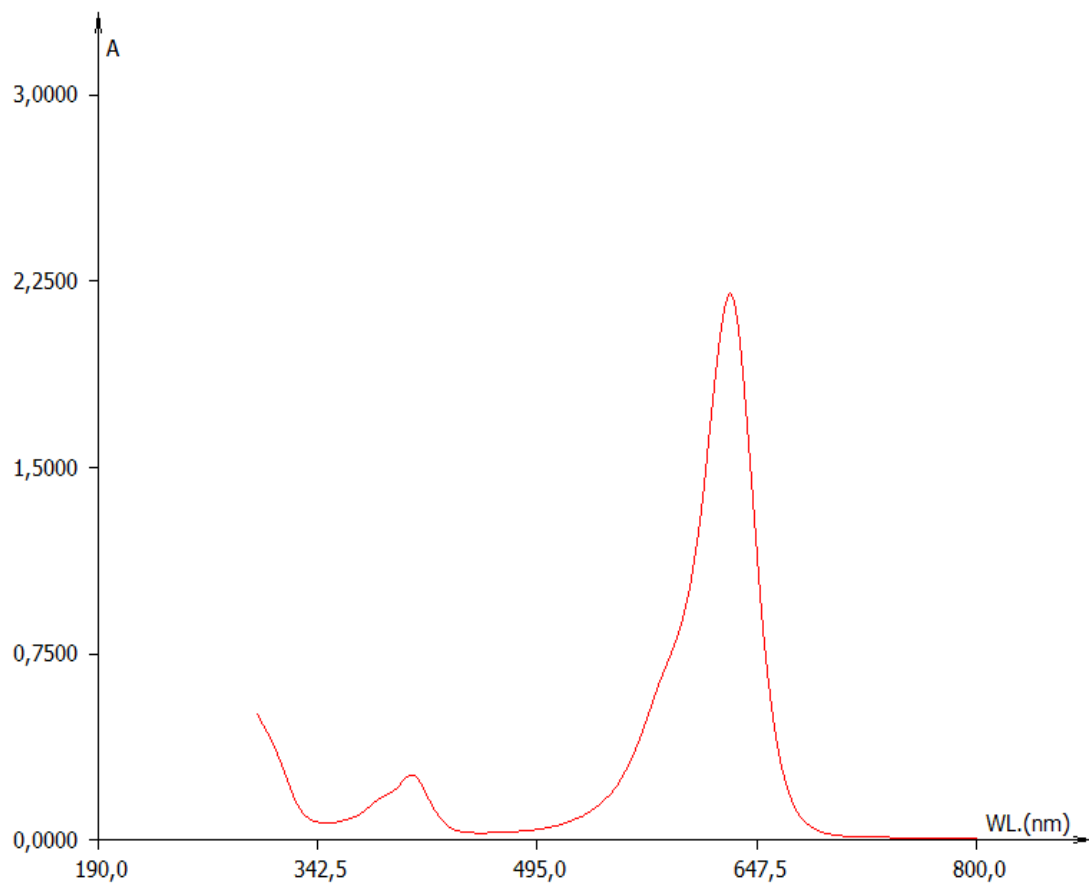


Figure 30: Spectre de l'échantillon P 11 Bleu (bleu brillant. SIN 133)

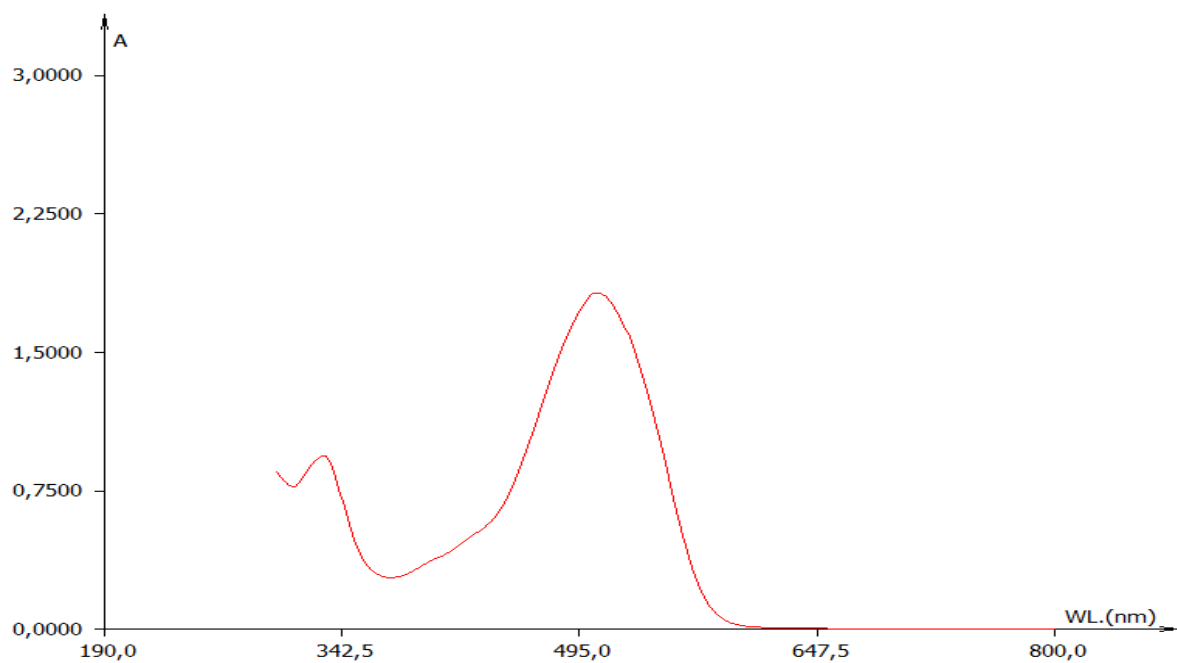


Figure 31 : Spectre de l'échantillon P12 : Rouge fraise (Rouge de cochenille SIN 124)

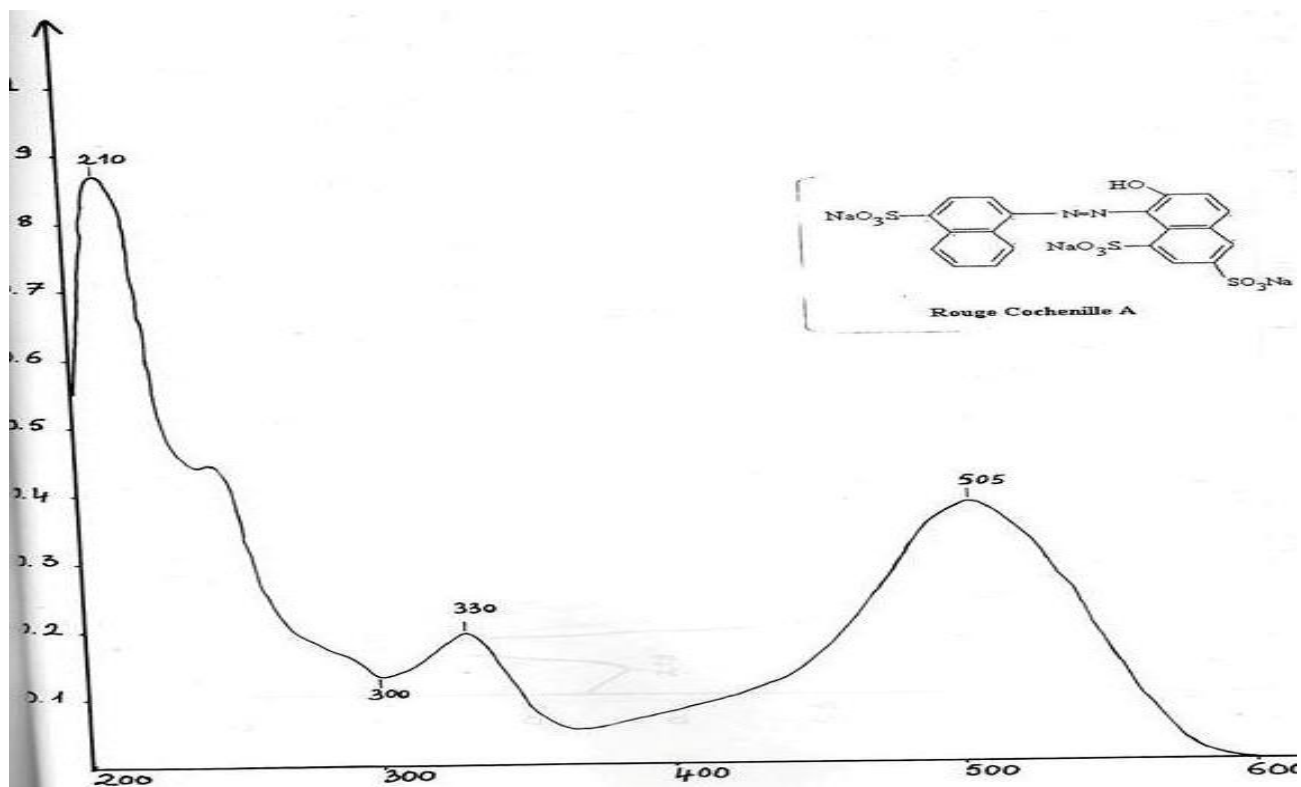


Figure 32 : Spectre U.V-visible du rouge de cochenille E 124 de référence

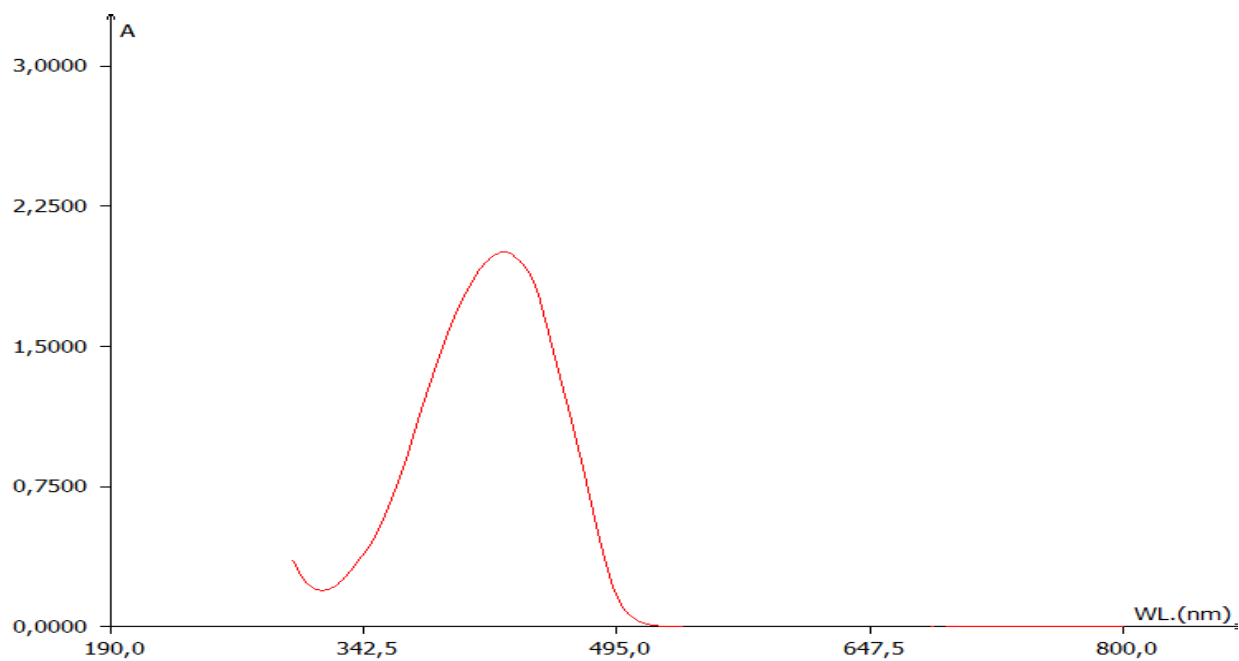


Figure 33 : Spectre de l'échantillon P16 jaune (Tartrazine E102)

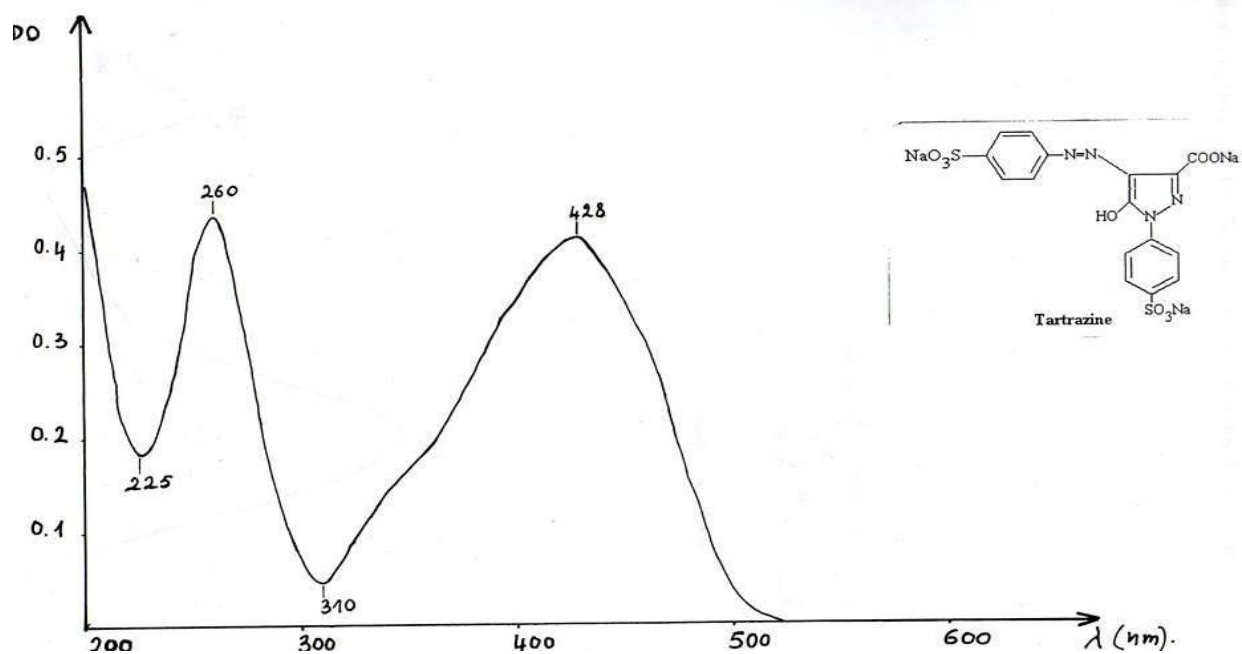


Figure 34 : Spectre U.V-Visible de la tartrazine E 102 de référence

- ❖ On constate après comparaison des spectres des colorants de référence figures (31 ; 33) avec les colorants de notre études figures (30 ; 32) que ces derniers ne sont pas conformes.

## I.5- Détermination de la pureté par spectrophotomètre :

### ✓ Principe :

La méthode est basée sur l'absorption d'une radiation électromagnétique transportant une certaine énergie provoquant une modification simultanée des énergies électroniques de vibration et de rotation

### ✓ Mode opératoire :

- Mettre la solution à préparer dans une cuve de lecture et analyser à longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption de colorant au spectrophotomètre dans le visible
- Déterminer la densité optique (DO)
- Appliquer l'équation suivante pour calculer le % de pureté de colorant

$$P = \frac{DO}{a} * \frac{V}{PE} * 100$$

- ✓ **P** : Pourcentage en colorant pur
  - ✓ **DO** : Densité optique de l'échantillon à la longueur d'onde maximale (l'absorbance)
  - ✓ **a** : Coefficient d'extinction spécifique ( $E_{1cm}$ )
  - ✓ **V** : Volume de dilution
  - ✓ **PE** : Prise d'essai
- 
- Les résultats obtenus sont noté dans le tableau suivant (tableau 19)

**Tableau 17 : résultats de l'étude spectrophotométrique**

Colorant		Coefficient d'extinction spécifique (E1 cm)	Longueur d'onde maximale (nm)	L'absorbance	Pourcentage en colorant pur (%)
L1	Vert	/	629	0.621	/
L2	Bleu	208.9	637	0,919	4.39
L3	Rouge	113.0	506	0.586	5.18
L4	rose)	113.0	524	0.851	7.53
L5	Jaune	53.7	462	1.033	19.23
L6	Violet	/	629	0,041	/
P1	rose1	113.0	528	0.020	0.17
P2	Orange	56.4	427	0.511	9.06
P3	jaune1	53.7	426	0.119	2.22
P4	vert pistache	/	632	0.008	/
P5	vert 1	/	629	0.126	/
P6	bleu clair	208.9	637	0.176	0.84
P7	bleu foncé	208.9	637	0.764	3.65
P8	Violet	/	629	0.219	/
P9	Rouge	44.3	507	0.103	2,32
P10	vert menthe	/	612	0.447	/
P11	bleu brillant	/	629	0.531	
P12	rouge fraise	44.3	507	0.471	10,63
P13	rouge rose	59.0	514	0.078	1,32
P14	Marron	/	461	/	/

P15	Bleu	208.9	629	0.362	1,73
P16	jaune 2	53.7	426	0.343	6.38
P17	rose2	44.3	507	0.161	3.63
P18	jaune3	53.7	427	0.430	53.7
P19	vert 2	/	616	0.703	/

✚ Ce test est réalisé uniquement pour les colorants monochromes car le calcul nécessite le coefficient propre à chaque colorant, ce qui a révélé que sur 19 colorants le coefficient de pureté est inférieur à 60% donc non conforme.

## I.6- Méthode chromatographique :

Suivant la nature de l'adsorbant (cellulose, gel de silice ou alumine), la séparation des colorants est liée à des phénomènes d'adsorption et de partage avec prédominance du phénomène d'adsorption.

Cependant, avant la mise au point de la séparation et de l'identification des colorants incorporés aux produits alimentaires, il est nécessaire de réaliser des séries de chromatographie sur colorants de référence avec des solvants de développement de polarité différente afin de sélectionner celui de ces solvants qui permet les meilleures séparation

Tableau 18 : Les solvants de migration utilisés pour la C.C.M

N°	Solvants (ml)	Auteurs	Observations
01	-Isopropanol 80 -Ammoniaque 10 -Eau distillée 10		-Mauvaise séparation. -Dégradation de l'indigotine. -Rouge cochenille A reste au dépôt.
02	-Butanol 40 -Ethyle-méthyle cétone 20 -Eau 20 -Ammoniaque 10		-Mauvaise séparation entre le rouge cochenille A et la Tartrazine.
03	-Butanol 50 -Ethanol 25 -Eau 25	J.O.R.F (1967) MACEK (1972)	-Migration rapide jusqu'au front du solvant de tous les colorants
04	- Eau 85 -Ethanol 10	J.O.R.F (1967)	- Migration rapide jusqu'au front du solvant de tous les colorants



	-Ammoniaque 5		
05	-Acétate d'éthyle 60 -Méthanol 30 -Eau 5 -Ammoniaque 5	J.O.R.F (1967)	-Mauvaise séparation. -Dégradation de l'indigotine.
06	-Butanol 50 -Ethanol 25 -eau 25 -Ammoniaque 10 -Acétate d'éthyle 2	Pharmacopée Française (1986)	-Mauvaise séparation. -Apparition de trainées, avec dégradation de l'indigotine. -Solvant modifié.
07	-Butanol 10 -Eau 5 -Acide acétique 10	HAYES et al (1972) GETZ (1980)	-Mauvaise séparation. -Apparition de trainées et disparition des couleurs, jaune et rouge.
08	-Acétate d'éthyle 50 -Méthanol 15 -Ammoniaque 10	GETZ (1980) MACEK (1972)	-Mauvaise séparation. -Colorants migrent au même Rf avec jaune orangé S et orangé restés au dépôt.
09	-Acétate d'éthyle 20 -Butanol 55 -Ammoniaque 25	MECEK (1972)	-Mauvaise séparation. -Jaune orangé S et orangé restés au dépôt.
10	-Butanol 50 -Ethanol 25 -Eau 25 -Ammoniaque 10	Pharmacopée Française (1986)	-Assez bonne séparation, mais les spots sont rapprochés.
11	- Butanol 48 -Ethanol 10.5 -Eau 21 -Ammoniaque 1		-Assez bonne séparation, mais les spots sont rapprochés. -Solvant modifié.
12	- Butanol 48 -Ethanol 11.5 -Eau 22 -Ammoniaque 1		-Bonne séparation. -Spots ronds et nets. -Temps de migration 2 heures. -Solvant modifié.

➦ Après observation du tableau (20), nous remarquons que la phase éluant N° 10 a donné la meilleure séparation des colorants de références par rapport aux différents solvants organiques testés.

Cette phase, après plusieurs modifications des concentrations a conduit au mélange du solvant N° 12.

Il faut noter aussi :

- Les meilleures séparations sont obtenus sur les plaques de cellulose ou les spots étaient petits et ronds ; d'où utilisation de ces dernières pour toute l'analyse qualitative.
- Parmi les techniques chromatographiques, nous avons choisi pour l'analyse qualitative, la chromatographie sur couche mince qui reste une technique simple et facile à mettre en œuvre.

#### ✓ **Mode opératoire :**

- Sur une fine couche de cellulose (phase stationnaire) déposée sur un support. La solution alcoolique à étudier est posée à l'aide d'une micropipette à environ 1 cm du bord puis 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 et laissée 2 heures.
- retirer la plaque quand le solvant a parcouru une distance de 10 cm.
- Sécher à l'air et procéder à l'identification.

La lecture directe des plaques de chromatographe sur couche mince a donné lieu à des résultats suivants figures (34, 35) :

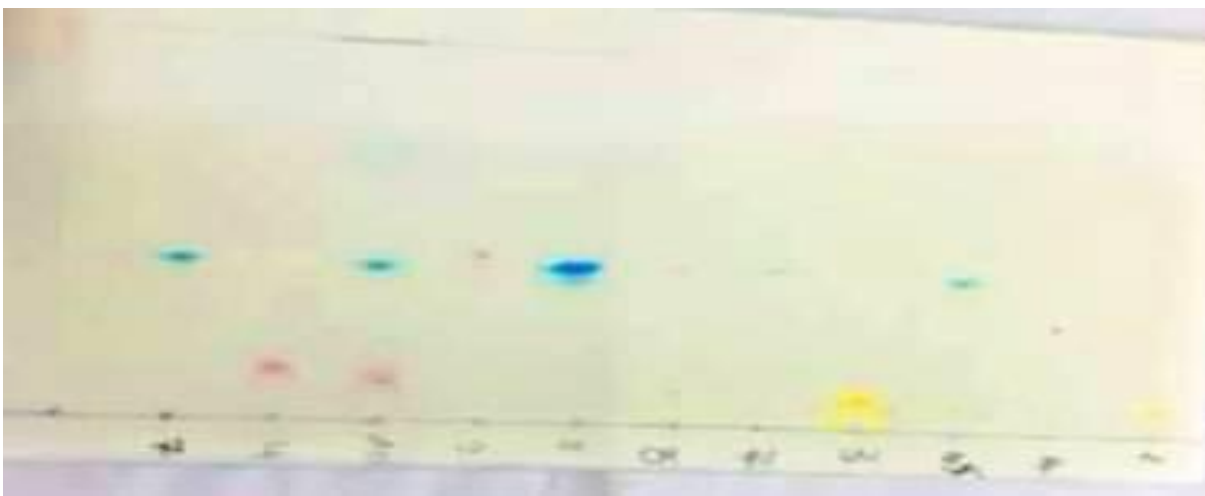


Figure 35 : Chromatographie de la migration des colorants en poudre



Figure 36: Chromatographie de la migration des colorants liquides.

