



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakdhar- EL OUED

كلية العلوم الطبيعية والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

THEME

Contribution à l'étude du niveau de conscience de la population algérienne vis à vis la toxicité des colorants alimentaires

Présenté Par :

M^{me} : BEKKARI Kaouther

M^{elle} : BOURAS Meriem

M^{elle} : DIDA Saloua

M^{me} : DRIHEM Ouïam

Devant le jury composé de :

Président	MAA	Dr. MEHELLOU Zineb	Université d'El Oued.
Examineur	MAA	Dr. BOUKHARI Dalal	Université d'El Oued.
Promoteur	MAA	Dr. SALEMI Said	Université d'El Oued.

Année universitaire: 2022/2023

Remerciement

Nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné la santé et la volonté, pour commencer et terminer cette lettre, Cet état n'était pas très riche et n'aurait pu être atteint sans l'aide de Mme B. Bouras. Nous la remercions pour sa qualité, Nous tenons à remercier chaleureusement le Dr Ghania Ahmed pour nous avoir donné le cyprès et son intérêt pour nos services et nos recherches, avec l'approbation de revoir et d'enrichir notre travail avec celui-ci, et nous remercions le Dr Salemi Al-Saeed pour sa supervision et son aide. dans notre sujet, Merci également à tous nos professeurs, Malgré leur générosité et la grande patience dont ils ont su faire preuve, leurs fonctions académiques.

Dédicace

Je dédie ma fatigue et mes efforts à ma mère, Bouras Mabrouka mon père Bouras Tedjani mes frères, mes sœursn Merci d'être dans ma vie et Merci à chaque professeur qui a eu le crédit et a posé une première pierre Jusqu'à mon arrivée. Last but not least, à moi-même, puis à moi-même, puis à moi-même...qui a enduré, travaillé dur, étudié, réussi et appris des leçons de vie avant l'université . Je vous dédie à tous, avec amour, le fruit de ma réussite.....

✍ Meriem



Dédicace

Une dédicace à qui Dieu a confié avec prestige et dignité, à qui je porte son nom avec fierté : mon cher père. A mon ange dans la vie, au sens de l'amour, de la tendresse et du dévouement, au sourire de la vie et au secret de l'existence, à celle dont la supplication a été le secret de ma réussite, à ma très chère bien-aimée, ma chère mère. A mon mari et à mon soutien, La vie et la prunelle de mes yeux : Hamza. A ceux qui sont plus âgés et sur lesquels je compte, à qui leur présence a acquis force et amour sans bornes, à mes frères : Hicham Abdel Nour et mes sœurs : Sara, Ibtissam, Joumana, à tous ceux qui m'ont soutenu par une prière, un un mot ou un sourire... à chaque professeur qui a eu le crédit et a posé une première pierre Jusqu'à mon arrivée. Last but not least, à moi-même, puis à moi-même, puis à moi-même... qui a enduré, travaillé dur, donné, étudié, réussi, et appris des leçons de vie avant les cours universitaires.

Je vous dédie à tous, avec amour, le fruit de ma réussite.....

✍ OUIAM



Dédicace

*Je dédie ma fatigue et mes efforts à ma mère. Merieme Atallah mon père
Bekkari Abdkarime mes frères, mes sœurs et mon mari. Merci de votre présence
dans ma vie. Puissiez-vous toujours être mon soutien et mon atout tout au long
de ma vie.*



✍ Kaouther

Dédicace

À la personne qui a attribué ce succès et m'a soutenu dans mes études à mon cher père. À celle qui m'a porté et s'est sacrifiée pour mon éducation, Au symbole d'amour et de tendresse qui me donne toujours conseils et prières, À ma chère maman Je demande à Dieu de les protéger pour moi Aux personnes les plus chères avec qui j'ai vécu les jours les plus heureux de ma vie et dont l'amour remplit mon cœur, mes chers frères. À toute ma famille des grands-parents aux petits-enfants. À tous ceux qui m'ont soutenu durant ma vie et dans mes études de près ou de loin.

✍ Saloua



Résumé

RESUME

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 leur commercialisation (donc plus de gains).

D'après notre recherche et analyse des articles on distingue, les colorants naturels qui sont bénéfiques pour la santé, mais les colorants alimentaires les plus utilisés sont ceux contenant des produits chimiques synthétiques qui représentent une menace pour la santé exposés. Il a été prouvé que l'exposition à certains colorants alimentaires provoque des problèmes de santé avec diverses manifestations de toxicité car ils peuvent être une source d'allergies et de génotoxicité, d'hyperactivité et parfois conduire à des maladies graves.

Par conséquent, nous avons créé un questionnaire dont l'objectif principal était d'informer les consommateurs sur les dangers des colorants alimentaires.

Cette enquête a montré qu'une minorité des participants (34,6%) qui sont conscients des dangers du colorant alimentaire, et que la plupart des participants savent que le cancer est la maladie la plus courante causée par la consommation des colorants pour la majorité des participants, suivie par les allergies et l'hyperactivité, en plus de ça il a été noté que les boissons étaient les produits les plus consommés. Il y a aussi un manque d'intérêt pour l'origine des ingrédients, alors que la majorité (68%) des participants ils disent qu'ils lisent l'étiquetage, tandis qu'un autre que (32%) ils ne font pas l'attention.

Mots-clés : colorants alimentaires, consommateur, danger, santé, questionnaire.

Abstract

Food colors have greater importance in terms of their uses, they are intended to modify the color of food products to make them more attractive to consumers, and to increase their marketing (thus more earnings).

According to our research and analysis of the articles we distinguish, natural dyes which are beneficial to health, but the most widely used food dyes are those containing synthetic chemicals which pose a threat to exposed health, It has been proven that exposure to certain food coloring causes health problems with various manifestations of toxicity because they can be a source of allergies and genotoxicity, hyperactivity and sometimes lead to serious illnesses.

Therefore, we created a questionnaire whose main objective was to inform consumers about the dangers of food colorings.

This survey showed that a minority of participants (34.6%) who are aware of the dangers of food coloring, and that most participants know that Cancer is the most common disease caused by the consumption of food coloring for the majority of participants, followed by allergies and hyperactivity, in addition to that It was noted that drinks were the most consumed products, There is also a lack of interest in the origin of the ingredients, while the majority (68%) of participants say they read the label, while another (32%) say they don't pay attention.

Keywords: food dyes, consumer, danger, health, questionnaire.

الملخص

الملونات الغذائية لها أهمية أكبر من حيث استخداماتها؛ تهدف إلى تعديل لون المنتجات الغذائية لجعلها أكثر جاذبية أو لزيادة تسويقه للمستهلكين، (وبالتالي المزيد من الأرباح).

وفقًا لبحثنا وتحليلنا للمقالات التي نميزها، الأصباغ الطبيعية المفيدة للصحة، ولكن الأصباغ الغذائية الأكثر استخدامًا هي تلك التي تحتوي على مواد كيميائية اصطناعية تشكل تهديدًا للصحة المعرضة لها، لقد ثبت أن التعرض لبعض ألوان الطعام يسبب مشاكل صحية مع مظاهر مختلفة من السمية لأنها يمكن أن تكون مصدرًا للحساسية والسمية الجينية وفرط النشاط وأحيانًا تؤدي إلى أمراض خطيرة.

لذلك قمنا بإنشاء استبيان الهدف الرئيسي منه هو إطلاع المستهلكين بخطورة الملونات الغذائية.

أظهر هذا الاستطلاع أن أقلية من المشاركين (34.6%) على دراية بمخاطر تلويث الطعام، وأن معظم المشاركين يعرفون أن السرطان هو أكثر الأمراض شيوعًا التي يسببها استهلاك ألوان الطعام لغالبية المشاركين، تليها الحساسية، وفرط النشاط، بالإضافة إلى أنه لوحظ أن المشروبات كانت أكثر المنتجات استهلاكًا، كما أن هناك عدم اهتمام بأصل المكونات، بينما قال غالبية المشاركين (68%) أنهم قرأوا الملصق، بينما قال آخر (32%) قالوا إنهم لا ينتبهون.

الكلمات المفتاحية: الأصباغ الغذائية، الصحة، الخطر، المستهلك، استبيان.