- Après la procédure d'identification des colorants, on détermine le rapport frontal « Rf » étant le rapport entre la distance parcourue par le soluté divisé par la distance parcourue par le front du solvant. Tableau (21).

➤ **-Résultats :**

La distance parcourue par le solvant est de 8cm

Tableau 19 : Distance parcourue par le soluté et leur Rf

N° du colorant	Couleur de la solution avant migration	Tache sur la plaque après migration (respectivement)	Distance parcouru par le soluté (cm)	RAPPORT FRONTAL (Rf)
L1	Vert	Jaune	0.6	0.075
	Polychrome	Bleu	3.2	0.4
L2	Bleu	Bleu	3.3	0.4125
L3	Rouge Monochrome	Rouge clair	1.3	0.1625
L4	Rose	Rose foncé	0.9	0.1125
L5	Jaune Monochrome	Jaune	0.7	0.0875
L6	Violet	Bleu	4	0.5
		Rose	0.8	0.1
P1	rose1	Rose clair	3.5	0.4375
P2	Orange	Jaune	0.7	0.0875
P3	jaune1	Jaune	0.8	0.1
P4	vert pistache	Bleu clair	3.3	0.4125

P5	vert 1	Jaune	0.6	0.075
	polychrome	Bleu	3.3	0.4125
P6	bleu clair	Bleu	3.2	0.4
P7	bleu foncé	Bleu foncé	3.3	0.4125
P8	Violet	Rose	0.8	0.1
		Bleu ciel	3.3	0.4125
P9	Rouge monochrome	Rose	1	0.125
P10	vert menthe polychrome)	Jaune	0.6	0.075
		Bleu	1	0.125
		Jaune	1.5	0.1875
		Jaune	1.9	0.2375
		Jaune	3.7	0.4625
P11	Bleu brillant	Bleu	3.5	0.4375
P12	rouge fraise monochrome	Rouge	1.1	0.1375
P13	rouge rose	Rose	0.9	0.1125
P14	marron	Marron	1.1	0.1375
P15	bleu	Bleu	3.3	0.4125
P16	jaune 2 monochrome	jaune	0.5	0.0625
P17	rose2	rose	0.7	0.0875

P18	jaune3 monochrome	jaune	0.6	0.075
P19	vert2	Bleu	4.4	0.55

Tableau 20: Nombres des colorants monochromes et polychromes

Colorants monochromes	Colorants polychromes
13	12

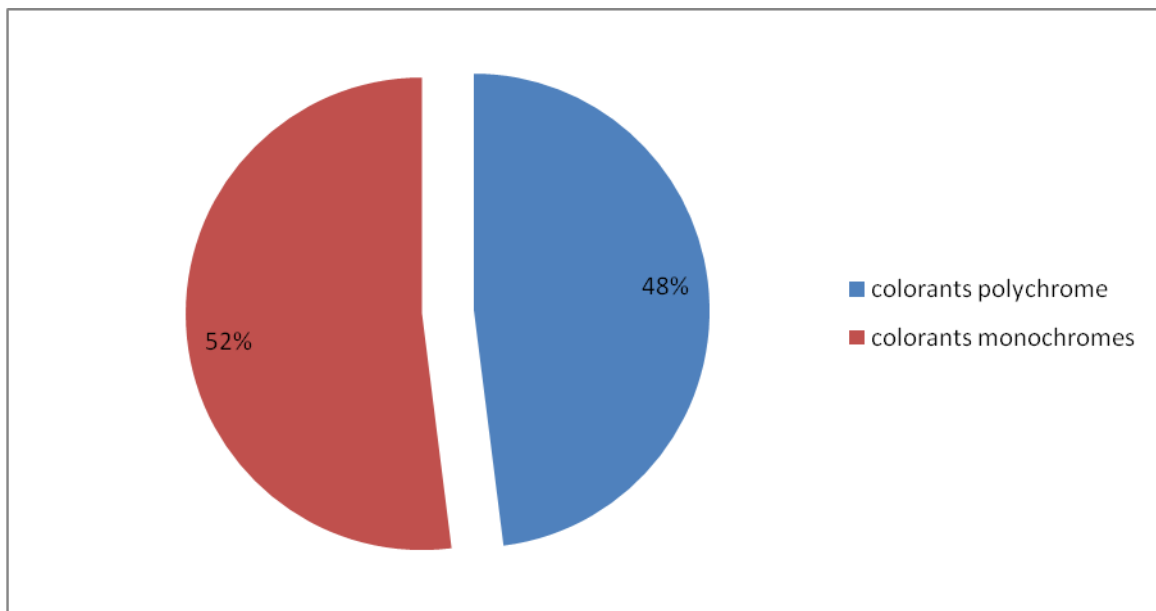


Figure 37 : Pourcentage des colorants polychromes et monochromes

- On constate selon la figure (36) que 52 % des colorants sont monochromes répondent aux critères de conformités, chaque colorants a démontrés un seul spot selon le (tableau 21)

Tableau 21 : Nombres des spots des colorants polychromes

Nombres de spots	Colorants polychromes
1	7
> 1	5

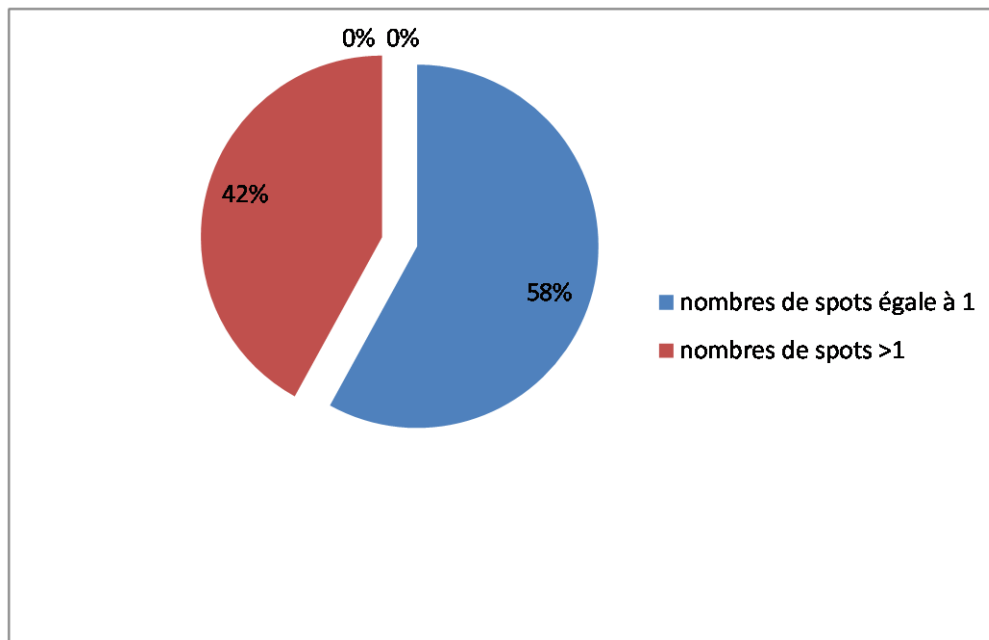


Figure 38 : Pourcentage de spots des colorants polychromes

On constate que 58% des colorants polychromes ne répondent pas aux critères de conformité figure (37)

## II .Étude analytique sur les échantillons

Notre analyse a été effectuée sur 20 échantillons :

- ✚ 12 échantillons codifiés : - 6 contiennent : la tartrazine (E102) numéroté de 1 à 6
  - 6 contiennent : le rouge de cochenille (E124) numéroté de 7 à 12
- ✚ 08 échantillons non codifiés : - 4 de couleur jaune
  - 4 de couleurs rouges

Les échantillons ont été classés selon les tableaux suivants :

Tableau 22: Les aliments qui contiennent le jaune de tartrazine E102

Échantillon	Aliment	Nature	Codification
01	Sucette a glacé	Sami (flash)	<b>Sin 102</b> , sin 104, sin 110, sin 124
02	Boissons gazeuse	Bbi	<b>Sin 102</b>
03	Boisson gazeuse	Hammoud boualam (slim)	<b>Sin 102</b>
04	Jus	Bonjos	<b>Sin 102</b> , sin 110
05	Bonbon	Amiral	<b>Sin 102</b>
06	Boisson gazeuse	Mazaia citron	Sin 104, <b>sin 102</b>

Tableau 23: Les aliments qui contiennent le rouge de cochenille SIN 124

Échantillon	Aliment	Nature	Codification
07	Sucette a glacé	Freezy (flash)	<b>Sin 124</b> ,
08	Boisson gazeuse	Hammoud boualam (slim)	<b>Sin 124</b> , sin 122, sin 150d
09	Boisson gazeuse	Mozaia grenadine	<b>Sin 124</b> , sin 122
10	Boisson gazeuse	Bitter	Sin 122, sin 110 <b>sin 124</b> , sin 151
11	Bonbon	Fontala	<b>Sin 124</b>
12	Jus	Amila	<b>Sin 124</b>



**Tableau 24 : Les aliments naturels**

	Échantillons	Aliments	Nature
rouge	13	Boisson gazeuse	Oasis
	14	Jus	Clémentine
	15	Jus	Toudja sanguine
	16	Jus	Hammoud cassis
Jaune	17	Jus	Jufré
	18	Boisson gazeuse	Ngaous
	19	Jus citron	vitamine drink
	20	Jus	Clémentine

✓ Il n’y a pas de méthode générale pour l’extraction des colorants, il existe cependant plusieurs techniques et le choix est dicté par la nature du produit alimentaire et du matériel disponible.

Parmi les techniques proposées, nous citons :

- l’extraction par les solvants.
- l’extraction par les ammoniums quaternaires.
- l’extraction à l’Amberlite LA 2

**II.1- Extraction des colorants par la méthode de double teinture sur laine :**

✓ **Principe :**

Pour notre analyse, nous avons choisi un procédé simple qui ne nécessite, ni matériel, ni réactifs spéciaux et qui permet l’extraction des colorants hydrosolubles avec un grand degré de pureté :

La méthode par double teinture sur laine dite au mouchet de laine.

Développée par THALER et SOMMER (1953) cités par MACEK (1972) (41). Cette méthode met à profit l’affinité des colorants pour les fibres textiles.

Elle consiste à fixer sur la laine des colorants anioniques en milieu acide et à les démonter, après lavage en milieu ammoniacal (LAUGEL, 1979). La technique utilisée est celle décrite par LECOQ (1965) (39) et SAENZ-LASCANO RUIZ (1956). (51)



### ✓ **Prétraitement des échantillons :**

Une étape préliminaire est nécessaire qui est le prétraitement des échantillons et qui concerne :

#### • **Les boissons gazeuses :**

Elles doivent être décarbonatées par filtration sous vides sur verre fritte (SALAGOITY – AUGUSTE et al ,1983). (52)

#### • **Les bonbons :**

-Dissoudre 10 gr d'échantillons dans 20 ml d'acide acétique a 2 % jusqu'à dé colorations de l'échantillon est colore en surface seulement

-Faire fondre 10 gr d'échantillons dans 20 ml d'acide acétique à 2 % si l'échantillon est colore dans la masse

-après dissolution rajoutera la solution ainsi obtenue de l'eau distillée jusqu'à atteindre un volume égale a100ml

### ✓ **Mode opératoire :**

-Dans un bécher de 250 ml, introduire 100 ml d'échantillon, acidifier par 5 ml d'acide acétique à 10% (cette acidification n'est pas nécessaire si le produit à examiner est déjà acide).

-Dans la solution acide, introduire un mouchet de laine blanche (laine pure a 100% ou laine de mouton) préalablement dégraissé par une solution de soude 1M (HAMROUR, 1985) (28) et lavé à l'eau chaude ;

chauffer au bain-marie bouillant ; remplacer le mouchet de laine teint par un mouchet blanc jusqu'a ce que la laine ne se teinte plus.

-Réunir les différents mouchets teints, les laver soigneusement à l'eau distillée chaude (ou à grande eau), puis les immerger dans une solution ammoniacales a 10% (50 à 80 ml).

-Porter au bain-marie, décanter le liquide ammoniacal coloré dans un creuset en porcelaine ; renouveler la macération jusqu'à décoloration totale des mouchets de laine.

-Évaporer à sec les solutions ammoniacales réunies ;

- reprendre le résidu par de l'eau distillée et procéder à la séparation chromatographique.

### ✓ **Remarque :**

Certaines modifications ont été apportées à la technique citée et ce, pour les commodités de travail.

-D'autre part, l'évaporation à sec des solutions ammoniacales et la reprise du résidu par de l'eau distillée n'a pas été nécessaire pour la plupart des échantillons car, nous avons concentré la solution ammoniacale obtenue jusqu'à un volume de 2 ml puis, nous avons procédé à la séparation chromatographique.

-La température du bain-marie a été ramenée à 60°C lors du démontage des colorants dans la solution ammoniacale

### ✓ **Résultats**

- Les résidus obtenus après évaporation ont été spoté sur plaque de cellulose pour une analyse chromatographique afin de s'assurer que les colorants présents dans l'échantillon sont identiques à ceux qui sont spécifié sur les emballages.

Le solvant de migration utilisé est identique à celui utilisé pour les étalons.

✓ **Résultat de chromatographie sur cellulose :**

La distance parcourue par le solvant est de **8 cm**

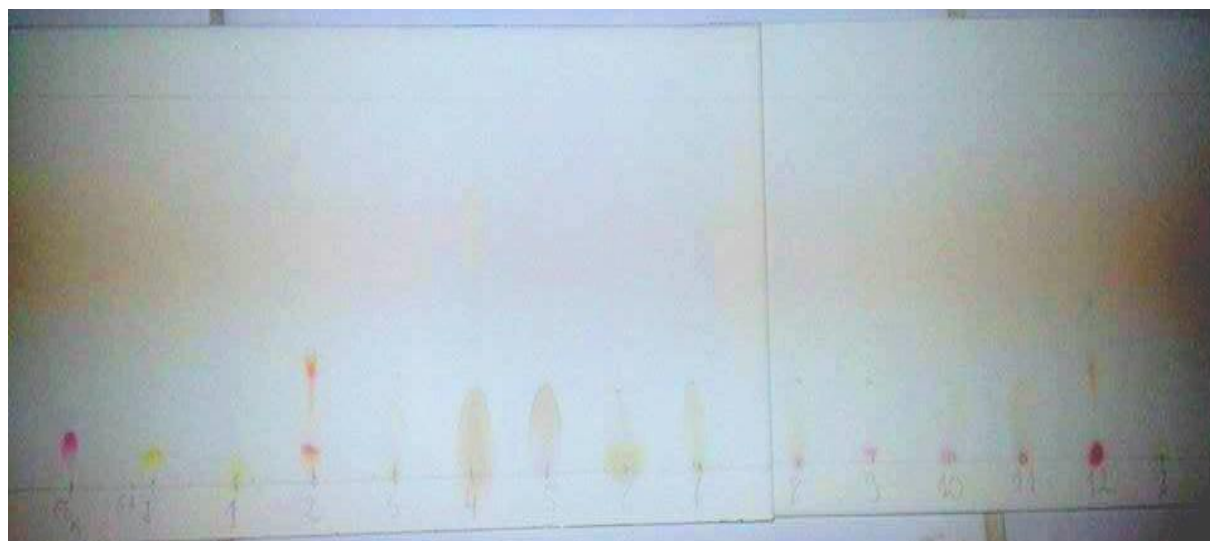


Figure 39 : Les échantillons codifiés

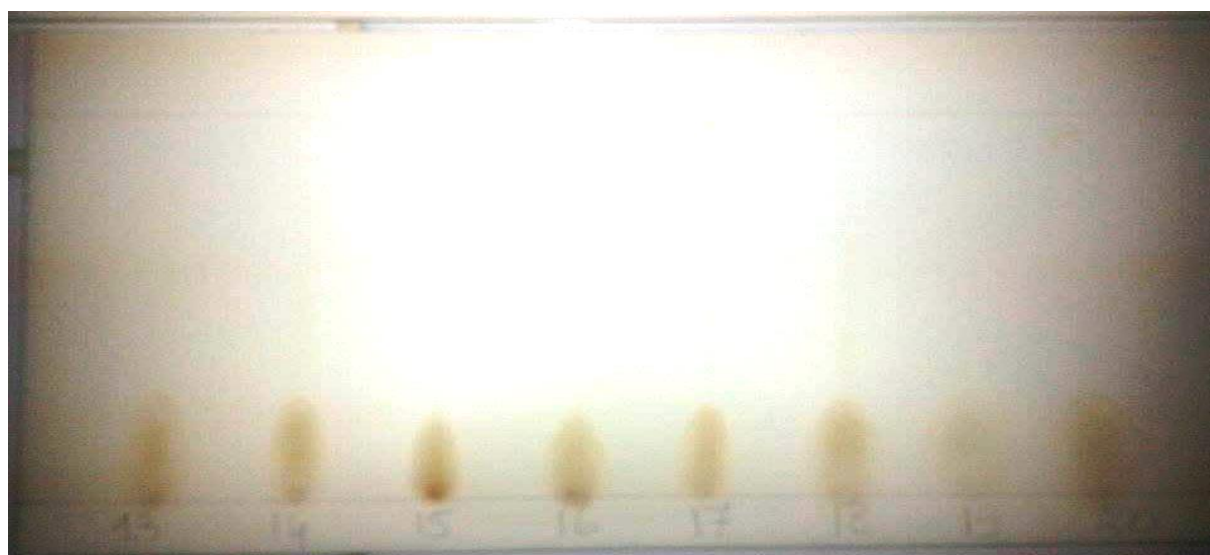


Figure 40 : Les échantillons non codifiés

Tableau 25: Distance parcouru par le soluté et leur Rf (échantillons)

Échantillon	Couleur	Distance parcouru par le soluté	Rf
1	Jaune	0.1	(0.013)
2	Jaune	0.5	0.062
	Rouge	0.7	0.089

	Orange	2.2	0.282
9	Rose	0.2	0.025
	Rose	0.8	0.102
10	Rose	0.2	0.025
	Rose	0.7	0.089
12	Rose	0.2	0.025
	Orange	2	0.256
	Bleu	3.2	0.410

## II.2- Méthode spectrophotométrique :

On a réalisé une étude spectrale après récupération des résidus par l'eau distillée afin d'obtenir des spectres (voir annexe I) de chaque échantillon et les comparer avec ceux des colorants (étalons)

- Spectre des aliments codifiés dans les figures qui suivent :

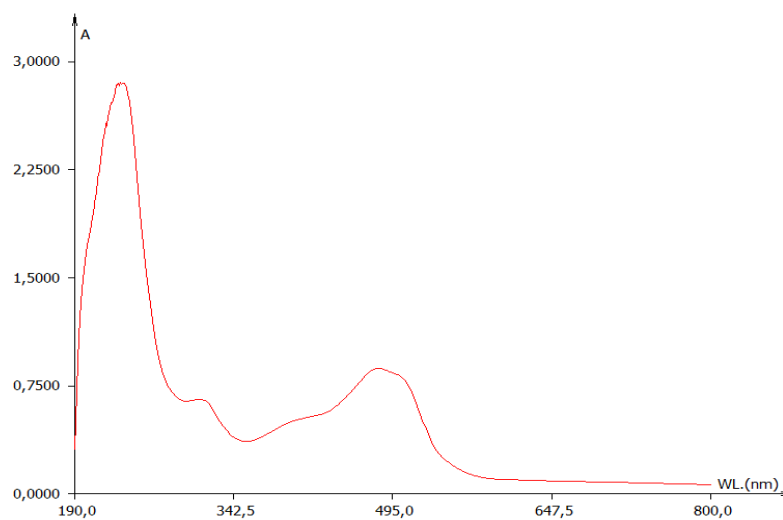


Figure 41 : Spectre de l'échantillon N°2 boisson gazeuse BBI (E102) :

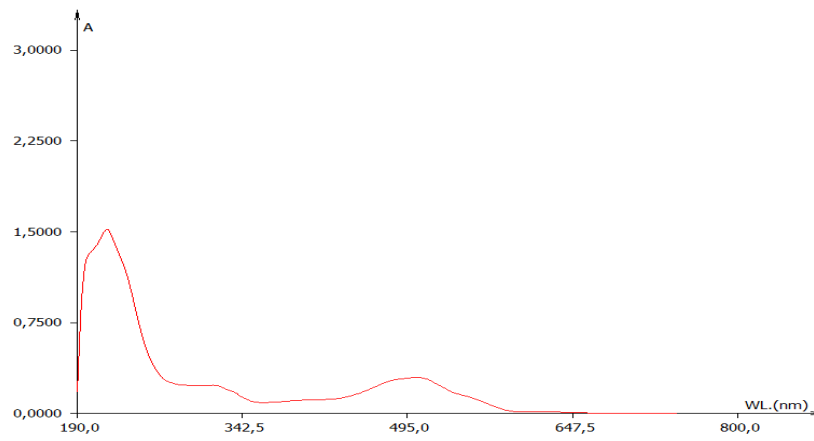


Figure 42 : Spectre de l'échantillon N°12 Jus Amila (E124)

- ❖ On remarque que les aliments codifiés figures (40 ; 41) sont conforme avec les colorants de références figures (31 ; 33).
- Spectre des aliments non codifiés :

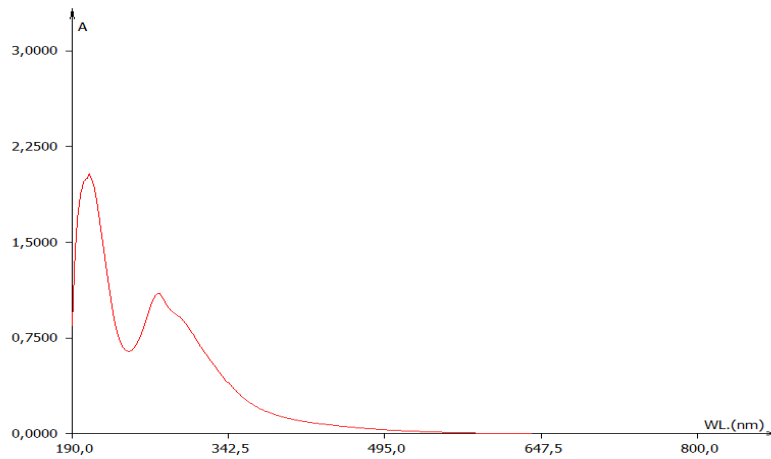


Figure 43: Spectre d'échantillon N°16 (jus rouge)

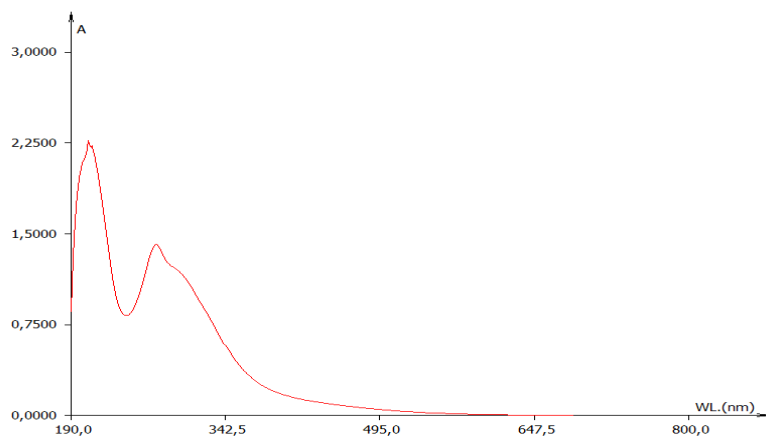


Figure 44 : Spectre d'échantillon N°17 (jus jaune)

- ❖ On remarque que nos échantillons non codifiés figures (42 ; 43) ne sont pas conformes avec les colorants de référence figures (31 ; 33)

## Discussion

Suite à notre étude aussi bien sur le plan épidémiologique et analytique il nous a été donné de constater que :

- Plus de la moitié des colorants commercialisés ne répondent pas à la réglementation soit 60% sont non codifiés
- Concernant les aliments mis sur le marché 26% ne répondent pas à la réglementation car ils sont non codifiés
- Pour les échantillons codifiés la normalisation est hétérogène, on constate que :
  - 37 échantillons sont codifiés selon le système international (sin) soit 77%
  - 05 échantillons sont codifiés selon le système européen (E) soit 11%
  - 06 échantillons sont codifiés selon le nom du colorants soit de 10%
- On constate que seul 66% de notre échantillonnage répond aux critères de la réglementation nationale alors que seul 47% des produits d'importation sont codifiés selon leurs réglementations.
- L'étude analytique des colorants a révélée pour le test de stabilité que 56% des colorants commercialisés sont instables donc non conforme à la commercialisation et ceci est d'autant plus significatif que l'échantillon est liquide.
- L'étude de pureté ne peut être réalisée uniquement que sur les colorants monochromes car ce calcul nécessite le coefficient d'extinction propre à chaque colorant, l'évaluation nous a révélé que le coefficient des 19 colorants est inférieur à 60% donc non conforme.
- L'analyse qualitative chromatographie des différents colorants a donnée :

Que seul 58% des colorants polychromes ne répondent pas aux critères de conformité, la mise en évidence d'un seul spot au lieu de plusieurs. Contrairement aux colorants monochromes qui en totalité sont conformes.
- L'étude spectrale qui nous permet de comparer les maxima d'absorption a donnée lieu à l'absence de similitude avec les spectres des colorants de référence aussi bien pour les colorants codifiés que les non codifiés.

L'étude spectrale réalisée sur les échantillons alimentaires de couleur jaune et rouge a démontré une similitude avec des colorants de référence.

Par contre on a noté aucune absorbance avec des produits alimentaires colorés avec une mention colorant naturel donc non synthétique.

## Conclusion

Notre étude a porté sur les colorants alimentaires les plus utilisés dans les produits car la couleur est une des qualités sensorielles premières et parmi les plus importantes pour nous aider à accepter ou rejeter des produits alimentaires particuliers.

Il n'y a aucun doute que la couleur est importante dans la perception alimentaire du consommateur, Ils sont divisés en trois catégories : colorants naturels, synthétiques et artificiels.

De nos jours, les colorants posent beaucoup de problèmes qui ne sont pas toujours perceptibles car les effets sont tardifs et souvent irréversibles.

Notre étude épidémiologique a démontré que plus de la moitié des colorants commercialisés ne répondent pas à la réglementation soit 60%, ainsi que l'étude analytique a révélé que les denrées alimentaires qui contiennent des colorants ne sont pas conforme à la réglementation. On a aussi procédé à la recherche et à l'identification des colorants incorporés dans ces préparations avec au préalable l'étude de certaines propriétés physico-chimique des colorants pris comme référence Les résultats on montré que tout les colorants utilisés ne répondent pas aux critères de pureté (58%).

Les colorants alimentaires présents un véritable danger pour la santé du consommateur qui n'est pas lié uniquement à une contamination bactérienne.

La sécurité alimentaire doit être prise au sérieux et prendre des dispositions nécessaires qui reposent sur plusieurs éléments indissociables à cet effet, il y a lieu de

- ❖ Procéder à des contrôles rigoureux et réguliers des colorants et des produits alimentaires.
- ❖ Sanctionner les producteurs qui ne respectent pas l'étiquetage.
- ❖ Enlever tous les produits alimentaires ayant des additifs et des colorants qui ne sont pas homologués afin de sauvegarder les consommateurs d'où il est nécessaire d'exiger un analyste pour tous les producteurs ou transformateurs d'aliments fabriqués à base d'additifs et de colorants.
- ❖ les autorités sanitaires d'Europe se sont fixées un échéancier pour réévaluer de nombreux colorants (et autres additifs) dont la toxicité est suspectée. Cette nouvelle évaluation commencée en 2010 s'étale jusqu'en 2015 pour les colorants et jusqu'à décembre 2020 pour d'autres additifs.

## Références :

- 1-Abdellah EL ALLAOUI, Fouzia RHAZI FILALI, Bouchra OUMOKHTAR et Jamal IBIJBIJEN, Evaluation de la toxicité aigüe 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.
- 2-Adel Matougui, Histoire des additifs alimentaires, Toxikoa, 2011.
- 3-Agarwal DP: molecular genetics aspects of alcohols metabolism and alcoholisme pharmacopsychiatry, pages: 30,79-84.1997
- 4-Alami O ; mémoire de magister : Effet de la consommation subchronique de la tartrazine sur la structure histologique des reins, du foie et du cerveau chez les souris suisse. Université d'Oran faculté de science département de biologie.2010
- 5-Amrouche, 2011. <http://genie-alimentaire.com/spip.php?article58>
- 6- Béatrice de reynal-jean-louis multon, Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires, 4eme edition Lavoisier, 2009.
- 7-Belgaud. J les colorants industriels encycl Méd chir 1987
- 8-Benaissa.Y mémoire de magister thème : étude cytogénétique sur du sang de souris après ingestion subchronique de tartrazine, 2011.
- 9-Berger.Y (service de la consommation et des affaires vétérinaires SCAV) :les additifs utilisations et législations. Epalinges
- 10-Bessot J.C et Al : les Facteurs Favorisant Les Manifestations De l'Allergie,Allergie au bleu patenté violet a propos de six cas. Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique Volume 26, Issue 1 pages 11-14. January–March 1986
- 11-Boncristiani et Al: The potential genotoxic activity of carminic acid.food chem toxicol (Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association). vol 30 (issue 9) : pp 759-64. September 1992.
- 12-Chemat.F: Essential oils and aromas: Green extractions and Applications. HKB Publishers, Dehradun, 2009.
- 13-Christie.RM, Metcalfe.DD, Sampson.A, Ronald Simon.A, Elimination of tartrazine. Health and Fitness; 36 :591 ,2003.
- 14-Chloé beutler, les colorants artificiels dans les denrées alimentaires destinées aux enfants, 2011.
- 15-Codex alimentarius CODEX STAN 192-1995.
- 16-Collins et Al; study of the teratogenic potential of FD and C yellow n°05 when given by gavage to rats, Fd Chem toxic, 1990.
- 17- Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) : prévention : répertoire toxicologique : fiche complète : Tartrazine Numéro CAS : 1934-21-0.



- 18-Daoud M.S : mémoire en vue d'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en industrie agro-alimentaire. INATAA Université de Constantine. 1993.
- 19-Das et Mukherjee, genotoxicity testing of the food colors amaranth and tartrazine. *J Fd chem of toxicol.* 2004
- 20-Derache R : Toxicologie et sécurité des aliments, édition : Tec et Doc-lavoisier; 1986.
- 21-Directive du Parlement européen : (94/34/CE ; 89/107/CEE)
- 22-EFSA: Reconsideration of the temporary ADI and refined exposure assessment for Sunset Yellow FCF (E 110). *EFSA Journal* 2014; 12(7):3765 [39 pp.]. July 2014.
- 23-European food information council (EUFIC) : Les additifs alimentaires ; les notions de bases. juin 2006.
- 24-European food safety authority (EFSA) journal: Scientific Opinion on the re-evaluation of Indigo Carmine (E 132) as a food additive. 25 juillet 2014.
- 25-FAO/OMS : Evaluation de certains additifs alimentaires. 18em rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires -Rome 3-14 juin 1974
- 26-Gautier D et al : Environnement discoure et pouvoir. Quae 1964.
- 27-Gouget, C. (2011). Additifs alimentaires : dongern, P.(31-35-37-38-39-51-52-95).
- 28-Hamrou S ; Etude des colorants incorporés aux boissons et aux denrées alimentaires consommées en Algérie: Proposition d'une réglementation algérienne 1985
- 29-Heveland-Smith et al scening of food dyes for genotoxic activity, Food and Cosmetics Toxicology Volume 18, Issue 3, 1980, Pages 215–221
- 30-Hikmat Hayder et Al : Examen des Réactions D'intolérance aux Aliments et aux Additifs Alimentaires. *Revue internationale d'analyse des risques alimentaires.* 2011
- 31-Himri I et Al (Université mouhamed 1<sup>er</sup> Oujda Maroc) : A 90day oral toxicity study of tartrazine, a synthetic food dye, in wistar rats. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* ISSN-0975-1491 Vol 3, Suppl 3, 2011
- 32-Ishidate et al chromosomal aberration tests in vitro as a primary screening tool for envirommental mutagens and/or carcinogens. *Gann. Monograph cancer Res.* 1981.
- 33-Ishidate et al primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan. *Food Chem Toxic.* 1984
- 34-Jacquot M, Fagot P, Voilley A : la couleur des aliments : de la théorie à la pratique. Lavoisier. 2011.
- 35-Journal officiel Algerien N°31 et N°30.
- 36-Journal officiel de l'Union Européenne:  
-Réglement (UE) No 231/2012 de la commission du 9 mars 2012  
-Réglement (UE) No 1129/2011 de la commission du 11 novembre 2011
- 37-Kayraldiz A et Topaktas M: The in vivo genotoxic effects of sodium metabisulfite in bone marrow cells of rats. Russian Journal of Genetics , Volume 43, Issue 8, pp 905-909. August 2007.

- 38-L'Vov VB: Fifty years of atomic absorption spectrometry, *Journal of Analytical Chemistry*, vol. 60, 2005, page. 382
- 39-Lecoq.R, Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Paris: Éditions Doin. 1965
- 40-Lianfu Z., Zelong L: Optimization and comparison of ultrasound/microwave assisted extraction (UMAE) and ultrasonic assisted extraction (UAE) of lycopene from tomatoes», *Ultrasonics Sonochemistry*, 15, 731.2008
- 41-Macek K: pharmaceutical applications of thin-layer and paper chromatography. Edité par Amsterdam: Elsevier, 1972.
- 42-Nafti Yahia, livre biochimie alimentaire, edition biohay, 2011.
- 43-Olivier Allo,Pascale Blanc,Marie-Ange Dalmasso, Pharmacie galénique BP livre 2005.
- 44-Ould Elhkim et Al : New considerations regarding the risk assesement on tartrazine,an update toxicological assessment,intolerance reactions and maximum theoritical daily intaken in France.Regul Toxicol Pharmacol . 2007
- 45-Paré J.R.J, CA Pat. 2 055 390. 1992 / Paré J.R.J., US Pat. 5 338 557.1994/Paré J.R.J, Sigouin.M, Lapointe.J, EP Pat. 398 798. 1990/ Paré J.R.J, Sigouin.M, Lapointe.J, US Pat. 5 002 784. 1991.
- 46-Poulsen: Cancer risk related to genetic polymorphisms in carcinogen metabolism and DNA repair. . pharmacol toxicol.1993.
- 47-Preston et Al: somatic effects of p element activity in *Drosophila melongaster*. *Genetics journal* 117(4): 745-757. december 1987.
- 48-Prival M.J et Al: determination of combined benzidine in FD and C yellow n°05 (tartrazine). Using highly sensitive analytical method. Food and Chemical Toxicology journal, Volume 31, Issue 10, Pages 751–758. October 1993.
- 49- Pierre van de Weghe, UMR 6226 Sciences Chimiques de Rennes Equipe Produits Naturels, Synthèses, Chimie Médicinale (2011/2012)
- 50-Rancé F : Additifs, colorants, conservateurs. Allergienet.com. 15 avril 2013.
- 51-Saenz-Lascano-Ruiz : La séparation chromatographique des colorants alimentaires et son application à la détection des fraudes. Paris Hermann 1948
- 52-Salagoity.A et al: Methods of analysis of food components and additives.edited by Semih Otles.1983
- 53-Sperling.M et Welz.B: Atomic Absorption Spectrometry 3<sup>e</sup> edition, edition Weinheim Wiley-VCH. 1999.
- 54-Sun.Y et al, Optimization of microwave-assisted extraction of anthocyanins in red raspberries and identification of anthocyanin of extracts using high-performance liquid chromatography-mass spectrometry, *European Food Research Technology*, 225, 511. 2007.
- 55-Vasely.B et Al: Manifestations cliniques à l'érythrosine: Étude du rôle des mécanismes d'hypersensibilité. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, Volume 25, Issue 1, Pages 7–11. January–March 1985.
- 56-Vert solide FCF, www.additifs-alimentaires.net, 2012.
- 57-Wróblewska.B: influence of food additives and contaminants (nickel and chromium) on hypersensitivity and other adverse health reactions. *polish journal of food and nutrition sciences*. Olsztyn poland. vol. 59, no. 4, page: 287-294. 2009.

# Annexes

## **Annexe A**

### **Décret exécutif n° 92-25 du 13 janvier 1992 relatif aux conditions et aux modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires.**

#### **ARTICLE 1 :**

Le présent décret a pour objet de définir les conditions et les modalités d'utilisation des additifs dans les denrées alimentaires.

#### **ARTICLE 2 :**

Au sens du présent décret, est considéré comme additif, toute substance :

- qui ne peut être consommée normalement en tant que denrée alimentaire ;
- qui présente ou non une valeur nutritive ;
- qui n'est pas assimilée à une matière première indispensable dans la composition d'une denrée alimentaire ;
- dont l'adjonction volontaire dans une denrée alimentaire, à une étape donnée du processus de mise à la consommation, et ce, pour des considérations technologiques et/ou organoleptiques, entraîne ou peut entraîner, directement ou indirectement, l'incorporation de cette substance ou de ce dérivé dans la composition de la denrée alimentaire concernée, ou bien peut affecter les caractéristiques de cette denrée.

#### **ARTICLE 4 :**

Un additif ne peut être employé :

- que s'il répond aux tests et évaluations toxicologiques appropriés ;
- et seulement lorsque son emploi répond à l'un des objectifs énumérés ci-dessous, à condition toutefois que ces objectifs ne puissent être atteints par d'autres méthodes économiquement réalisables et ne présentent aucun danger pour le consommateur. L'incorporation des additifs dans les denrées alimentaires doit impérativement répondre aux objectifs liés :
  - à la conservation de la qualité nutritive des denrées alimentaires, sauf dans le cas d'une diminution délibérée de la qualité nutritive et lorsque ces denrées ne constituent pas un élément important d'un régime normal,
  - à la fourniture d'ingrédients ou de constituants nécessaires aux denrées alimentaires fabriquées à l'intention des consommateurs ayant des besoins nutritifs particuliers dans le cadre des régimes diététiques,
  - à l'accroissement de la conservation ou de la stabilité d'une denrée alimentaire ainsi qu'à l'amélioration de ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas altérer la qualité de cette denrée,

- à l'encadrement de la mise à la consommation des aliments contenant des additifs, afin que l'additif ne soit pas utilisé pour déguiser les effets de l'emploi de matières premières avariées et/ou défectueuses ou de méthodes et techniques ne répondant pas aux normes réglementaires.

#### **ARTICLE 5 :**

Lorsque plusieurs additifs appartenant à une même catégorie d'emploi, sont utilisés dans la même denrée, la somme des quantités incorporées de chacun d'eux exprimés en pourcentage par rapport à la quantité maximale autorisée de ladite catégorie, ne doit pas dépasser 100.

#### **ARTICLE 6 :**

En matière d'étiquetage, les additifs ou leur mélange, lorsque ce dernier est réalisé conformément aux dispositions de l'article 4 ci-dessus doivent porter sur leur emballage les indications, ci-après, rédigées en caractères visibles, lisibles et indélébiles en langue nationale et à titre complémentaire dans une autre langue

:

- La dénomination : " additif (s) destiné (s) aux denrées alimentaires emploi limité " ;
- La teneur du produit en chacun des additifs utilisés, lorsque le produit contient un ou plusieurs additifs dont la base d'emploi est limitée ;
- L'indication de la nature du (ou des) support (s) employé (s) ;
- La dénomination de l'additif et la date de péremption ;
- La masse nette ou le volume net d'additif exprimé dans une unité du système métrique ;
- L'identification du fabricant de l'additif lorsque ce dernier est produit localement ou l'identification de la personne physique ou morale responsable de la mise sur le marché national de l'additif quand il s'agit d'un additif importé ; conditions d'emploi éventuellement.

#### **ARTICLE 7 :**

Seuls les additifs dont la liste est fixée par arrêté du ministre chargé de la qualité peuvent être incorporés dans les denrées alimentaires.

Les arrêtés pris dans ce cadre déterminent notamment les denrées alimentaires auxquelles, sont intégrés les additifs dont l'emploi est autorisé, la dénomination des additifs, leur catégorie d'emploi, les doses maximales d'utilisation tolérées et, le cas échéant, les conditions particulières d'emploi.

#### **ARTICLE 8 :**

Le présent décret sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 13 janvier 1992.

## **Annexe B :**

### **Le journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012.**

#### **Décret exécutif n° 12-214 du 23 Jomada Ethania 1433 correspondant au 15 mai 2012 fixant les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.**

**Décète :**

#### **Article 1er.**

En application des dispositions de l'article 8 de la loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009, susvisée, le présent décret a pour objet de fixer les conditions et les modalités d'utilisation des additifs alimentaires dans les denrées alimentaires destinées à la consommation humaine.

#### **Art. 2.**

Sont exclus du champ d'application du présent décret les additifs alimentaires incorporés dans les denrées alimentaires destinées à la consommation animale.

#### **Art. 3.**

Au sens des dispositions du présent décret, il est entendu par :

Additif alimentaire, toute substance :

- qui n'est normalement ni consommée en tant que denrée alimentaire en soi, ni utilisée comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire ;
- qui présente ou non une valeur nutritive ;
- dont l'adjonction intentionnelle à une denrée alimentaire dans un but technologique ou organoleptique à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou de l'entreposage de cette denrée affecte ses caractéristiques et devient elle même ou ces dérivés, directement ou indirectement, un composant de cette denrée alimentaire.

. **Dose journalière admissible (DJA)** : quantité d'un additif alimentaire, exprimée sur la base du poids corporel, qui peut être ingérée chaque jour pendant toute une vie sans risque pour la santé du consommateur.

. **Concentration maximale d'un additif alimentaire** : concentration la plus élevée de l'additif alimentaire établie pour être efficace dans un aliment ou une catégorie d'aliment.

Elle est exprimée soit en milligramme d'additif alimentaire par kilogramme d'aliment (mg/kg), soit en millilitre d'additif alimentaire par litre d'aliment (ml /l).

#### **Art. 4.**

Les contaminants et les résidus de pesticides ne peuvent, en aucun cas, être considérés comme des additifs alimentaires.

**Art. 5.**

L'utilisation d'un additif alimentaire doit répondre aux conditions énumérées ci-après :

- . Préserver la qualité nutritionnelle de la denrée alimentaire ;
- . Servir de composant nécessaire dans les aliments diététiques ;
- . Améliorer la conservation ou la stabilité de la denrée alimentaire ou ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas altérer la nature ou la qualité de façon à tromper et induire en erreur le consommateur ;
- . Servir d'adjuvant dans une étape donnée du processus de mise à la consommation, à condition que l'additif alimentaire ne soit pas utilisé pour masquer les effets de l'utilisation d'une matière première de mauvaise qualité ou de méthodes technologiques inappropriées;

**Art. 10.**

Outre les cas d'addition directe, l'additif alimentaire peut résulter d'un transfert à partir d'une matière première ou d'autres ingrédients utilisés pour produire l'aliment, dans la mesure où :

- . L'utilisation de l'additif alimentaire est autorisée par les dispositions du présent décret dans les matières premières ou d'autres ingrédients ;
- . La quantité d'additif alimentaire présente dans les matières premières ou d'autres ingrédients ne doit pas dépasser la concentration maximale fixée par le présent décret ;
- . L'aliment dans lequel l'additif alimentaire est transféré ne contient pas ce dernier en quantité supérieure à celle qui serait introduite par l'utilisation de matières premières ou d'autres ingrédients dans des conditions technologiques appropriées ou dans le respect des bonnes pratiques de fabrication et ce, conformément aux dispositions du présent décret.