Liste des Figures

CHAPITRE I: généralités sur les colorants alimentaires

Figure I.1: Structure chimique d'Amarante SIN 123	16
Figure I.2. Structure chimique de dioxyde de titane	17
Figure I.3: Structure chimique de la Carmoisine E122	18

Chapitre II : Etude de toxicité des colorants alimentaires (E102.E110.E124) autorisés en Algérie

Figure II.1 : Structure chimique de La tartrazine.	23
Figure II.2: Détoxification de la tartrazine d'après Chavéron, 1999.....	26
Figure II.3 : A: Photographie du docking moléculaire entre le lignad (tartrazine) et la protéine (apotransferrine), B: Représentation cartographique de la transferrine dans un complexe avec la tartrazine, C: Diagramme bidimensionnel des résidus de la transferrine interagissant avec la tartrazine	29
Figure II.4: La structure chimique de E124	32
Figure II.5: La structure chimique de E110	34

Chapitre IV : Résultat et discussion

Figure IV.1: Affiche le nombre de participants par tranche d'âge.	49
Figure IV.2 : La fréquence d'achat selon type de produit alimentaire.....	50
Figure IV.4 : Risques pour la santé résultant de la consommation de produits alimentaires colorés.....	51
Figure IV.5 : sensibilisation des consommateurs au danger des bonbons qui contient des colorants.	51
Figure IV.6: Connaissance que l'insecte est impliqué dans la fabrication du colorants.....	52
Figure IV.7: Nombre de consommateurs conscients du danger de consommer des produits alimentaires colorés.	52

Liste des tableaux

Tableau 1: Les différentes classes des additifs alimentaires et leurs codifications.....	4
Tableau 2: Classification des Colorants en fonction de leurs origines.	11
Tableau 3: Les effets des colorants alimentaires.....	14
Tableau 4: La liste des colorants autorisés dans les denrées alimentaires en Algérie	20

Liste des abréviations

ADN: Acide DésoxyriboNucléique

AST: L'aspartate Aminotransféras

CAT: Catalase

CCFA: La Codex Comité of Food Additive

DJA: Dose Journalière Admissible

DL 50: Dose Létale 50

EFSA: European Food Safety Authority

GSH: Glutathion Réduit

JECFA: Joint FAO/WHO Expert committee on Food Additives (Le Comité International Mixte)

OMS: L'Organisation Mondiale de la Santé

ROS:Reactive Oxygen Species

SCF: Système Comptable Financier

SIN: ou INS: International Numbering System

SOD: la Super Oxyde Dismutase hépatique

TiO₂: Dioxyde de Titane

UE: Union Européenne

WHO: World Health Organization

Sommaire

Remerciement.....	
Dédicace	
Liste des Figures.....	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Sommaire.....	
Introduction:	1

CHAPITRE I: Généralité sur les colorants alimentaires

I.1 Additifs alimentaires	3
I.1.1 Définitions :	3
I.1.2 Classification :	4
I.1.2.1 Les additifs qui maintiennent la fraîcheur et préviennent la dégradation des aliments :	5
I.1.2.2 les additifs qui affectent les caractéristiques physiques ou physico- chimiques: ...	6
I.1.2.3 Agents antiagglomérants :	7
I.1.2.4 Les agents d'enrobage :	7
I.1.2.5 Les agents de charge :	7
I.1.2.6 les additifs qui amplifient ou améliorent les qualités sensorielles :	7
I.1.3 Rôle des additifs alimentaires :	8
I.2 Les Colorants Alimentaires.....	8
I.2.1 Historique :	8
I.2.2 Définition :	10
I.2.3 Origine :	10
I.2.4 Rôle :	10
I.2.5 Classification :	11
I.2.6 Réglementation de l'utilisation des Colorants :	12
I.2.7 Les Aliments concernés par la Coloration :	12
I.2.8 Les effets des Colorants Alimentaires sur la sant :	13
I.2.9 Bio-cinétique :	15
I.2.10 Les propriétés physicochimiques et la toxicité de quelques Colorants Alimentaires : 16	
I.2.10.2 L'Amarante SIN123 :	16
I.2.10.3 Dioxyde de Titane E171:	16
I.2.10.4 La Carmoisine E 122(Azorubine):	17

Chapitre II : Etude de toxicité des colorants alimentaires (E102.E110.E124) autorisés en Algérie