## ANNEXE C :

### LISTE DES ADDITIFS ALIMENTAIRES AUTORISÉS DANS LES DENREES ALIMENTAIRES

Journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012

SYSTÈME INTERNATIONAL DE NUMÉROTATION DES ADDITIFS

ALIMENTAIRES(COLORANTS)

SIN	Nom de l'Additif Alimentaire	Fonction(s) Technologique(s)
100	Curcumines	Colorant
101(i)	Riboflavine, synthétique	Colorant
101(ii)	Riboflavine 5'-phosphate sodique	Colorant
101(iii)	Riboflavine (Bacillus subtilis)	Colorant
102	Tartarzine	Colorant
104	Jaune de quinoline	Colorant
110	Jaune FCF	Colorant
120	Carmins	Colorant
122	Azorubine (Carmoisine)	Colorant
123	Amaranthe	Colorant
124	Ponceau 4R (Cochenille rouge A)	Colorant
127	Erythrosine	Colorant
128	Rouge 2G	Colorant
129	Rouge allura AC	Colorant
131	Bleu patenté V	Colorant
132	Indigotine (Carmines d'indigo)	Colorant
133	Bleu brillant FCF	Colorant
140	Chlorophylles	Colorant
141	Chlorophylles et chlorophyllines, complexes cupriques	Colorant
141(i)	Chlorophylles, complexes cupriques	Colorant
141(ii)	Chlorophyllines, complexes cupriques, sels de sodium et de potassium	Colorant
142	Vert S	Colorant
143	Vert solide FCF	Colorant
150a	Caramel I - nature (caramel caustique)	Colorant
150b	Caramel II - procédé au sulfite caustique	Colorant
150c	Caramel III - procédé à l'ammoniaque	Colorant
150d	Caramel IV - procédé au sulfite	Colorant
151	Noir brillant (Noir PN)	Colorant
153	Charbon végétal	Colorant
155	Brun HT	Colorant
160a	Carotènes	Colorant
160a(i)	Bêta-, carotènes (de synthèse)	Colorant



160a(ii)	Bêta-, carotènes (légumes)	Colorant
160a(iii)	Bêta-, carotènes ( <i>Blakeslea trispora</i> )	Colorant
160b	Extraits d'annato	Colorant
160b(i)	Extraits de rocou, base de bixine	Colorant
160c	Oléorésine de paprika	Colorant
160d	Lycopènes	Colorant
160e	Bêta-apo-8' -, caroténal	Colorant
160f	Bêta-apo-8' -,acide caroténoïque ester d'éthyle,	Colorant
161b	Lutéines	Colorant
161g	Canthaxanthine	Colorant
162	Rouge de betterave	Colorant
163	Anthocyanines	Colorant
163(ii)	Extrait de peau de raisin	Colorant
170	Carbonates de calcium	colorant de surface, antiagglomérant et stabilisant
170(i)	Carbonate de calcium	Antiagglomérant, régulateur de l'acidité, colorant, émulsifiant et stabilisant
171	Bioxyde de titane	Colorant
172(i)	Oxyde de fer, noir	Colorant
172(ii)	Oxyde de fer, rouge	Colorant
172(iii)	Oxyde de fer, jaune	Colorant
173	Aluminium	Colorant
174	Argent	Colorant
175	Or (métallique)	Colorant
180	Fuchsine lithol BK	Colorant

## Annexe D :

### LISTE DES CATEGORIES D'ALIMENTS (colorants).

Journal officiel de la république algérienne numéro 30 du 16 mai 2012

N°	CATEGORIE D'ALIMENT
01.0	Produits laitiers et similaires, à l'exception des produits de la catégorie 02.0
01.1	Lait et boissons lactées
01.1.1	Lait et babeurre (nature)
01.1.1.1	Lait (nature)
01.1.1.2	Babeurre (nature)
01.1.2	Boissons lactées, aromatisées et/ou fermentées (par ex., lait chocolaté, cacao, yogourt à boire, boissons à base de lactosérum)
01.2	Produits laitiers fermentés et emprésurés (nature), à l'exception des produits de la catégorie 01.1.2 (boissons lactées)
01.2.1	Laits fermentés (nature)
01.2.1.1	Laits fermentés (nature), non traités thermiquement après fermentation
01.2.1.2	Laits fermentés (nature), traités thermiquement après fermentation
01.2.2	Laits emprésurés (nature)
01.3	Laits concentrés et produits similaires (nature)
01.3.1	Laits concentrés (nature)
01.3.2	Succédanés de lait ou crème pour le café ou le thé
01.4	Crème (nature) et produits similaires
01.4.1	Crème pasteurisée (nature)
01.4.2	Crèmes stérilisées et UHT, crèmes à fouetter ou fouettées et crèmes à teneur réduite en matière grasse (nature)
01.4.3	Crème épaisse (nature)
01.4.4	Produits similaires à la crème épaisse
01.5	Lait et crème en poudre et produits similaires (nature)
01.5.1	Lait et crème en poudre (nature)
01.5.2	Produits similaires aux lait et crème en poudre
01.6	Fromages et produits similaires
01.6.1	Fromages non affinés
01.6.2	Fromage affinés
01.6.2.1	Fromage affiné, y compris la croûte
01.6.2.2	Croûte de fromage affiné
01.6.2.3	Fromage râpé (pour reconstitution; par. ex., pour sauces au fromage)
01.6.3	Fromage de lactosérum
01.6.4	Fromages fondus
01.6.4.1	Fromages fondus (nature)
01.6.4.2	Fromages fondus aromatisés, y compris ceux contenant des fruits, des légumes, de la viande, etc.
01.6.5	Produits similaires
01.6.6	Fromages à base de protéines de lactosérum
01.7	Desserts lactés (par ex., entremets, yogourts aux fruits ou aromatisés)
01.8	Lactosérum et produits à base de lactosérum, sauf fromage de lactosérum

N°	CATEGORIE D'ALIMENT
14.1.1	Eaux
14.1.1.1	Eaux minérales naturelles et eaux de source
14.1.1.2	Eaux de table et eaux de Seltz
14.1.2	Jus de fruits et de légumes
14.1.2.1	Jus de fruits
14.1.2.2	Jus de légumes
14.1.2.3	Concentrés pour jus de fruits
14.1.2.4	Concentrés pour jus de légumes
14.1.3	Nectars de fruits et de légumes
14.1.3.1	Nectar de fruit
14.1.3.2	Nectar de légume
14.1.3.3	Concentrés pour nectar de fruit
14.1.3.4	Concentrés pour nectar de légume
14.1.4	Boissons à base d'eau aromatisée, y compris les boissons pour sportifs et les boissons « énergétiques » ou « électrolytes », et les boissons concentrées
14.1.4.1	Boissons à base d'eau aromatisée, gazeuses
14.1.4.2	Boissons aromatisée à base d'eau, non gazeuses, y compris punches et poudres du type Kool-aid
14.1.4.3	Concentrés (liquides ou solides) pour la préparation de boissons à base d'eau aromatisée
14.1.5	Café et succédanés du café, thé, infusions et autres boissons chaudes à base de céréales et de grains, à l'exclusion des boissons à base de cacao
14.2	Boissons alcoolisées et produits comparables à teneur faible ou nulle en alcool
14.2.1	Bière et boissons maltées
14.2.2	Cidre et poiré
14.2.3	Vins
14.2.3.1	Vins non pétillants
14.2.3.2	Vins mousseux et pétillants
14.2.3.3	Vins mutés, vins de liqueur et vins doux naturels
14.2.4	Vins (produit à l'aide d'autres fruits que le raisin)
14.2.5	Hydromel
14.2.6	Spiritueux titrant plus de 15 pour cent d'alcool
14.2.7	Boissons alcoolisées aromatisées (exemple : bière, vins et spiritueux du type boisson rafraîchissantes, rafraîchissements à faible teneur en alcool)
15.0	Amuse-gueule salés
15.1	Amuse-gueule salés à base de pommes de terre, de céréales, de farine ou d'amidon (extraits de racines et de tubercules, de légumes secs et de légumineuses)
15.2	Amuse-gueule salés aux fruits à coque transformés, y compris fruits à coque enrobés et les mélanges de fruits à coque (avec, par exemple, des fruits secs)
15.3	Amuse-gueule salés à base de poisson
16.0	Aliments composites - aliments n'entrant pas dans les catégories 01 à 15.

## Annexe E

### LISTE DES ADDITIFS POUVANT ETRE INCORPORES DANS LES DENREES ALIMENTAIRES AINSI QUE LEURS LIMITES MAXIMALES AUTORISEE (SIN 102, SIN 124 )

SIN	Catégories d'aliments	Dose (mg/kg)	Observations
102	Fromages fondus aromatisés	100	Note 194
	Dessert, y compris produits à base de lait aromatisé	150	Note 194
	Sauces, assaisonnement (exemple : poudre de curry), cornichons, condiment, chutney et piccalilli	500	Note 194
	Moutardes	300	Note 194
	Pâtes de poisson et de crustacés	100	Note 194
	Crustacés précuits	250	Note 194
	Surimi	500	Note 194
	Œufs de poisson	300	Note 194
	Poisson fumé	100	Note 194
	« Amuse gueules » : produits secs salés, à base de pommes de terre, de céréales ou d'amidon ou féculés		Note 194
	- amuse-gueules salés, extrudés ou soufflé.	200	
	- autres amuse-gueules salés et arachides, noix ou noisettes salées.	100	
	Crouûtes de fromage comestibles et boyaux comestibles de collagène.	BPF	Notes 192 et 194
	Préparations complètes de régime contre la prise de poids destinées à remplacer un repas ou le régime alimentaire d'une journée	50	Note 194
	Préparations complètes et rapports nutritionnels à prendre sous surveillance médicale	50	Note 194
	Compléments alimentaires/intégrateurs de régime diététique liquides	100	Note 194
	Compléments alimentaires/intégrateurs de régime diététique solides	300	Note 194
	Potages	50	Notes 192 et 194
	Succédanés de viande et poisson à base de protéines végétales	100	Notes 192 et 194
	Boissons spiritueuses (y compris les produits les produits ayant moins de 15% d'alcool en volume)	200	Note 194
Vins et boissons aromatisées à base de vin	200	Note 194	
Vins de fruits (tranquilles ou pétillants) Cidre (à l'exception du cidre bouché) et poiré Vin de fruits, cidre et poiré aromatisés	200	Note 194	
102	Boissons aromatisées sans alcool	100	Note 194
	Fruits et légumes confits	200	Note 194
	Conserves de fruits rouges	200	Note 194
	Confiserie	300	Note 194
	Décorations enrobages	500	Note 194
	Boulangerie fine (exemple : viennoiseries, biscuits, gâteaux et gaufrettes)	200	Note 194
	Glaces alimentaires	150	Note 194

SIN	Catégories d'aliments	Dose (mg/kg)	Observations
124	Boissons lactées, aromatisées et/ou fermentées (exemple : cacao, lait de poule, yaourt à boire, boissons à base de lactosérum)	150	Notes 52 et 161
	Fromage frais	100	Notes 3 et 161
	Croûte de fromage affiné	100	
	Fromages fondus aromatisés, y compris ceux contenant des fruits, des légumes, de la viande, etc.	100	Note 192
	Produits similaires au fromage	100	Note 3
	Desserts lactés (exemple : crème-desserts, yaourts aux fruits ou aromatisés)	150	Note 161
	Desserts à base de matière grasse (à l'exception des desserts lactés de la catégorie 01.7)	50	
	Glaces de consommation incluant les sorbets	50	
	Fruits en conserve ou en bocal (pasteurisés)	300	Note 161
	Confitures, gelées et marmelades	100	Note 161
	Pâtes à tartiner à base de fruits (exemple: « chutney ») excluant les produits de la catégorie 04.1.2.5	500	Note 161
	Fruits et légumes confits	200	Note 161
	Préparations à base de fruits, incluant les pulpes, les coulis, les nappages à base de fruits	50	Notes 161 et 182
	Desserts à base de fruits, incluant les desserts à base d'eau aromatisée aux fruits	50	Note 161
	Garnitures à base de fruits utilisées en pâtisserie	50	Note 161
	Produits à base de légumes fermentés (y compris les champignons, les racines et les tubercules, les légumes secs et les légumineuses, aloès ordinaire) et d'algues marines, à l'exception des produits à base de soja fermenté des catégories 06.8.6, 06.8.7, 12.9.1, 12.9.2.1 et 12.9.2.3	500	Note 161
	Autres produits à base de cacao et de chocolat	300	Note 183
	Produits d'imitation du chocolat et succédanés de chocolat	50	
	Confiseries, autres que celles mentionnées aux catégories 05.1, 05.3 et 05.4, incluant les confiseries dures et tendres, nougats, etc.	300	Note 161
	Gomme à mâcher (chewing-gum)	300	
	Décorations (pour boulangerie fine), nappages (autres que ceux à base de fruits) et sauces sucrées	50	
	Desserts à base de céréales et d'amidon (exemple : gâteaux de riz, gâteaux de tapioca)	50	
	Produits et préparations de boulangerie fine (sucrés, salés, épicés)	50	
	Boyaux comestibles (par exemple, pour saucisses)	500	Notes 16 et 192
	Poisson, filets de poissons et produits de la pêche panés et surgelés, incluant les mollusques, les crustacés et les échinodermes	500	Notes 16 et 95
	Produits de la pêche hachés et en sauce surgelés, incluant les mollusques, les crustacés et les échinodermes	500	Notes 16 et 95
	Poisson et produits de la pêche cuits	500	Note 95
Mollusques et crustacés et échinodermes cuits	250		
Poisson et produits de la pêche, fumés, séchés, fermentés et/ou salés, incluant les mollusques, les crustacés et les échinodermes	100	Note 22	
Succédanés de saumon, de caviar et d'autres produits à base d'œufs de poisson	500		

SIN	Catégories d'aliments	Dose (mg/kg)	Observations
124	Poisson et produits de la pêche en semi-conserve, incluant les mollusques, les crustacés et les échinodermes (exemple : la pâte de poisson), autres que les produits des catégories 09.3.1 à 09.3.3	100	
	Poisson et produits de la pêche en conserve, incluant les produits fermentés ou en boîte, incluant les mollusques, les crustacés et les échinodermes	500	
	Œufs frais	500	Note 4
	Desserts à base d'œufs (exemple : crème anglaise)	50	
	Autres sucres et sirops (exemple : xylose, sirop d'érable, nappages à base de sucre)	300	Note 159
	Assaisonnements et condiments	500	
	Moutardes	300	
	Potages et bouillons	50	Note 192
	Sauces et produits similaires	50	Note 192
	Salades (exemple : salades de pâtes, salades de pommes de terre) et pâtes à tartiner pour sandwich (à l'exception des pâtes à tartiner à base de cacao et de noisettes des catégories 04.2.2.5 et 05.1.3)	200	
	Aliments diététiques destinés à des usages médicaux particuliers (à l'exception des produits de la catégorie 13.1)	50	
	Aliments diététiques pour régimes amaigrissants	50	
	Aliments diététiques (exemple : les aliments complémentaires à usage diététique) autres que les produits des catégories 13.1 à 13.4 et 13.6	300	
	Compléments alimentaires	300	
	Boissons à base d'eau aromatisée, incluant les boissons pour sportifs et les boissons « énergétiques » ou « électrolytes », et les boissons concentrées	50	
	Spiritueux contenant plus de 15 pour cent d'alcool	200	
	Boissons alcoolisées aromatisées (exemple : boissons rafraîchissantes dérivées de bière, de vin et de spiritueux, rafraîchissements à faible teneur en alcool)	200	
	Amuse-gueules à base de pommes de terre, de céréales, de farine ou d'amidon (extraits de racines et de tubercules, de légumes secs et de légumineuses)	200	
	Fruits à coque transformés, incluant les fruits à coque enrobés et les mélanges de fruits à coque (exemple, des fruits secs)	100	

**Annexe F :**  
**Liste exhaustive des additifs (colorants).**

Partie B du journal officiel de l'union européenne  
RÈGLEMENT (UE) N o 1129/2011 DE LA COMMISSION du 11 novembre 2011 modifiant l'annexe II du règlement (CE) n o 1333/2008 du Parlement européen et du Conseil en vue d'y inclure une liste de l'Union des additifs alimentaires.

PARTIE B	
LISTE EXHAUSTIVE DES ADDITIFS	
1. Colorants	
Numéro E	Dénomination
E 100	Curcumine
E 101	Riboflavines
E 102	Tartrazine
E 104	Jaune de quinoléine
E 110	Sunset Yellow FCF/jaune orange S
E 120	Cochenille, acide carminique, carmins
E 122	Azorbine, carmoisine
E 123	Amarante
E 124	Ponceau 4R, rouge cochenille A
E 127	Erythrosine
E 129	Rouge allura AC
E 131	Bleu patenté V
E 132	Indigotine, carmin d'indigo
E 133	Bleu brillant FCF
E 140	Chlorophylles et chlorophyllines

Numéro E	Dénomination
E 141	Complexes cuivre-chlorophylles et cuivre-chlorophyllines
E 142	Vert S
E 150a	Caramel ordinaire (°)
E 150b	Caramel de sulfite caustique
E 150c	Caramel ammoniacal
E 150d	Caramel au sulfite d'ammonium
E 151	Noir brillant BN, noir PN
E 153	Charbon végétal médicinal
E 155	Brun HT
E 160a	Caroténoïdes
E 160b	Rocou, bixine, norbixine
E 160c	Extrait de paprika, capsanthine, capsorubine
E 160d	Lycopène
E 160e	$\beta$ -apocaroténal-S' (C 30)
E 161b	Lutéine
E 161g	Canthaxanthine (°)
E 162	Rouge de betterave, bétanine
E 163	Anthocyanes
E 170	Carbonate de calcium
E 171	Dioxyde de titane
E 172	Oxyde et hydroxyde de fer
E 173	Aluminium
E 174	Argent
E 175	Or
E 180	Lithol-rubine BK



## Annexe G :

Les cartes d'identités des 29 principaux colorants utilisés à l'heure actuelle. Les colorants les plus toxiques sont **en gras**.

Code	Nom usuel	Origine	Utilisation	D.J.A	Effet(s) sur la santé
E 100	Curcumine	Extrait du curcuma	Moutarde, potages, produits laitiers	Aucune	A forte dose, stimule les sécrétions biliaires
E 101	Riboflavine	Origine végétale	Produits laitiers, pâtisserie, desserts	Aucune	Bénéfique car c'est la vitamine B2
<b>E 102</b>	<b>Tartrazine</b>	<b>Synthétique</b>	<b>Nombreux aliments et médicaments</b>	<b>7,5</b>	<b>Rend hyperactif, cancérigène, mutagène</b>
E 104	Jaune de quinoléine	Synthétique	Liqueurs, boissons, bonbons	0,75	Cancérigène ; interdit en Australie, U.S.A
E 110	Jaune-orangé S	Synthétique	Nombreux aliments	2,5	Rend hyperactif, cancérigène, tumeurs rénal chez les animaux. Cancérigène ?
E 120	Cochenille, Carmin	Origine animale	Apéritifs, charcuterie, produits laitiers	Aucune	Risque d'intolérance mineure
<b>E 122</b>	<b>Azorubine</b>	<b>Synthétique</b>	<b>Nombreux aliments</b>	<b>2,0</b>	<b>Rend hyperactif, cancérogénicité controversée</b>
<b>E 123</b>	<b>Amarante</b>	<b>Synthétique</b>	<b>Caviar seulement en France (très réglementé), interdite aux Etats-Unis</b>	<b>0,75</b>	<b>Rend hyperactif, cancérigène, dépôts calcaires dans les reins chez les animaux</b>
<b>E 124</b>	<b>Rouge cochenille</b>	<b>Synthétique</b>	<b>Nombreux aliments</b>	<b>0,15</b>	<b>Rend hyperactif, cancérigène</b>
<b>E 127</b>	<b>Erythrosine</b>	<b>Synthétique</b>	<b>Bonbons, fruits au sirop, fruits confits</b>	<b>2,5</b>	<b>Cancer thyroïde chez les animaux, influence sur les fonctions nerveuses</b>
E 131	Bleu patenté V	Synthétique	Glaces, bonbons, liqueurs	2,5	Cancérogénécité non établie, interdit en Australie
E 132	Indigotine	Synthétique	Nombreux aliments	5,0	Innocuité très mal connue
E 140	Chlorophylle	Naturel végétal	Très rare en France	Aucune	Considéré inoffensif

E 141	Cuivre + chlorophylle	Naturel + cuivre	Très rare en France	15,0	Problématique pour certaines maladies
E 142	Vert acide brillant	Synthétique	Bonbons, desserts, liqueurs	5,0	Serait cancérigène
E 151	Caramel	Naturel végétal (issu du maïs transgénique)	Nombreux aliments	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 151	Noir brillant BN	Synthétique	Bonbons, glaces	0,75	Rend hyperactif, diminue activité enzymes
E 153	Charbon végétal médicinal	Naturel végétal	Nombreux aliments, autorisé en France pour le fromage de chèvre biologique	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 160*	Caroténoïdes	Naturel ou synthétique	Nombreux aliments	Aucune	Bénéfique car c'est la vitamine A
E 161*	Xanthophylles	Naturel végétal	Potages, charcuteries, condiments	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 162*	Bétanine	Naturel végétal	Nombreux aliments	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 163*	Anthocyanes	Naturel végétal	Très rare en France	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 170	Carbonate de calcium	Minérale	Très rare en France, utilisé pour toute l'A.B	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 171	Dioxyde de titane	Minérale	Très rare en France	Aucune	Cancérogénicité non établie
E 172	Oxydes de fer	Minérale	Rare en France, utilisé pour certains aliments de l'A.B	Aucune	Considéré comme inoffensif
E 173	Aluminium	Minérale	Enrobage des confiseries au sucre	Aucune	Suspecter de faire apparaître la maladie d'Alzheimer
E 174	Argent	Minérale	Enrobage des confiseries au sucre	Aucune	Empoisonnement des reins
E 175	Or	Minérale	Enrobage des confiseries au sucre	Aucune	Perturbation formule sanguine
E 180	Pigment rubis	Synthétique	Seulement croûtes de fromage comestibles	Aucune	Rend hyperactif, cancérigène ?

## ANNEXE H

Tableau : Les combinaisons à éviter

<b>Danger : combinaisons à éviter absolument</b>		
E210 a E213 Conservateurs	+	E102 E104 E110 E122 E124 E129 Colorants
E200 a E203 Conservateurs	+	E249 a E252 Conservateurs
E200 a E203 conservateurs	+	E220 a E228 Conservateurs
E133 Colorant	+	E621 Exhausteur de goût
E104 Colorant	+	E951 Edulcorant
E952 Edulcorant	+	E954 Edulcorant

**Annexe I :**  
**Spectre des étalons :**  
**Spectres des colorants liquides**

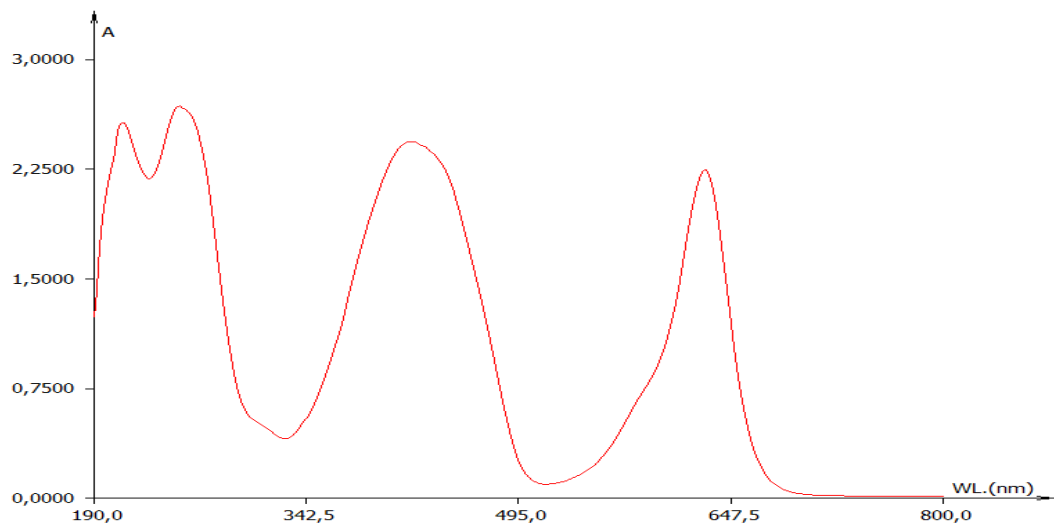


Figure 1 : Colorants L01 Vert

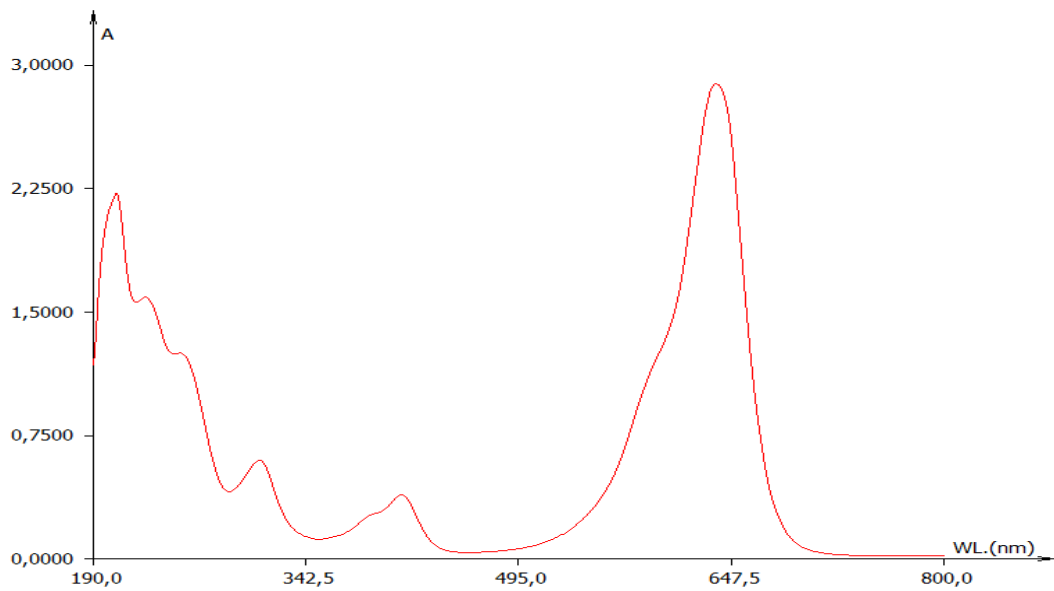
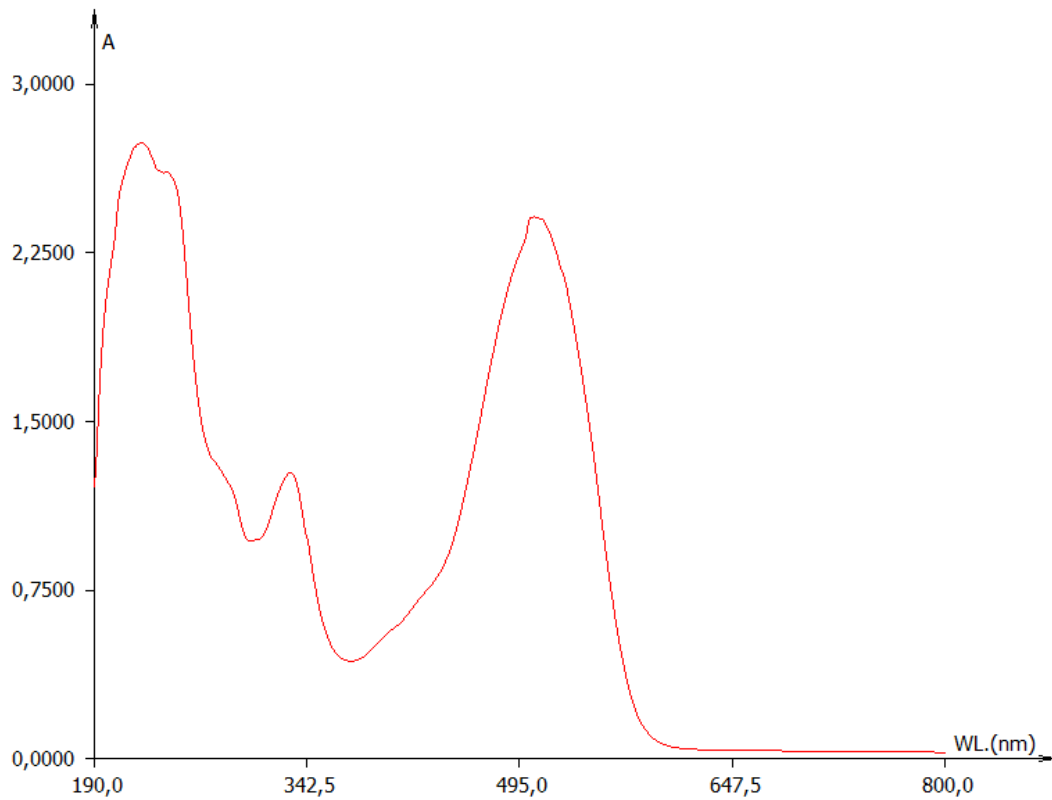
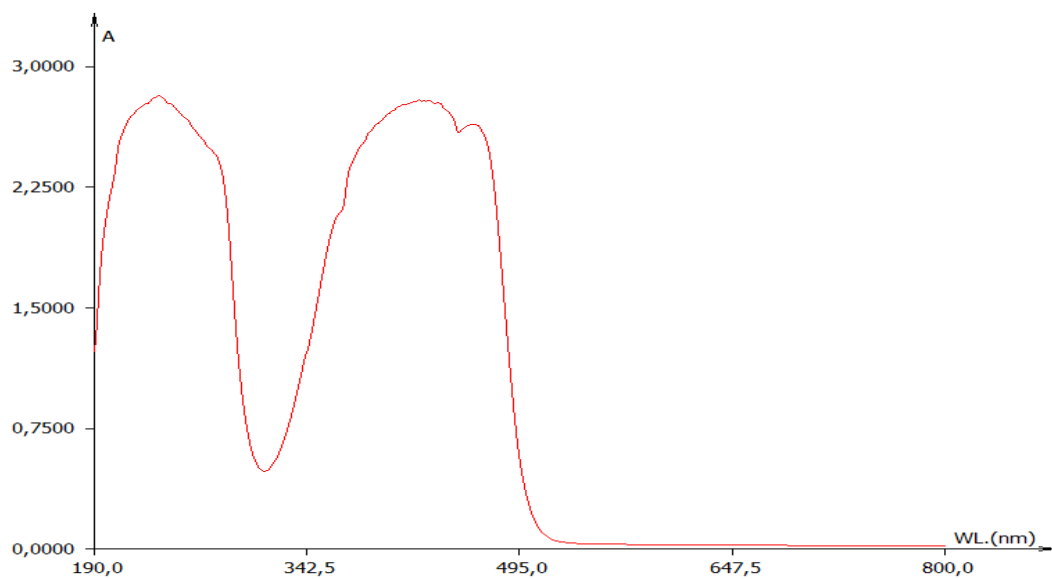


Figure 2 : Colorant L02 Bleu



**Figure 3** : colorant L04 Rose foncé



**Figure 4** : Colorants L05 Jaune

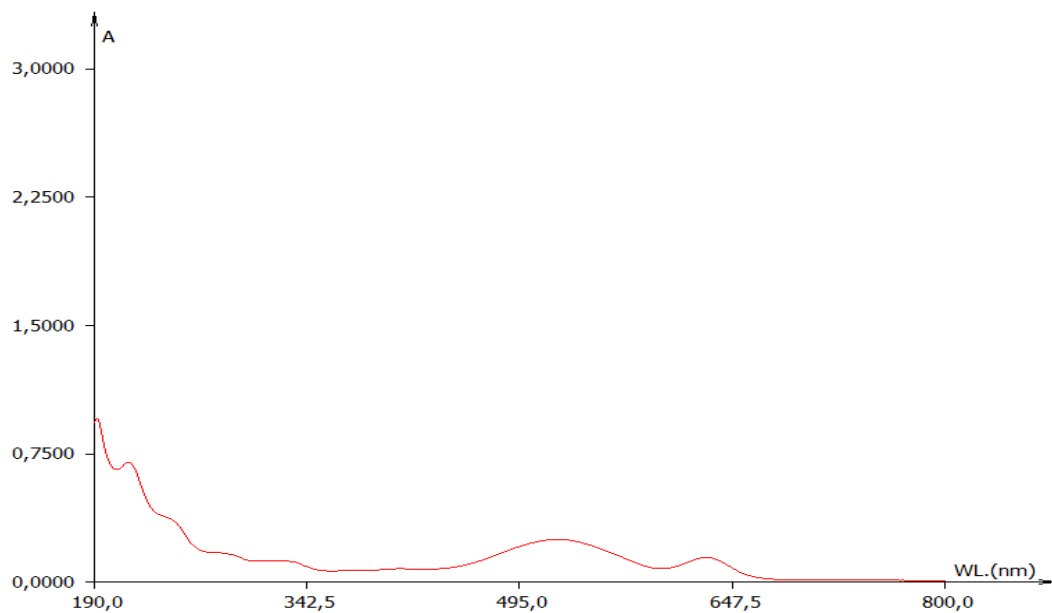


Figure 5 : Colorants L06 Violet

## Spectres des colorants en poudres

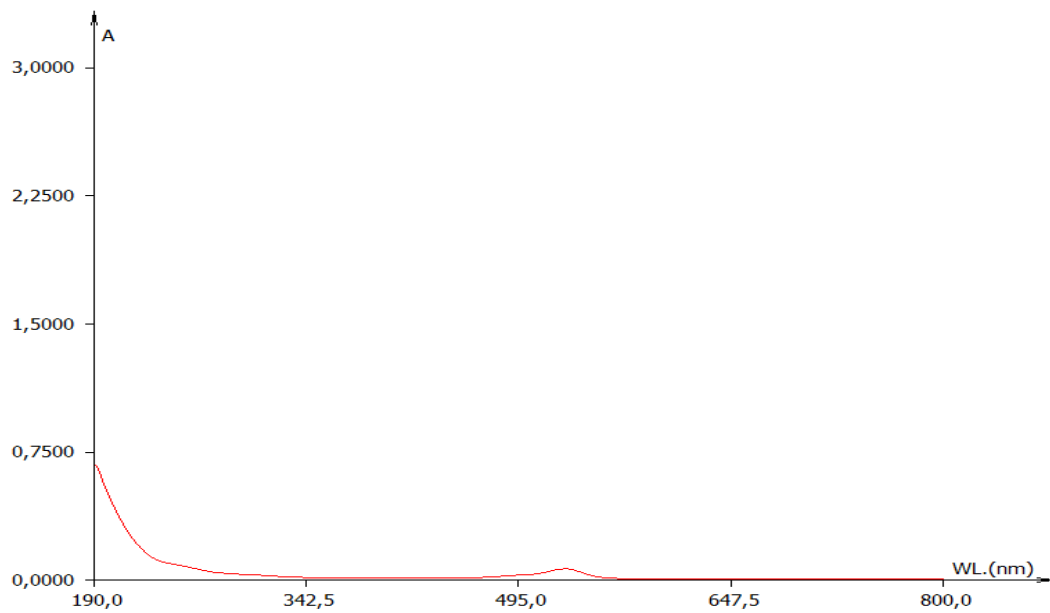


Figure 06 : Colorant P 01 Rose claire

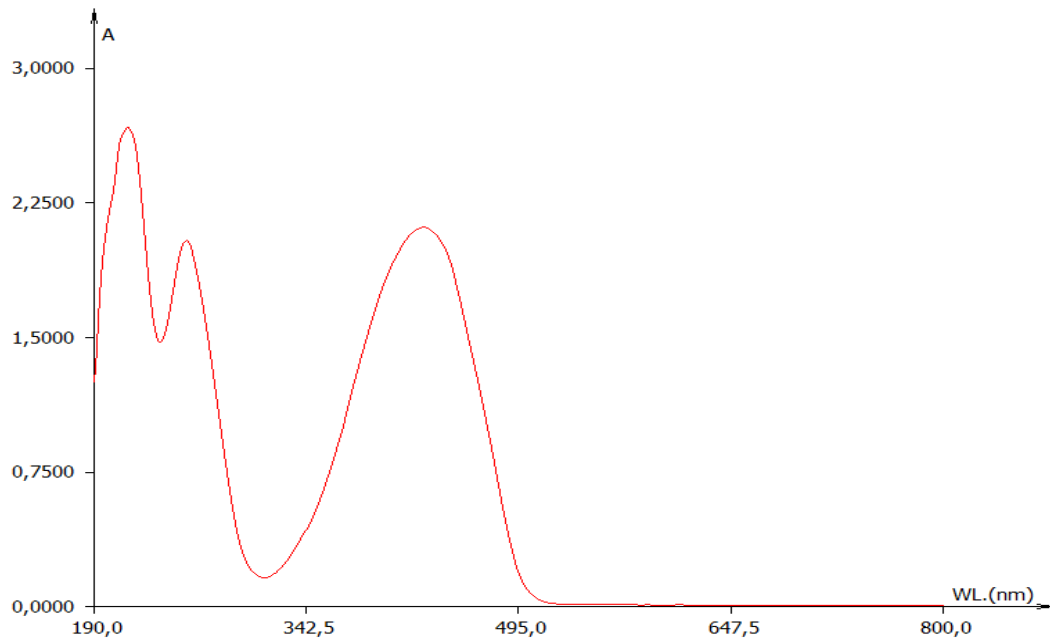


Figure 07 : Colorants P02 Orange

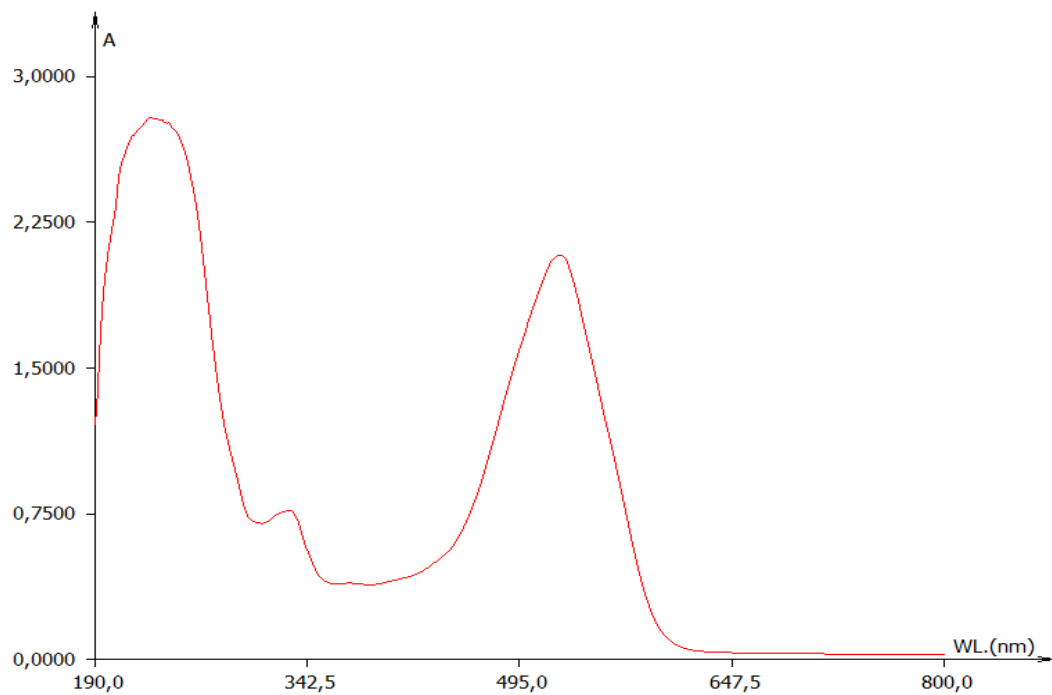


Figure 08 : colorant L 03 rouge clair

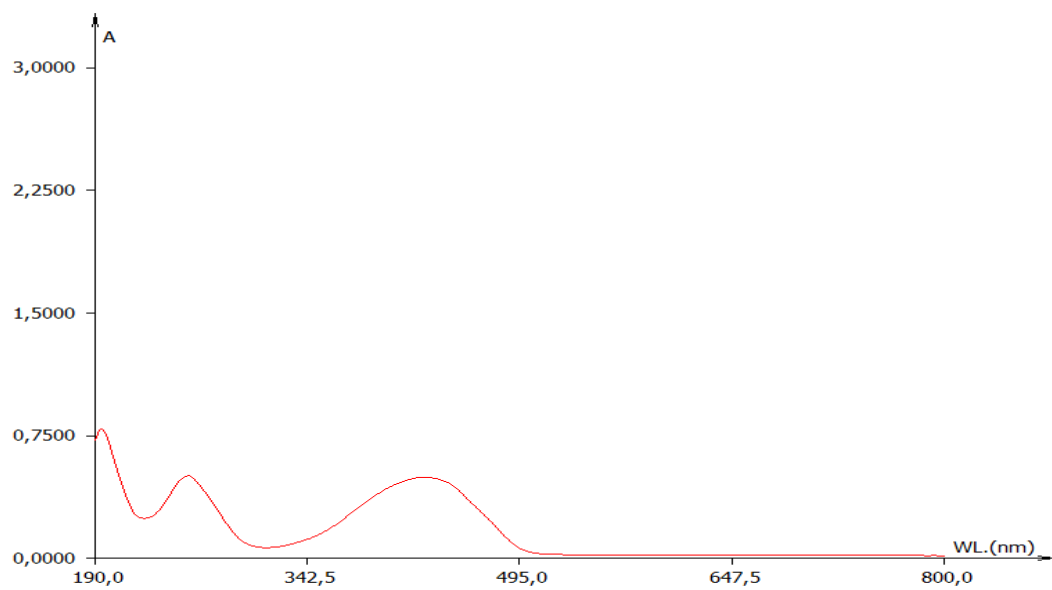
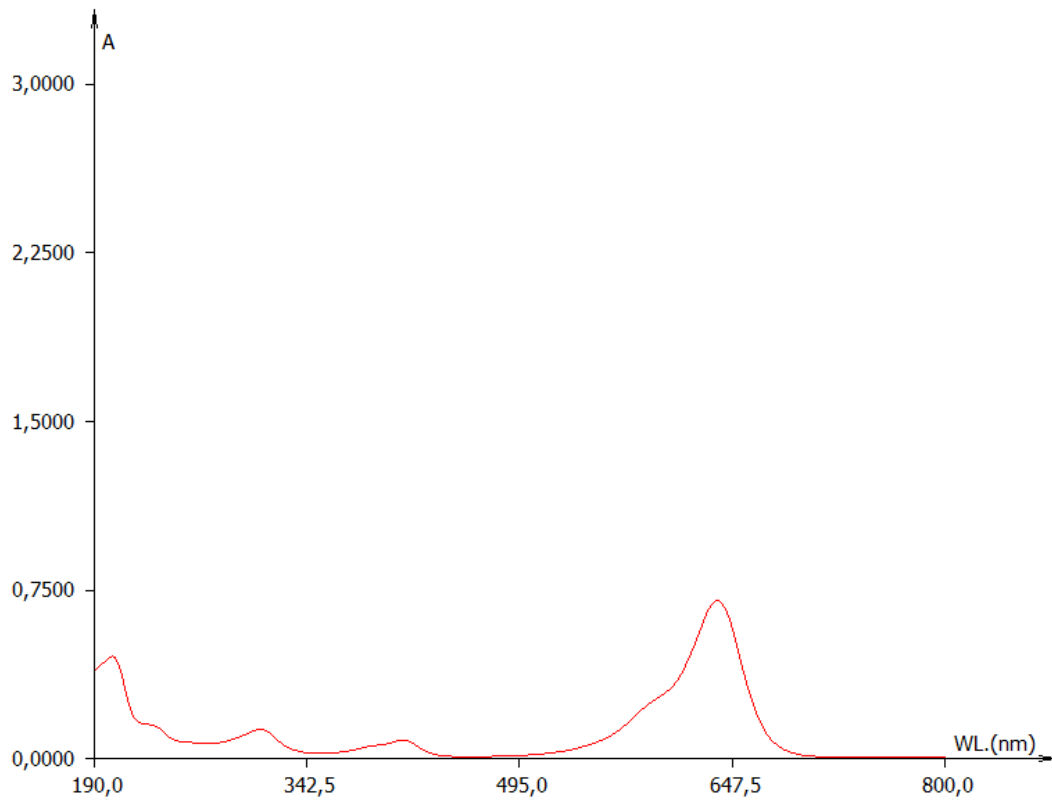
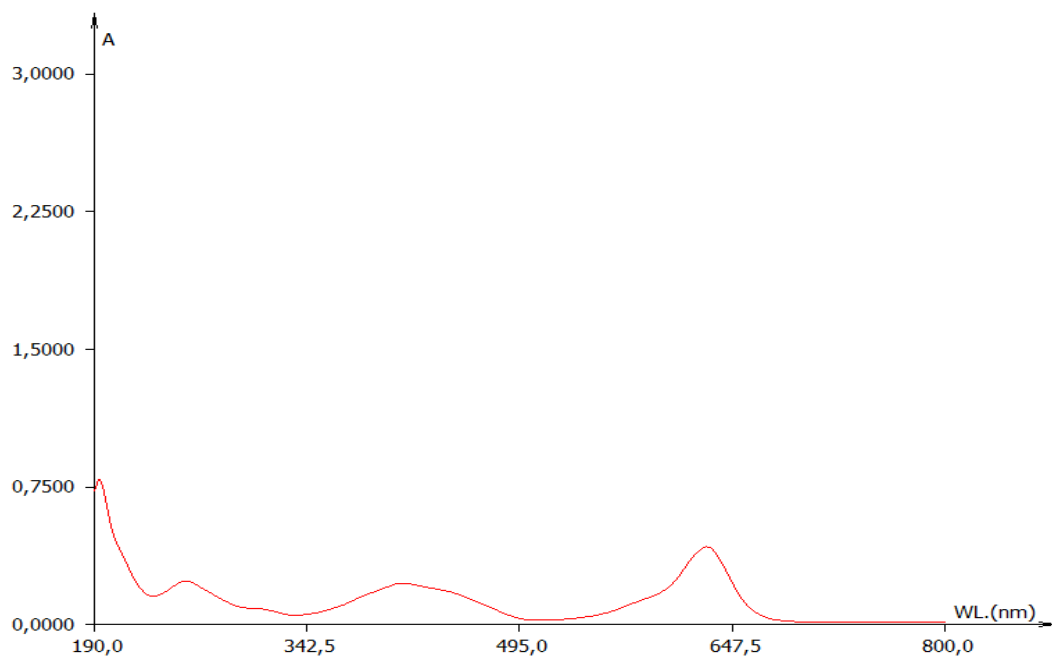