II.1 Cas de tartrazine (E102) :	23
II.1.1 Définition :	23
II.1.2 Structure et Propriétés physico-chimique :	23
II.1.2.1 Structure chimique:	23
II.1.2.2 Propriétés physico-chimiques:	24
II.1.3 Utilisation:	24
II.1.4 DJA :	24
II.1.5 Toxicité:	25
II.1.5.1 Toxicocinétique de la tartrazine:	25
II.1.5.1.1 Absorption intestinale:	25
II.1.5.1.2 Métabolisation:	25
II.1.5.2 Toxicité aiguë:	26
II.1.5.3 Toxicités sub-chronique:	27
II.1.5.4 Toxicité chronique:	27
II.1.5.5 Toxicodynamique et pathologies associées :	28
II.1.5.5.1 Effets neuro-développementaux et neurocomportementaux:	28
II.1.5.5.2 Déformation conformationnelle des protéines:	29
II.1.5.5.3 Hypersensibilité et intolérance:	30
II.1.5.5.4 Cancérogénicité, génotoxicité et cytotoxicité:	30
II.2 Cas de Rouge Ponceau SIN124 (E124):	31
II.2.1 Définition de E124:	31
II.2.2 La structure chimique de E124:	31
II.2.3 Propriétés physico-chimiques:	32
II.2.4 Les dosage autorisés :	33
II.2.5 Utilisation de E124 :	33
II.3.1 Définition Jaune Orange:	33
II.3.2 La structure chimique de E110 :	34
II.3.3 Propriétés physico-chimiques de Jaune Orange SIN 110:	34
II.3.4 DJA :	35
II.3.5 Utilisations d'E110 :	35
II.4 Aspect toxicologie de colorants alimentaire :	35
II.4.1 Impact sur la santé:	35
II.4.1.1 Toxicité aiguë:	36

II.4.1.2 Toxicité chronique :.....	36
II.4.2 La toxicite de E124 pour la santé:.....	36
II.4.3 La toxicite de E110 pour la santé:.....	37

Chapitre III : Pathologies associées à l'utilisation des colorants alimentaires

III.1 Troubles Déficitaires de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) chez l'enfant :	40
III.2 L'Allergie et Hypersensibilité:	42
III.3 Le Cancer:.....	43
III.4 Génotoxicité:	45

Chapitre IV : Résultat et discussion

Matériel et méthodes.....	47
1. Résultats et interprétation :	49
2. Discussion :.....	53
Conclusion générale :	Erreur ! Signet non défini.
Références	58

Introduction

Introduction:

L'alimentation joue un rôle vital dans l'organisme car elle est la source d'énergie pour toutes les fonctions cellulaires. Cependant, les aliments peuvent contenir des additifs nocifs et éventuellement toxiques ; les humains les ignorent généralement. Cette réflexion est due à une méconnaissance de l'impact, des conditions d'emploi, des structures et des réglementations régissant son utilisation pour améliorer la sécurité des consommateurs (**Houdjedj, 2011**).

Les colorants sont des additifs alimentaires, tout comme les conservateurs, les antioxydants, les émulsifiants, les acides, les alcalis, les exhausteurs de goût et les édulcorants. Ils sont divisés en trois catégories : les couleurs naturelles, synthétiques et artificielles. Les colorants alimentaires dominent leurs utilisations. Ils sont conçus pour changer la couleur des aliments, les rendre plus attrayants pour les consommateurs et améliorer leur commercialisation. (**Chenichene et al., 2014**).

Des colorants synthétiques ont été utilisés pour colorer artificiellement aliments dans les pays industrialisés depuis au moins un siècle, et ils sont utilisés dans des milliers d'aliments aux États-Unis États.1 Les aliments sont colorés artificiellement pour mélanges peu attrayants d'ingrédients de base et d'aliments additifs acceptables pour les consommateurs. (Pour une liste de tous colorants synthétiques et naturels homologués, voir FDA, 2007). L'ajout de couleurs peut également masquer l'absence d'ingrédients naturels aux couleurs vives comme les fruits. Les colorants sont des produits chimiques organiques complexes qui ont été dérivés à l'origine du goudron de houille, mais sont maintenant fabriqués du pétrole. Les producteurs alimentaires industriels utilisent colorants synthétiques parce qu'ils sont moins chers, plus stables, et plus brillant que la plupart des colorants naturels. Cependant, ils soulèvent des problèmes de santé importants.