Figure 09 : colorant P03 jaune 1





**Figure 10** : Colorant P04 Vert pistache



**Figure 11** : Colorant P 05 Vert 1

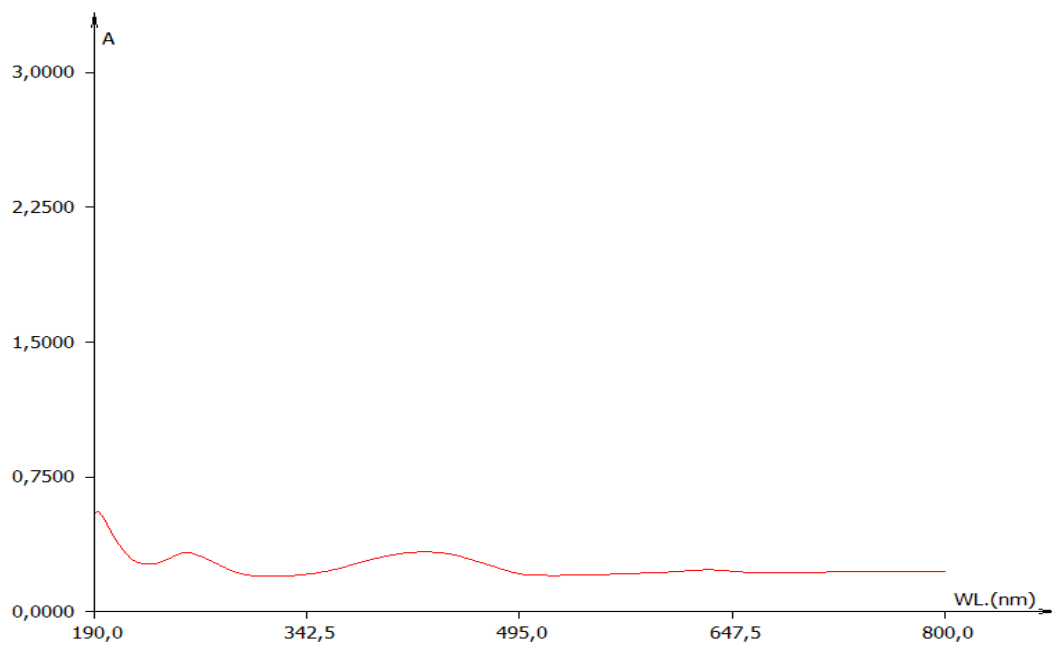


Figure 12 : Colorant P06 Bleu claire

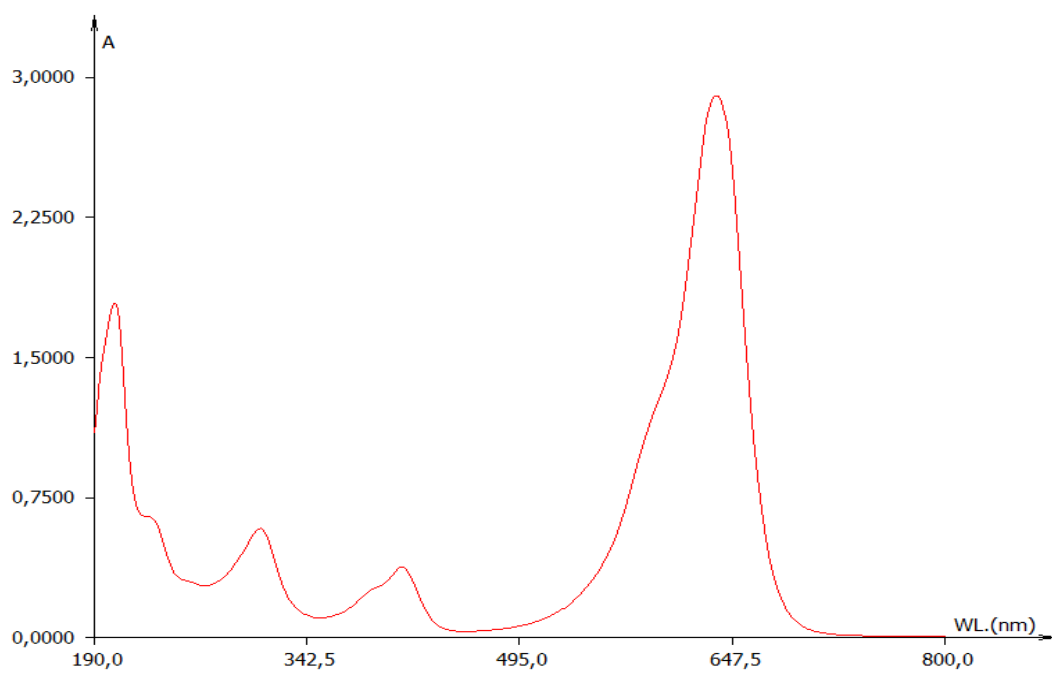


Figure 13 : Colorant P07 Bleu foncé

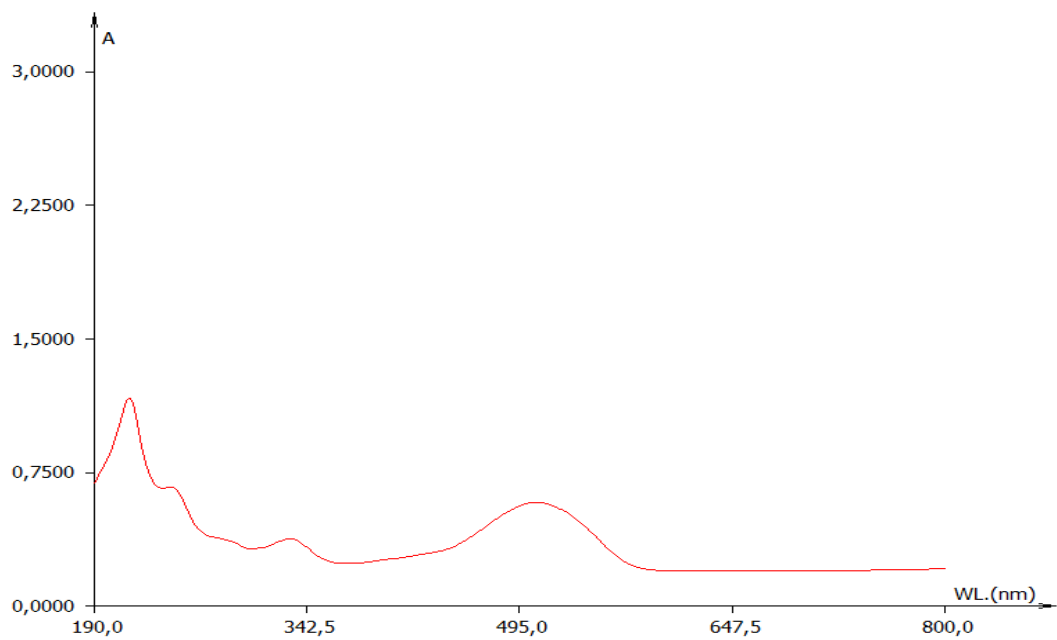


Figure 14 : Colorant P09 Rouge

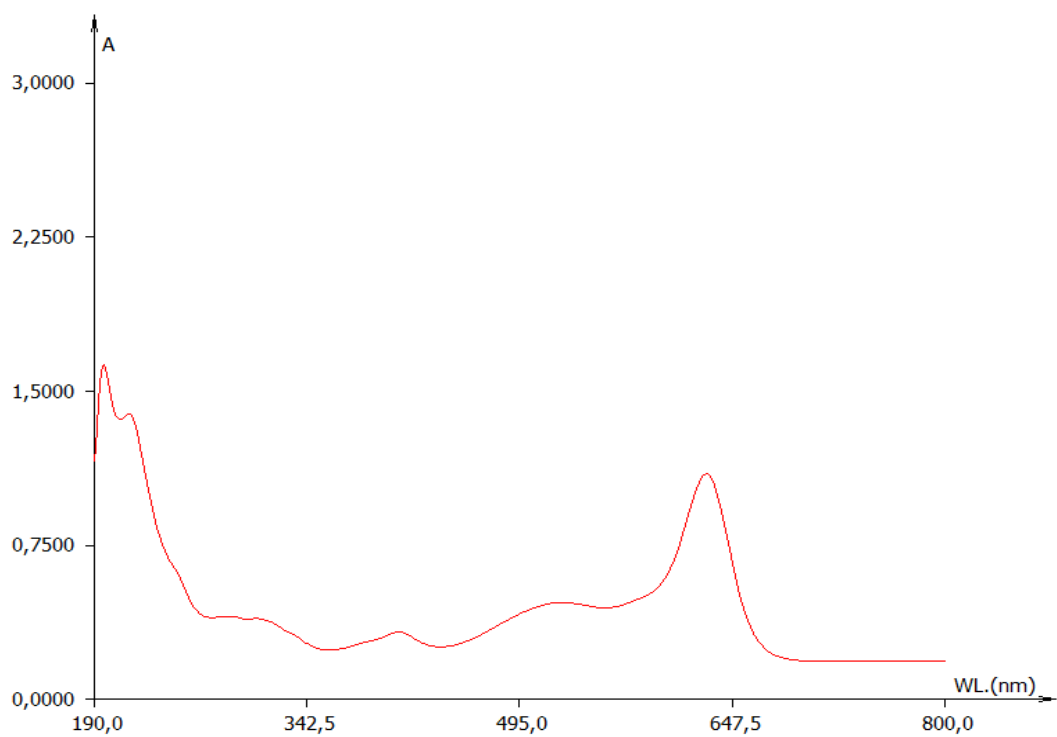
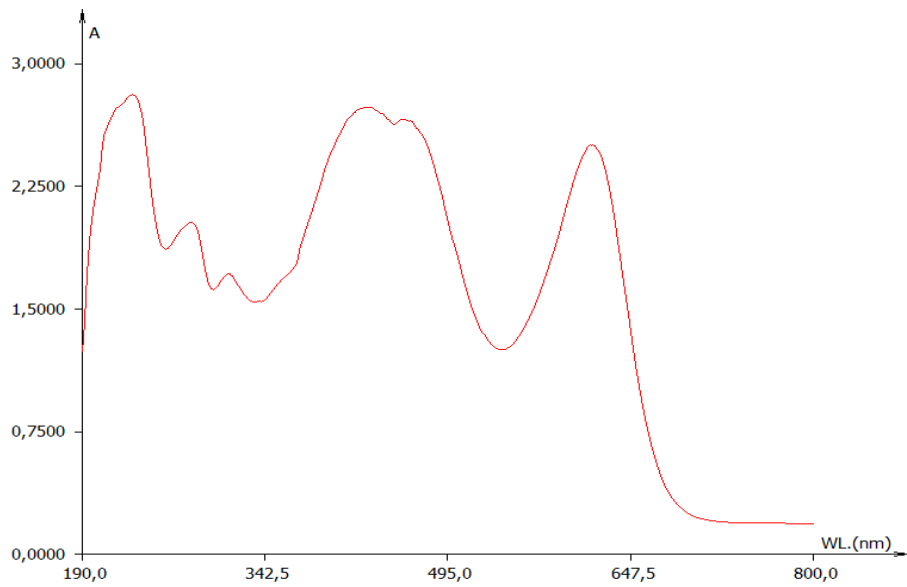
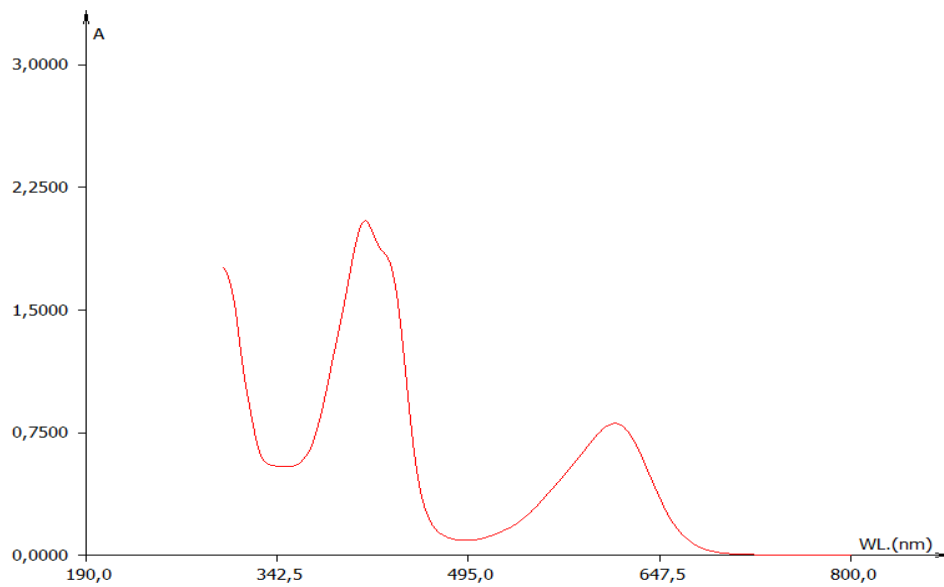


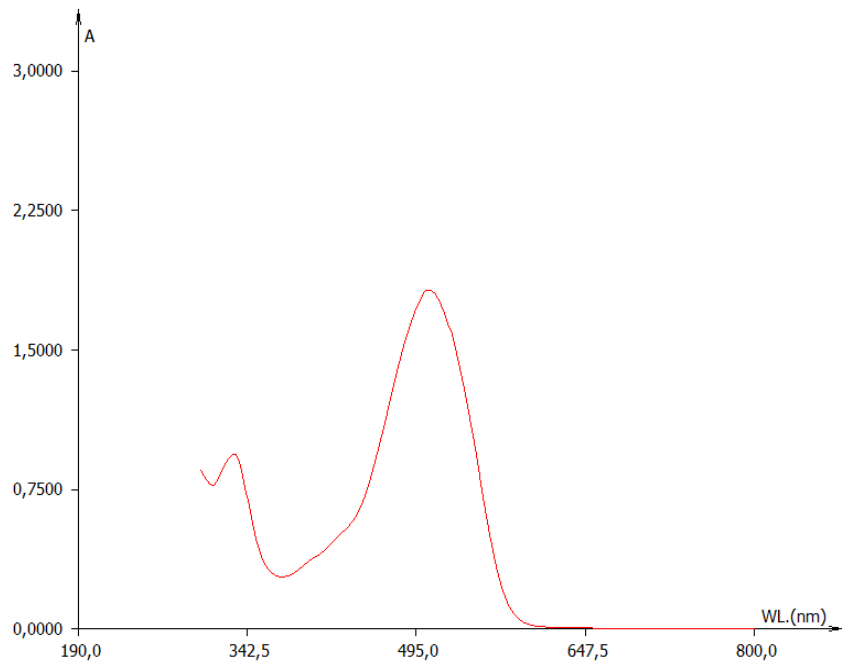
Figure 15 : colorant p10 violet



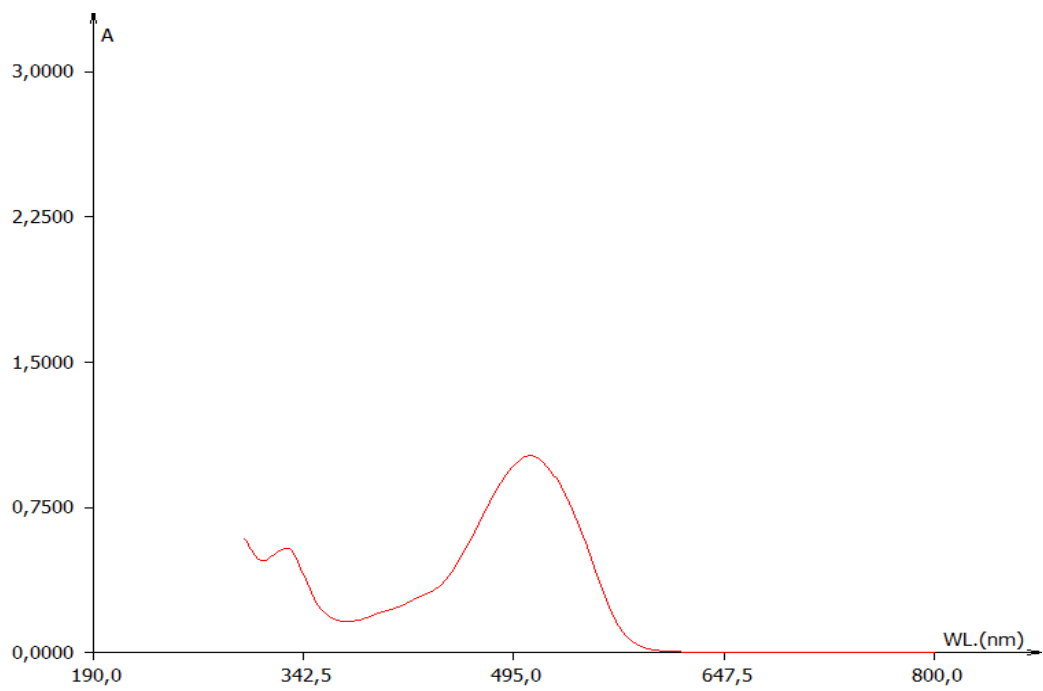
**Figure 16** : colorant P11 bleu brillant



**Figure 17** : colorant P10 vert menthe



**Figure 18** : Colorants P12 rouge fraise



**Figure 19** : colorants P13 rouge rose

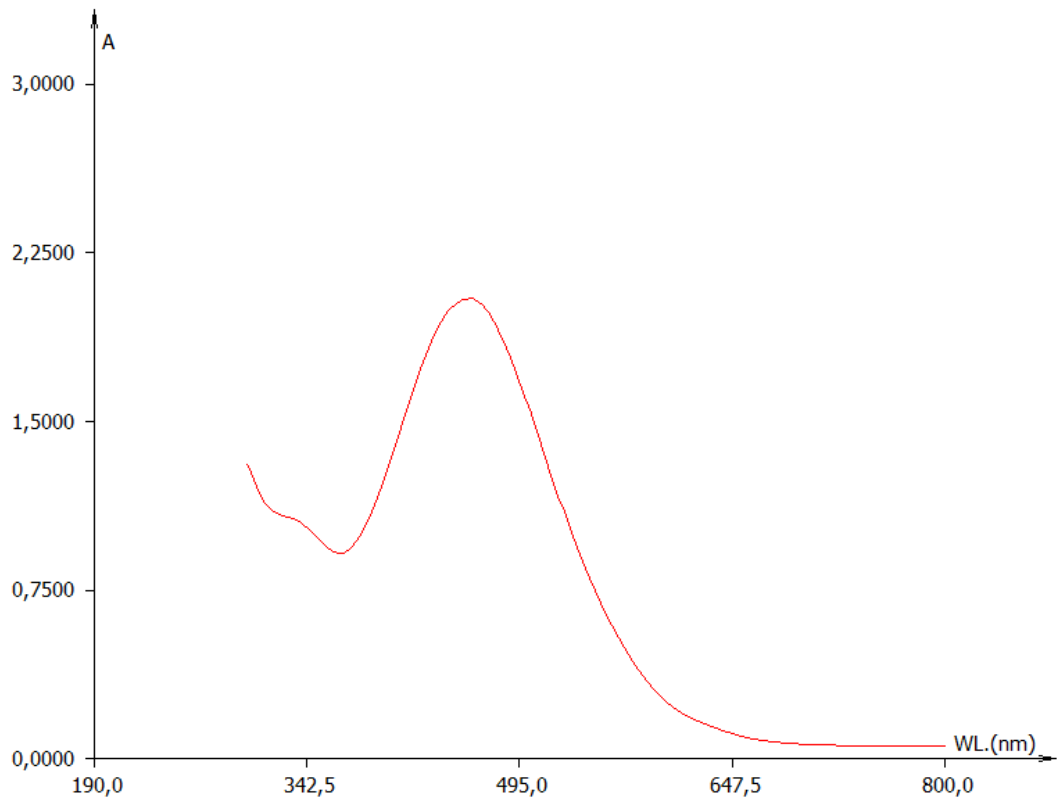


Figure 20 : colorants P14 marron

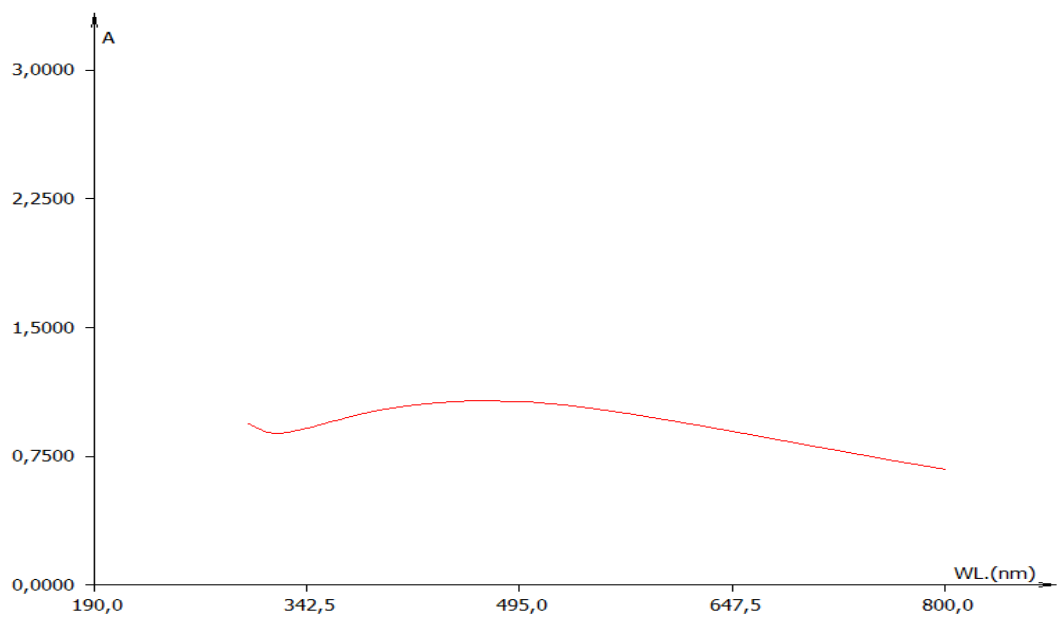


Figure 21 : colorants P15 bleu

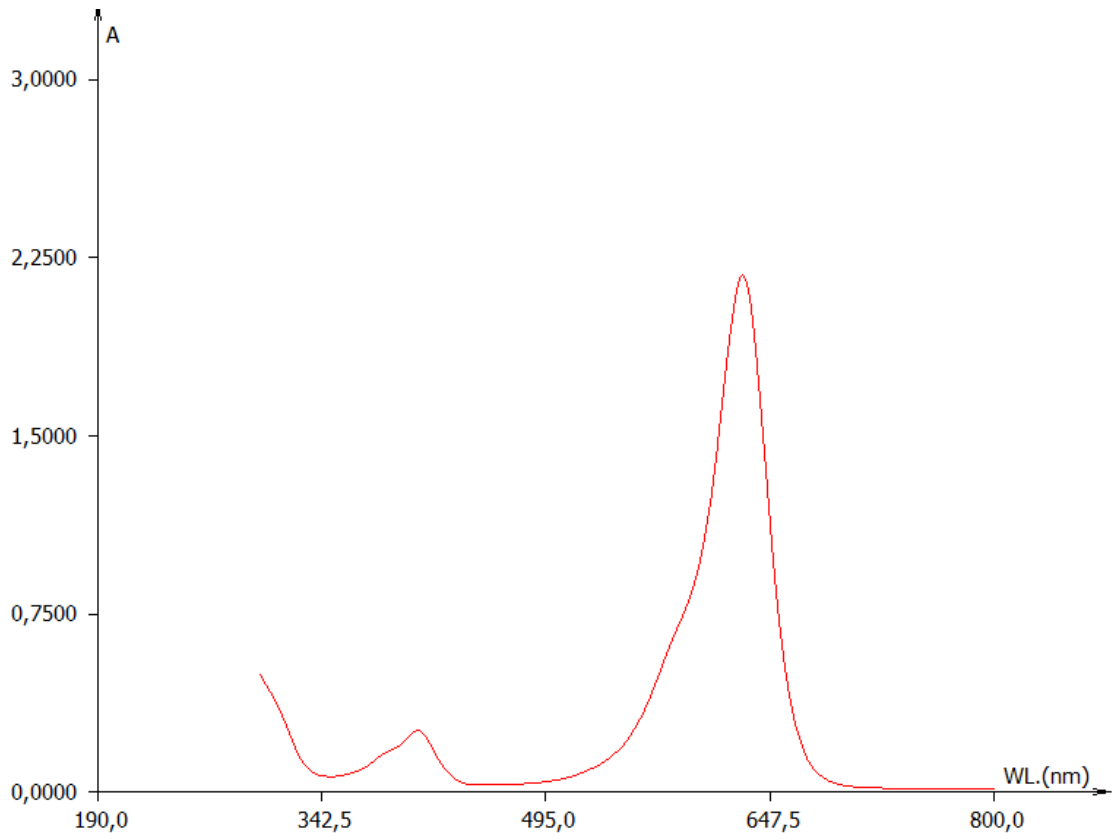


Figure 22 : colorants P16 jaune 2

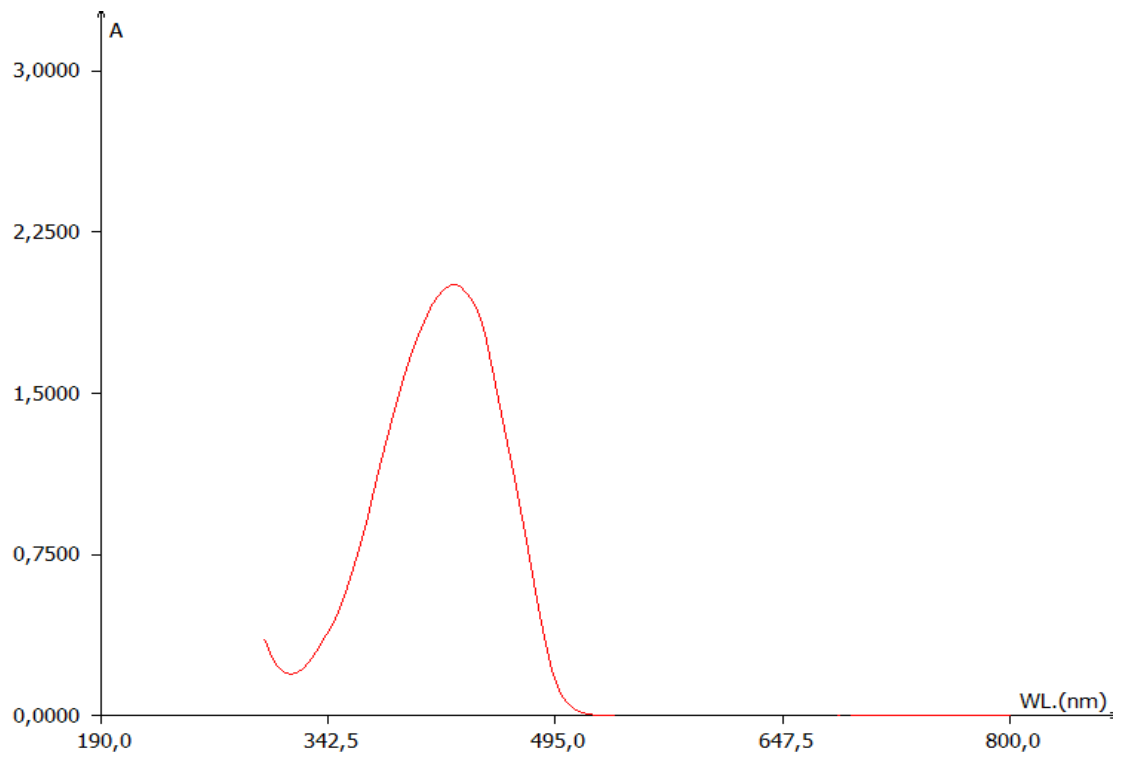


Figure 23 : colorants P17 rose 2

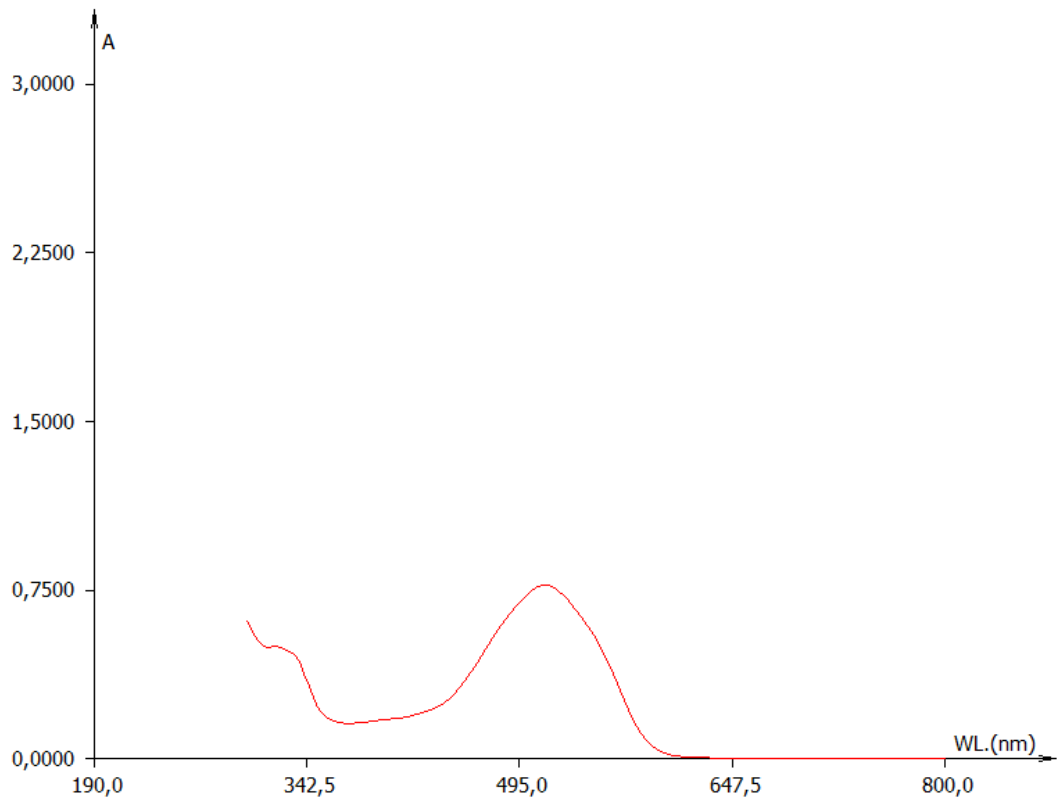


Figure 24 : colorants P18 jaune 3

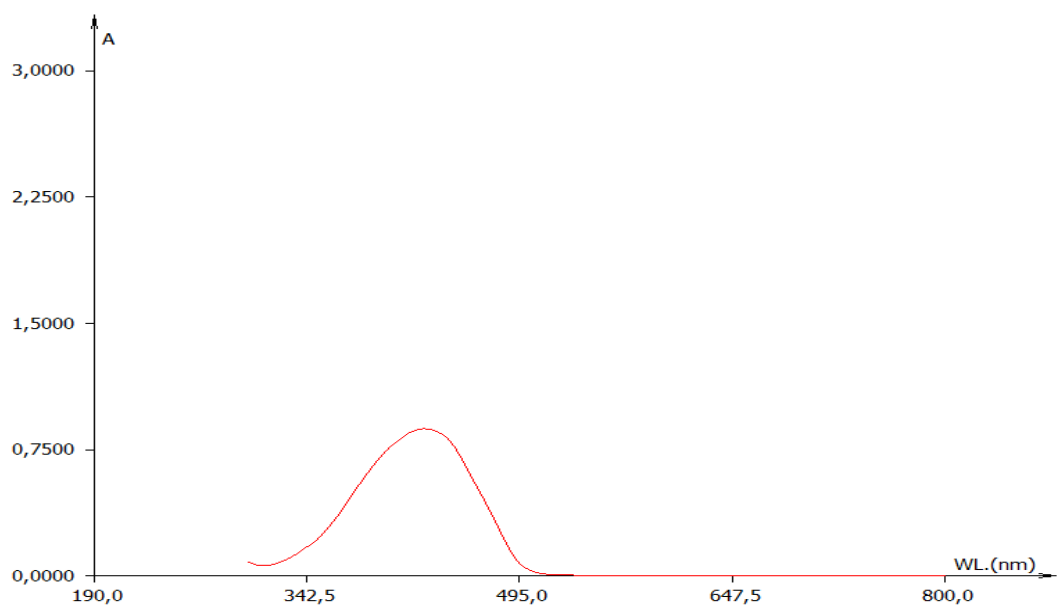


Figure 25 : colorants P 19 vert



## Annexe I

### Spectre d'échantillon codifiés

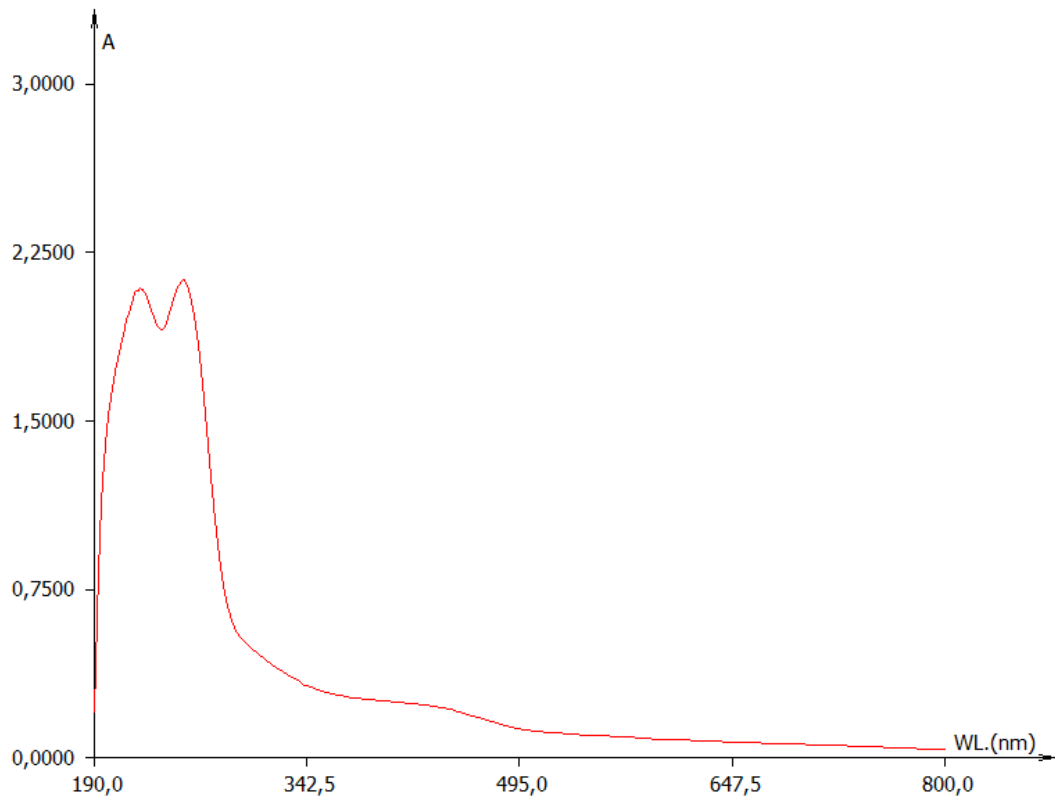


Figure 27 : Echantillons 1 flash

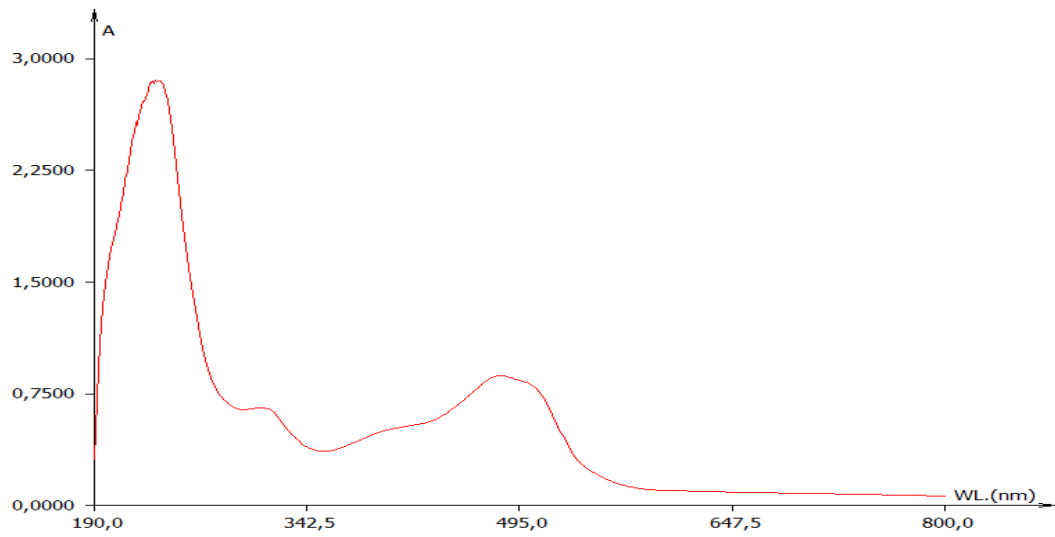


Figure 28 : Echantillon 2 bbi

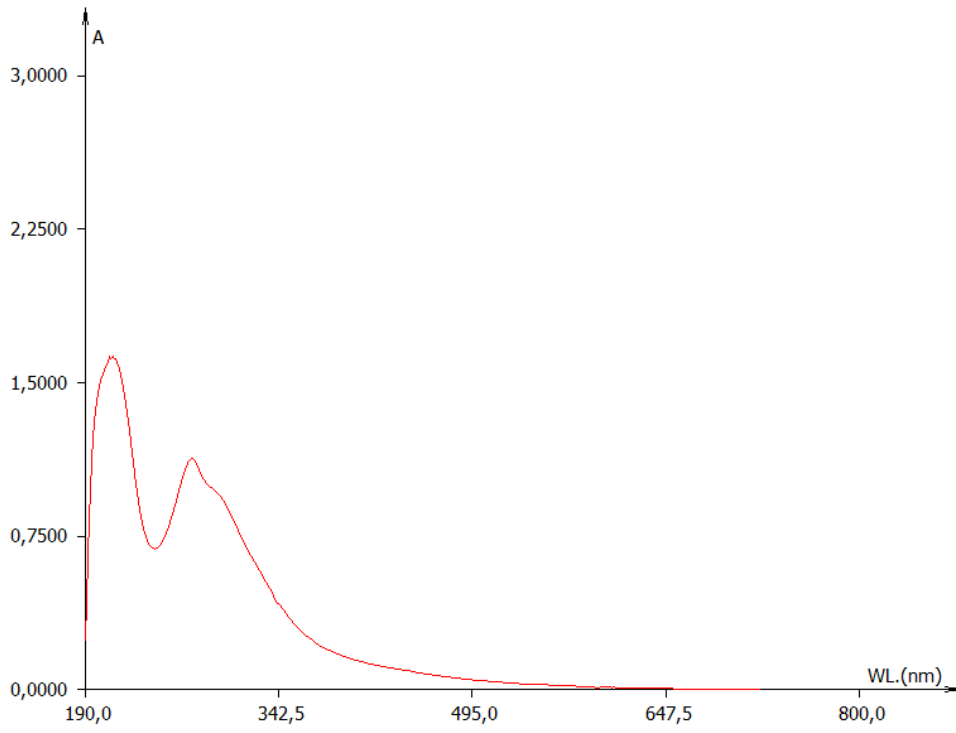


Figure 29 : Echantillon 4 jus

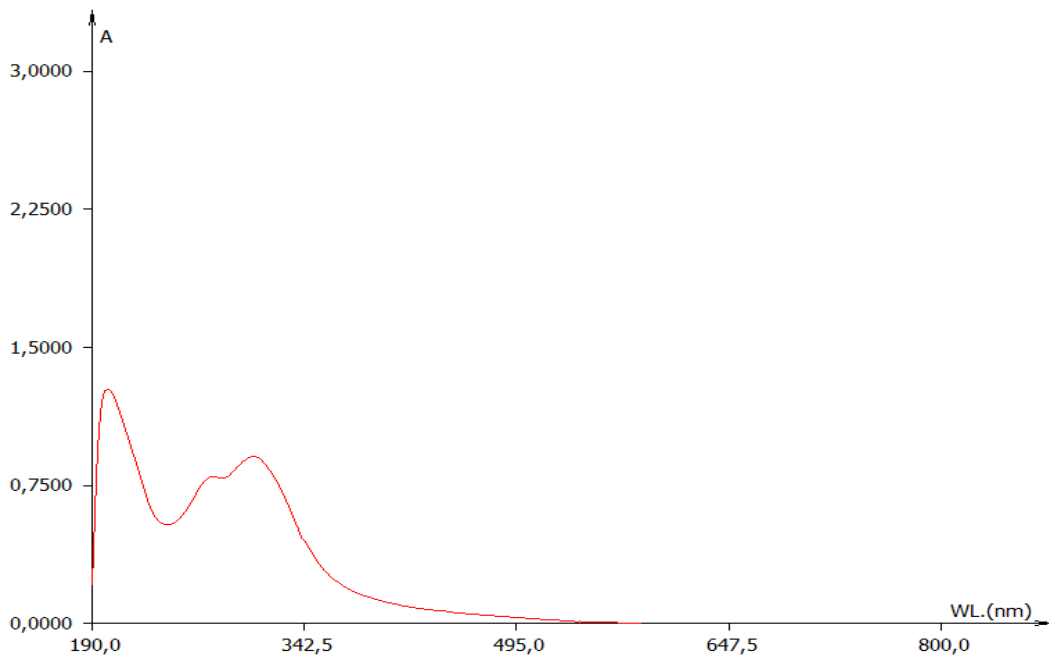


Figure 30 : Echantillon 5 bonbon jaune

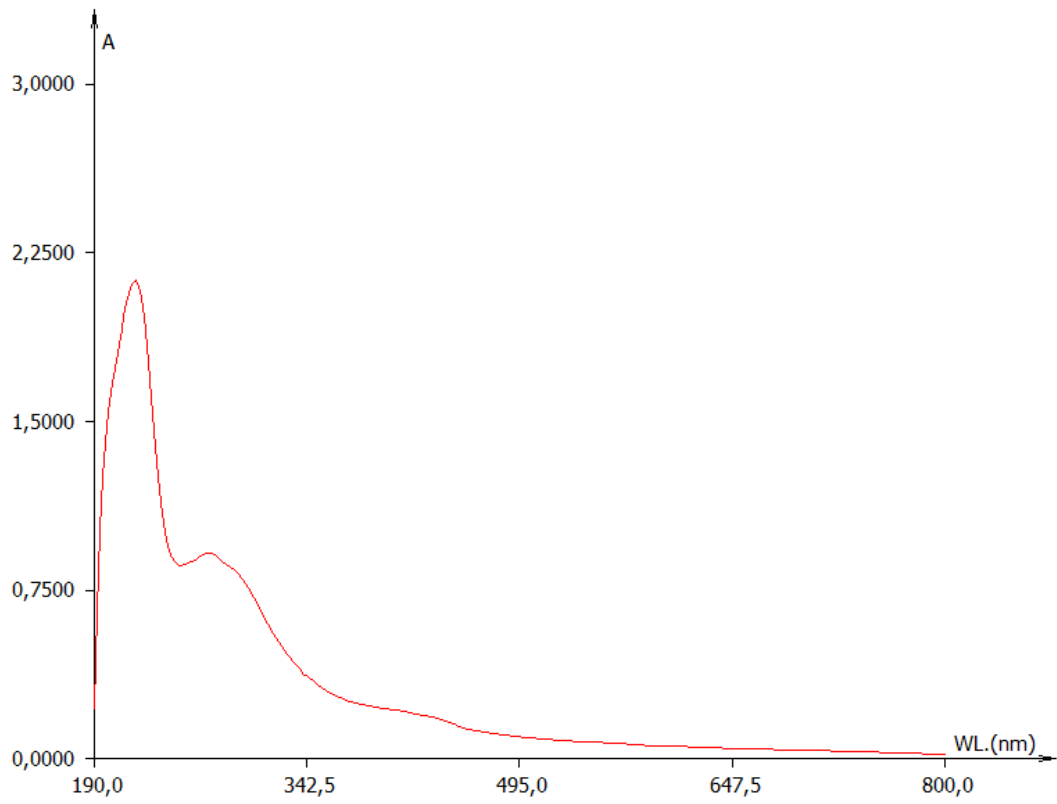


Figure 31 : Echantillon 6 mozaia citron jaune

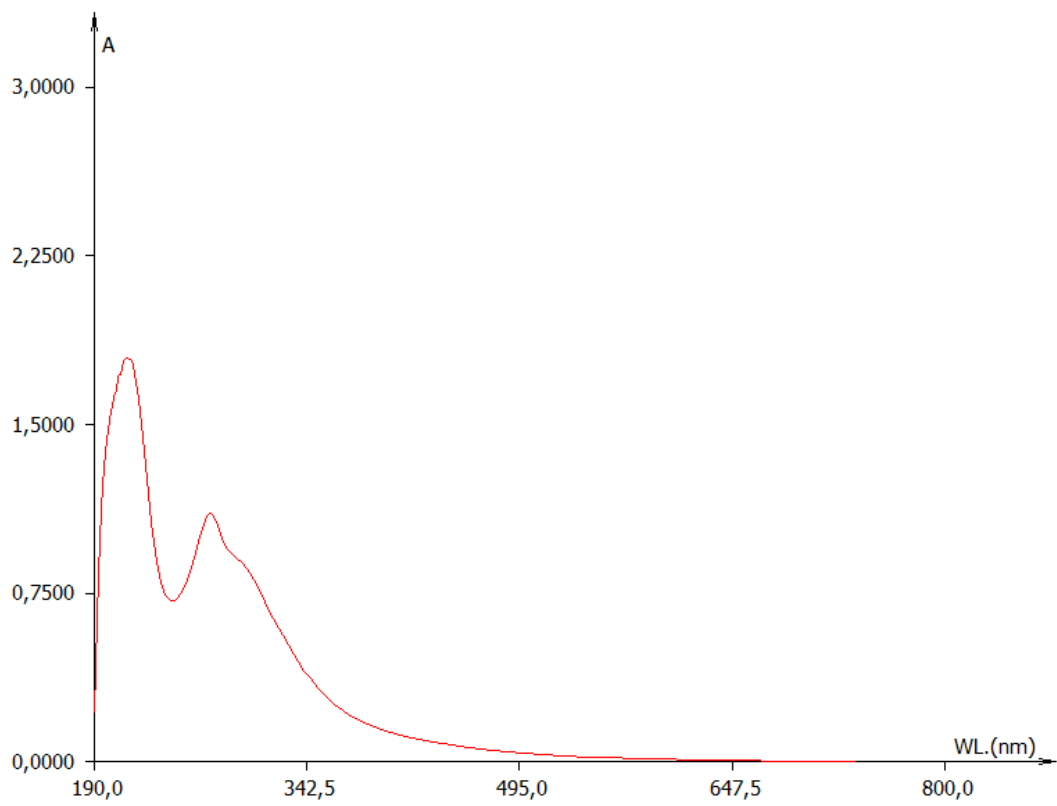
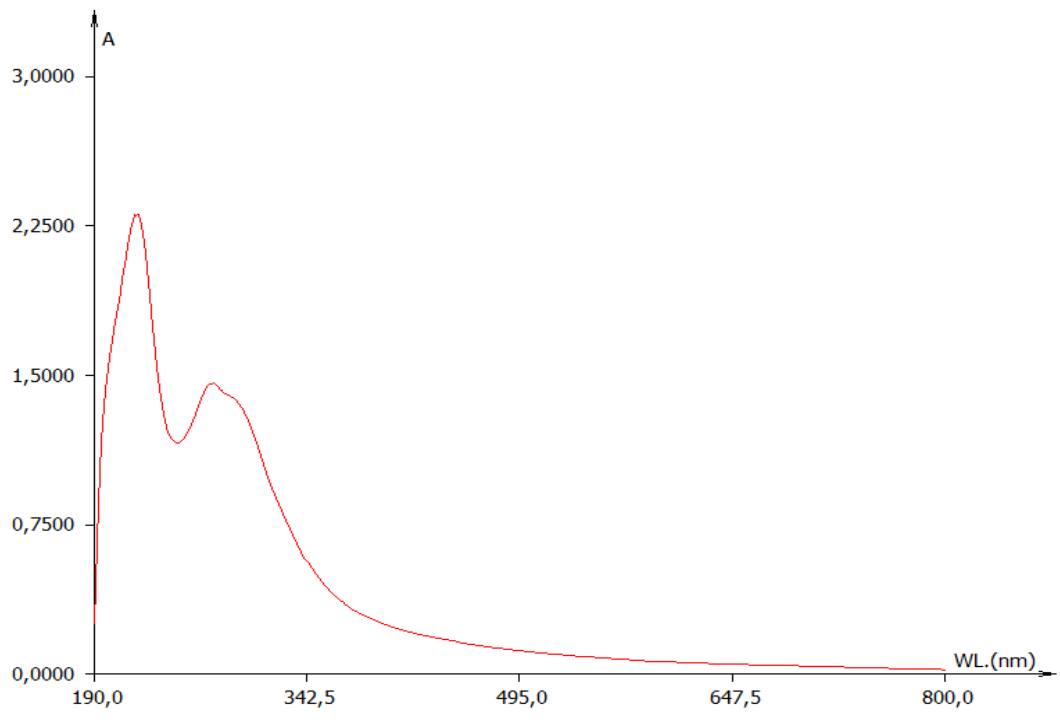
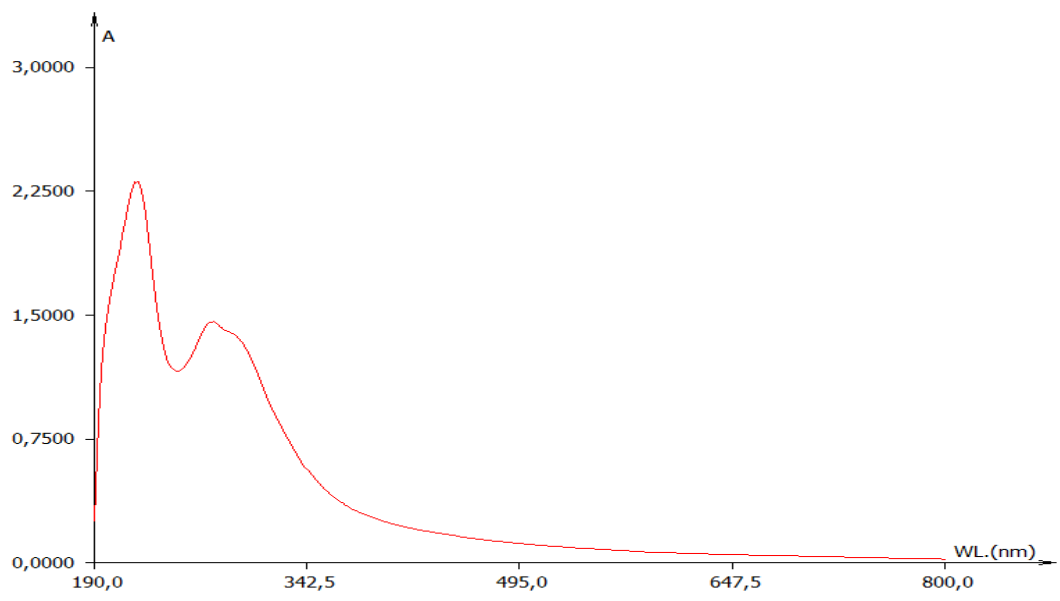


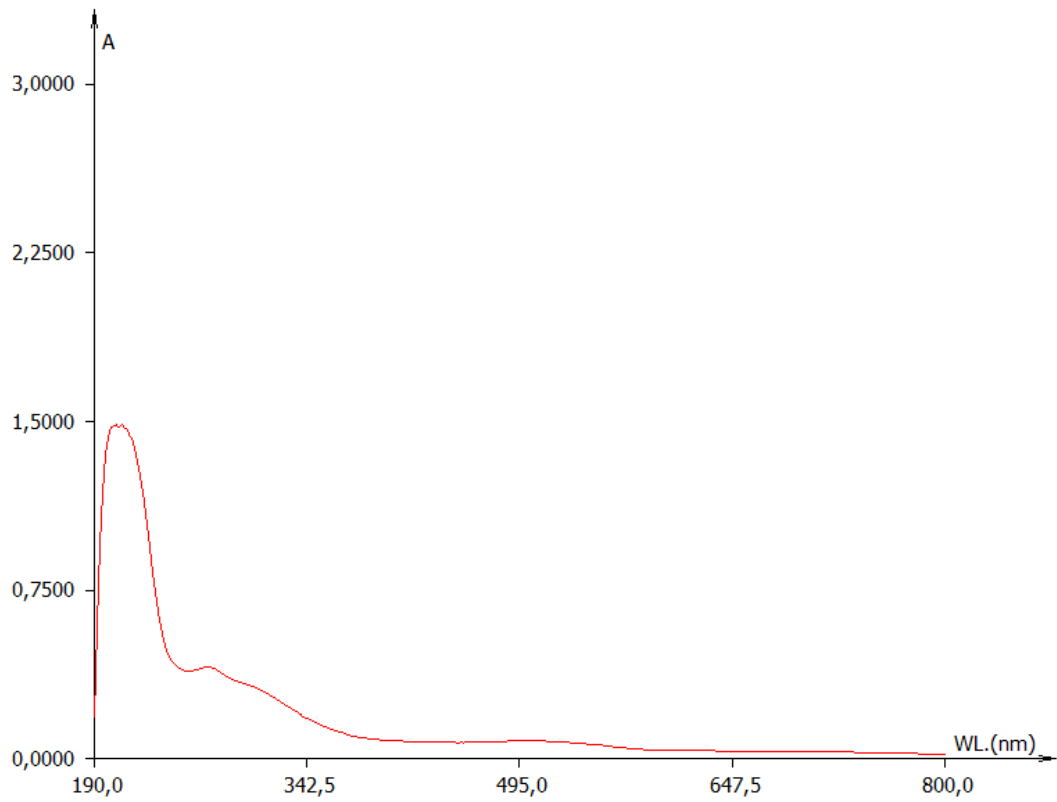
Figure 32 : Echantillon 7 flash rouge



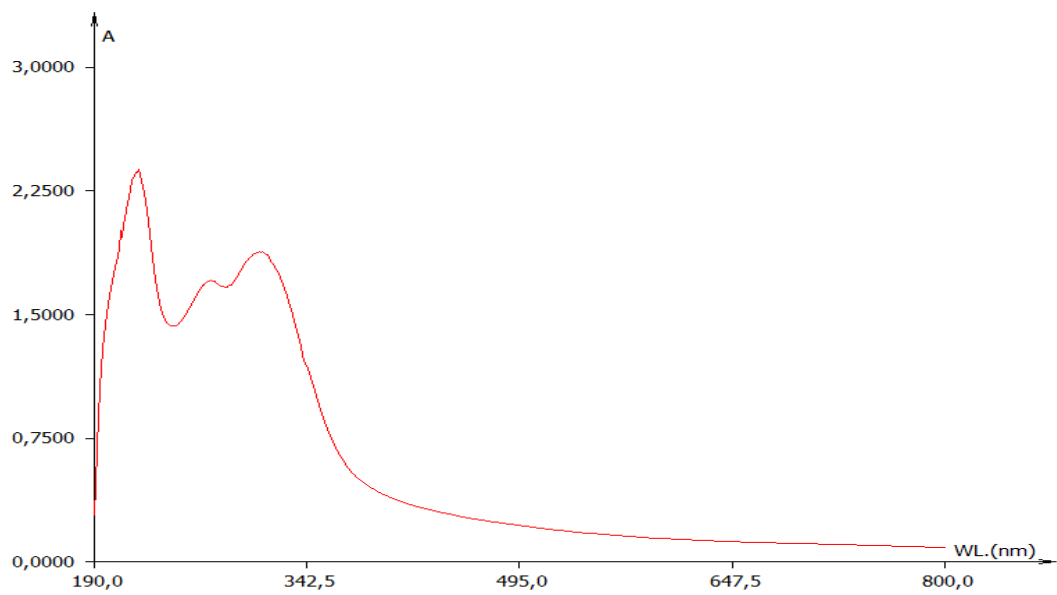
**Figure 33 : Echantillon 08 Hammoud rouge**



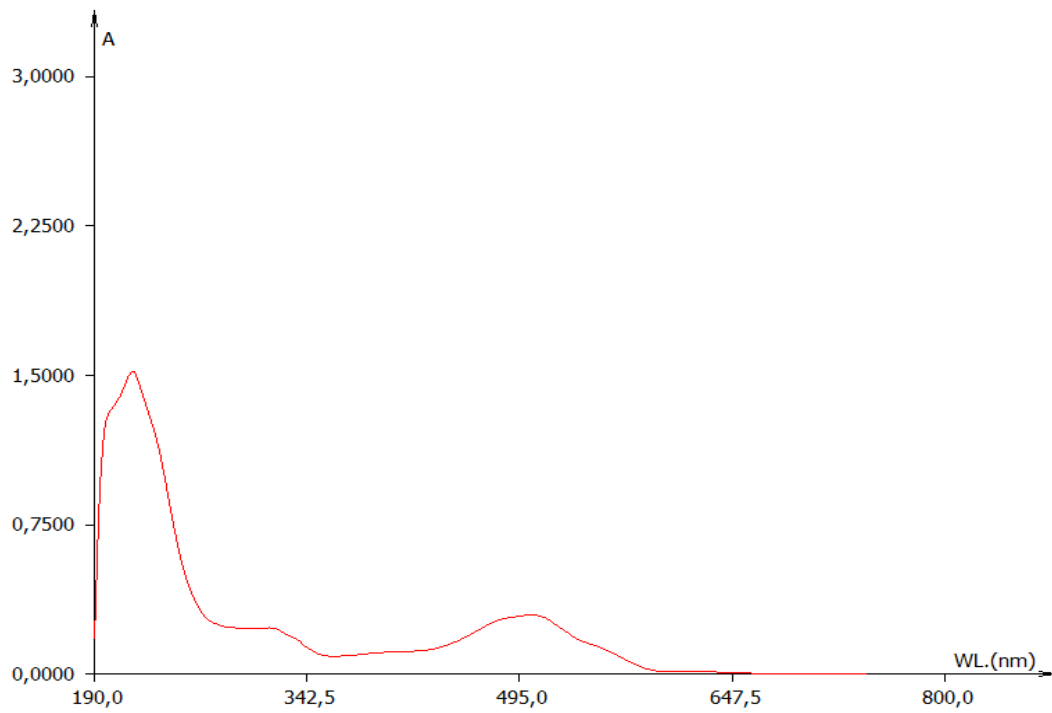
**Figure 34 : Chantillon 09 Mozaia grenadine**



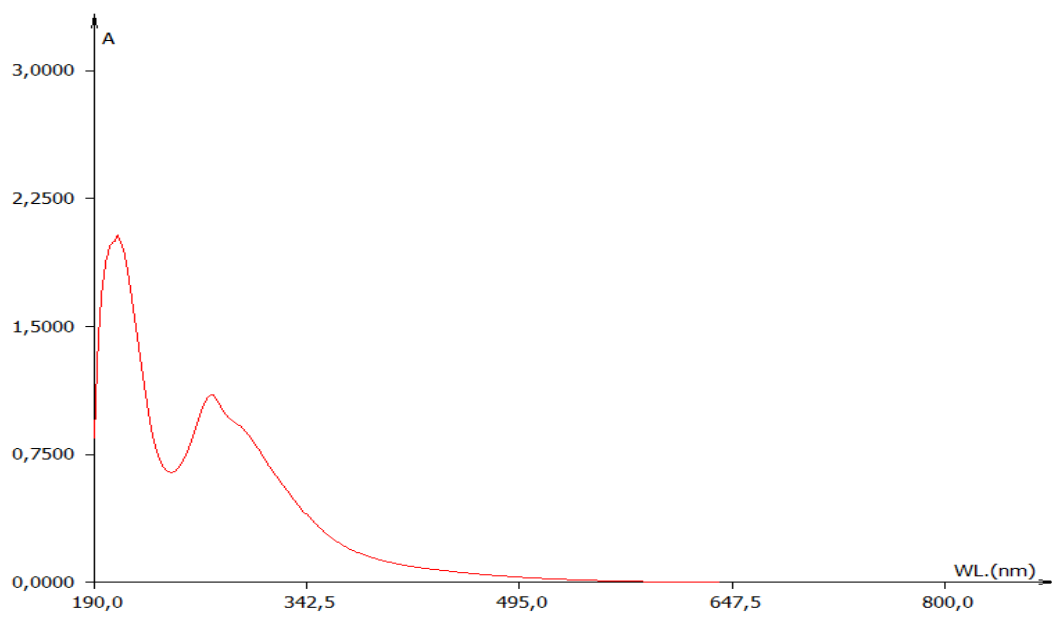
**Figure 35** : Echantillon 10 Bitter rouge



**Figure 36** : Echantillon 11 Bonbon Fontala



**Figure 37 : Echantillon 12 Amila rouge**



**Figure 38 : Echantillon 16 Hammoud Cassis**

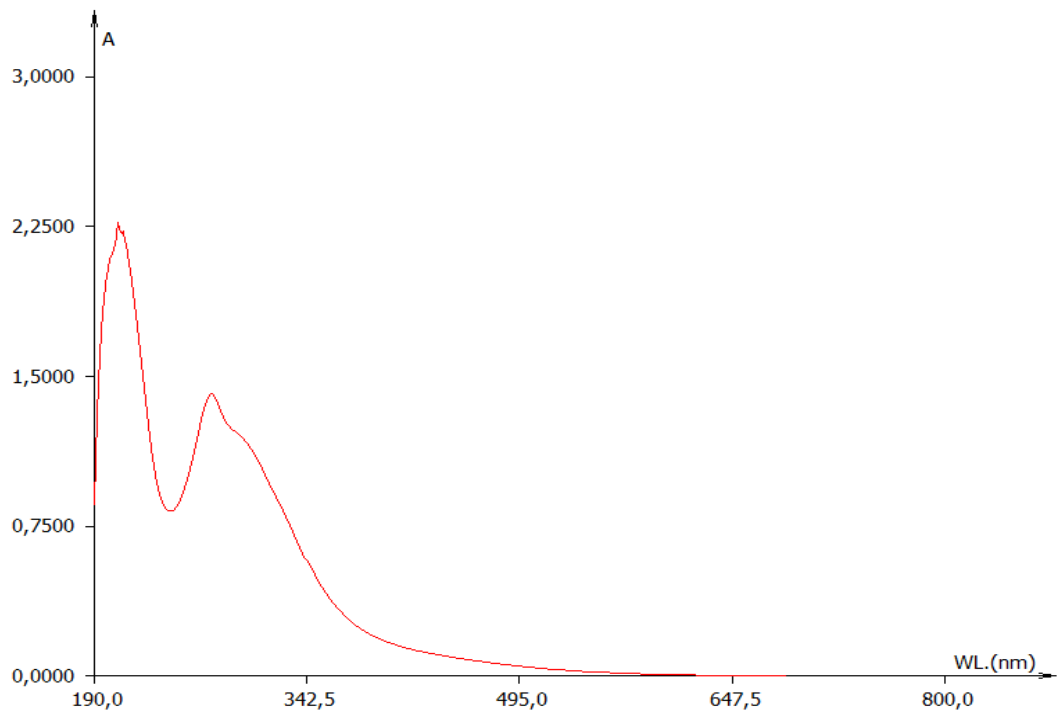


Figure 39 : Echantillon 17 jufre rouge

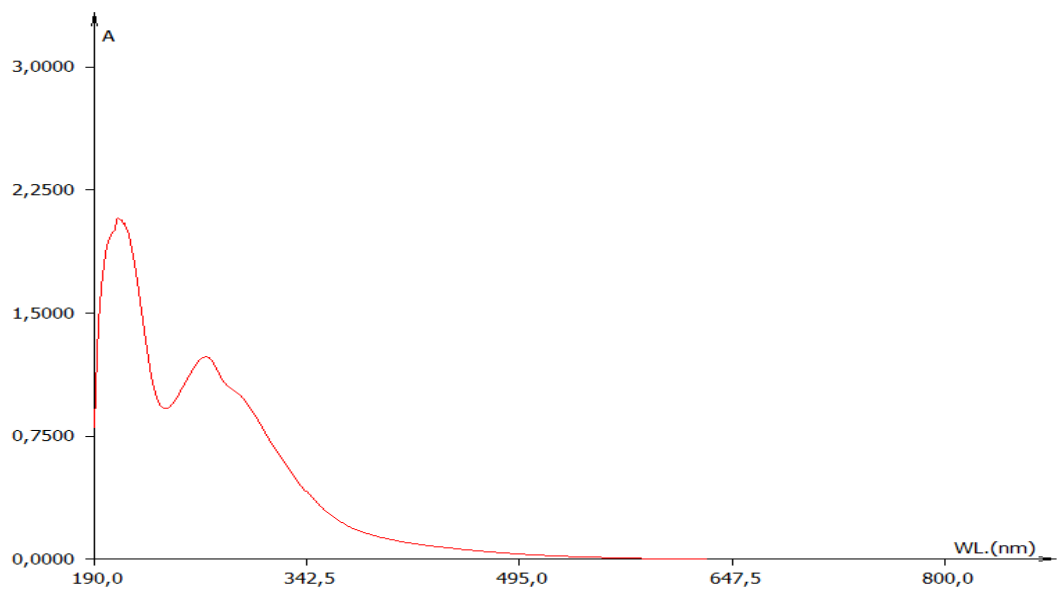
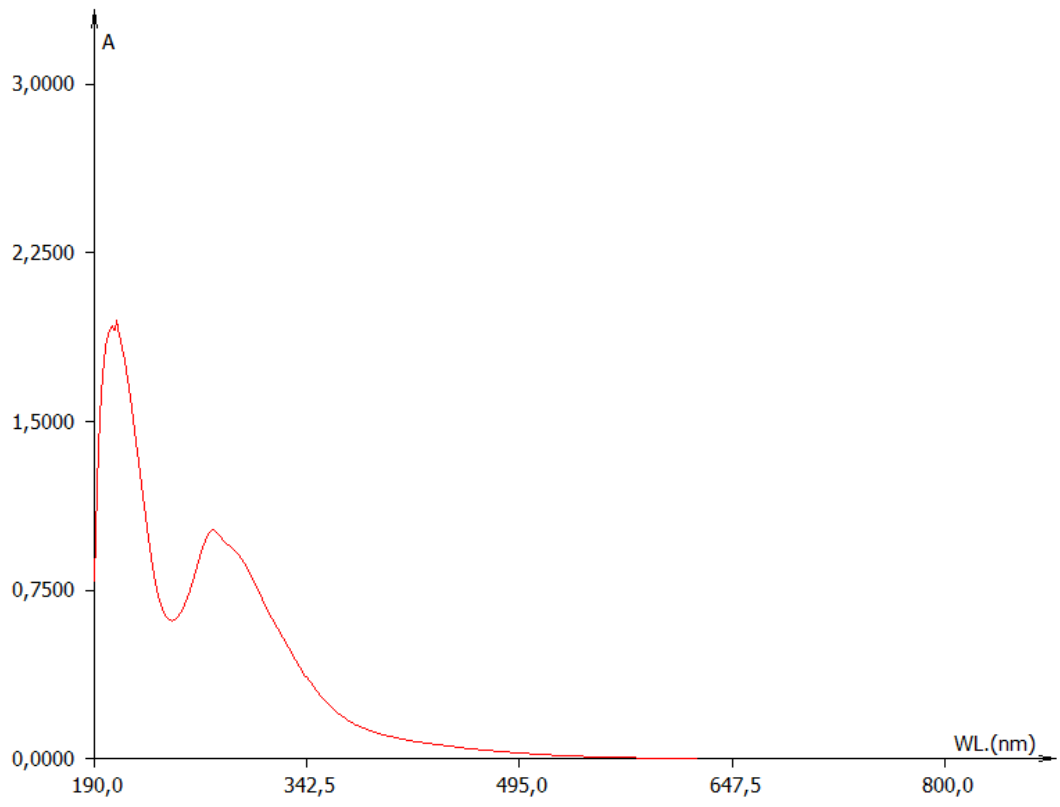


Figure 40 : Echantillon 18 Ngaous



**Figure 41** : Echantillon 20 Clémentine



Soutenue par : ARZOUR AMIRA  
BELBACHA KARIMA

Date de soutenance :  
Le 17 juin 2015

**Le thème : Le risque toxicologique des colorants alimentaires**

**Résumé :**

Les additifs alimentaires sont de plus en plus utilisés dans l'industrie agro-alimentaires, parmi ces additifs, les colorants alimentaires prédominent sur le plan de leurs utilisations, ils sont destinés à modifier la couleur des produits alimentaires pour les rendre plus attractifs aux yeux des consommateurs et afin d'augmenter leurs commercialisations.