L'objectif général de ce travail est étude la toxicité des colorants alimentaires, notre travail s'articule en quatre parties : premièrement généralités sur les colorants alimentaires, puis un chapitre sur à étude de toxicité des colorants alimentaires (E102,E110,E124)autorisés en Algérie ,puis un chapitre sur les pathologies associée à l'utilisation des colorants alimentaires,à la fin ,résultat et discussion, on se basant sur les recherches bibliographiques et les littératures scientifiques.

CHAPITRE I: Généralité sur les colorants alimentaires

I.1 Additifs alimentaires

I.1.1 Définitions :

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.

- 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.

- 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. (ARZOUR.A et BELBACHA. K, 2015)

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.1.2 Classification :

* 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. **(Directive du Parlement européen, 1994)**

* 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. **(CODEX, 1995)**

* 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. **(CODEX, 1995)**

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

I.1.2.1 Les additifs qui maintiennent la fraîcheur et préviennent la dégradation des aliments :

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.

Exemple : nitrates et nitrites (E249 - E252)

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. Exemple : Le dioxyde de carbone (E290).

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. Exemple : (acide citrique E330)

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
Exemple : l'acide ascorbique (vitamine C)

I.1.2.2 les additifs qui affectent les caractéristiques physiques ou physico-chimiques:

A- Agents de texture :

Un texturant alimentaire (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 :

A-1 Agent gélifiants:

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

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

A-2 Épaississants :

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

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

A-3 Les stabilisateurs :

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

Exemple : Le Polyvinylpyrrolidone (E1201)

A-4 - 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.

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

I.1.2.3 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.

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

I.1.2.4 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.

Exemple : La cire d'abeille blanche (E901)

I.1.2.5 Les agents de charge :

Additif alimentaire qui lesté une denrée alimentaire sans en modifier sensiblement la valeur calorifique disponible.

Exemple : La cellulose (E460)

I.1.2.6 les additifs qui amplifient ou améliorent les qualités sensorielles :

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

A.1 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.

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

A.2 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.

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

A.3 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.

Exemple : L'acide gluconique E574 I.3.3.D- Les colorants E100 à E199) : Les colorants alimentaires ajoutent de la couleur à une denrée alimentaire, ou rétablissent sa couleur naturelle.

Exemple : le colorant caramel (E150)

I.1.3 Rôle des additifs alimentaires :

Les additifs alimentaires ont des fonctions spécifiques :

- Garantir la qualité hygiénique des aliments conservateurs, antioxydants)
- Améliorer l'apparence et le goût des aliments colorants, édulcorants, exhausteurs de goût)
- Pour apporter des textures spécifiques épaississantes, gélifiants)
- Stabilité garantie des produits émulsifiants, anti-agglomérants, stabilisants.

(Benyelles 2018)

I.2 Colorants Alimentaires

I.2.1 Historique :

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^{ème} 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**)

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. (BOUDJERDA. N et al ,2020)

I.2.2 Définition :

Les colorants sont ajoutés pour donner une couleur à une denrée alimentaire ou à lui redonner sa couleur naturelle, mais leur usage est réglementé par une législation stricte et rigoureuse. En effet, le premier sens du consommateur sollicité lors de choix d'un aliment est la vue, ce qui explique que la couleur est une caractéristique importante dans le choix des aliments, ils n'ont pas de toxicité particulière mais leur utilité est contestée. Ils sont néanmoins interdits pour certaines denrées alimentaires de base : eau, lait, farine, pain, pâtes alimentaires, sucre, jus de fruits, légumes, fruits, viandes, poissons, café, thé, cacao, vin... (Amin *et al.*, 2010)

I.2.3 Origine :

Depuis le début de l'humanité, les colorants ont été appliqués dans pratiquement toutes les sphères de notre vie quotidienne pour la peinture et la teinture du papier, de la peau, des textiles et des aliments etc. Jusqu'à la moitié du 19^{ème} siècle, les colorants appliqués étaient d'origine naturelle. Ces colorants sont tous des composés aromatiques d'origine végétale, extraits des plantes, des arbres, ou bien d'origine animale, extraits des insectes comme le kermès ou des mollusques comme la pourpre. ... Dans leur ensemble, ils sont obtenus à partir de sources végétales. A l'heure actuelle, presque la totalité des matières colorantes employées sont des dérivées des hydrocarbures contenus dans le goudron de houille. (MEGUELLATI.R et YALLAOUI A ,2021)

I.2.4 Rôle :

- Les colorants sont utilisés par l'industrie agro-alimentaire pour rendre certains produits plus appétissants. En effet, la couleur est un élément essentiel de notre perception des aliments et entre dans nos critères d'évaluation de leur qualité.