les produits alimentaires qui sont fabriqués a base de colorants mis en circulation sur le marché, sont soumis a des exigences générales de sécurité tel leurs doses maximales journalière (DJA) ainsi que le bon étiquetage et leur identification par des codes établies selon deux systèmes en union européenne (E) ou par un système international de numérotation (SIN) qui est utilisé en Algérie. Parmi les colorants alimentaires on distingue les colorants naturels qui sont bénéfiques pour la sante et sont sans danger. Mais la plupart de ceux qui sont les plus utilisés sont des produits chimiques de synthèse, ces derniers peuvent engendrés des problèmes de santé, avec différents manifestations toxicologiques (allergie, d'intolérance ou pathologies.)

Compte tenu de ces paramètres. Nous avons procédé à des expériences sur des échantillons commercialisés à Constantine, comme les colorants alimentaires (liquides et poudres) ainsi que des produits contenant des colorants tels que les bonbons et les boissons. La procédure analytique est basées sur l'extraction des colorants alimentaires et leurs identifications été effectués par la chromatographie (CCM).

L'objectif primaire étant de connaitre si ces produits commercialisés répondent aux normes d'identification et aux exigences tant quantitatives que qualitatives en d'autre terme à la réglementation

**Les mots clés :** additifs, colorants, toxicité, contrôle analytique, réglementation.

CHU Constantine : département de toxicologie

**Rapporteur: Mr BELMAHI HABIB**

**Chef de service de toxicologie CHU Constantine**

**Jury d'évaluation**

- **Président du jury : Mr Laalaoui. K**                      **Professeur a l'université Mentouri Constantine**
- **Examinatrice: Mme Amedah. S**                      **Professeur a l'université Mentouri Constantine**
- **Examinatrice: Mme Zaama. D**                      **Professeur a l'université Mentouri Constantine**
- **Examineur: Mr Menad. A**                      **Professeur a l'université Mentouri Constantine**