- Les industries rajoutent les colorants à leurs produits pour que leur aspect corresponde à l'attente du consommateur. Cette relation entre la couleur et le caractère appétissant d'un aliment a conduit l'homme à colorer de tout temps ses préparations culinaires. Ainsi, les épices comme le safran, le curry ou le curcumine n'ont pas seulement un rôle gustatif, mais aussi un rôle esthétique. (Adeinat, 2018)

I.2.5 Classification :

On peut distinguer 3 catégories : Colorants de Synthèse, Colorants naturels, Colorants Artificiels

✓ Les Colorants synthétiques : Les colorants synthétiques sont des composés synthétisés à partir de première chaîne principale de base telle que le benzène..... qui sont eux même issus synthétisée des huiles

✓ Les Colorants naturels : Il existe une dizaine de colorants naturels et des milliers de colorants synthétiques. Jusqu'en 1850, le colorant alimentaire était une source naturelle. La plupart d'entre eux sont des colorants organiques issus de :

- Plantes comestibles carottes [orange], betteraves [rouge], peaux de raisin noir [noir]...)

- Des extraits animaux ou végétaux habituellement peu consommés cochenille des insectes mésoaméricains [Coccus Cacti], safran [safran], etc.)

- le résultat de la transformation de substances naturelles caramel [brun], ...)

Les colorants naturels sont extraits des plantes, des arbres, des lichens ou insectes et des mollusques

✓ Les Colorants artificiels n'ont aucun équivalent dans la nature.

Après de nombreuses analyses et études par des spécialistes, il est devenu possible de distinguer 3 types de colorants alimentaires.

Tableau 2: Classification des Colorants en fonction de leurs origines. (Adeinate, 2018)

Synthétiques	Identiques au naturel	E 101, E 160ai), E 160di), E160e
	Du sucre	E 150b, E 150c, E 150d
Artificiels	Dérivés azoïque	E 102, E 110, E 122, E 123, E 124, E 129, E 151, E 155, E 180
	Dérivés du triphénylméthane	E 131, E 133, E 142
	Dérivés indigoïdes	E 104, E 132
	Dérivés xanthéniques	E 127
Naturels	Des minéraux	E 171, E 173, E 174, E 170, E 175
	Du végétal	E 100, E 140, E141, E153, E160aii) à iv), E 160b, E 160c, E 160dii) et iii), E161b, E 161g E162, E163.
	De l'animal	E 120
	Du sucre	E 150 ^a

I.2.6 Réglementation de l'utilisation des Colorants :

✓ La réglementation touchant les colorants alimentaires naturels ou plutôt les additifs alimentaires en général est gérée sur trois niveaux :

– au niveau international par la Food and Agriculture Organization (FAO), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ou encore la World Health Organization (WHO).

– au niveau européen selon un protocole strict : le Codex Alimentarius qui regroupe une multitude d'établissements.

– au niveau national par le Conseil supérieur d'hygiène Publique de France et l'Académie de médecine.

L'utilisation de ces colorants est strictement réglementée selon le principe dit de « liste positive », ce qui signifie que tout ce qui n'est pas expressément autorisé est interdit. Les colorants alimentaires autorisés en Europe sont dotés d'un numéro de code précédé de la lettre E et composé de trois chiffres dont celui des centaines est le 1. Celui des dizaines correspond à leur couleur : 0 : jaune ; 1 : orange ; 2 : rouge ; 3 : bleu ; 4 : vert ; 5 : brun ; 6 : noir.

Ainsi, avant de pouvoir mettre un nouveau colorant alimentaire sur le marché, l'industriel doit obligatoirement passer par un organisme public de contrôle. Toute demande doit fournir des preuves convaincantes que le colorant proposé est utile et satisfait son but prévu. S'il est autorisé, il lui sera remis un nom de code (voir précédemment) et un domaine d'utilisation spécifique. Des études sur animaux sont ensuite réalisées à court et à long terme pour déterminer si oui ou non l'additif est sans danger pour l'homme. La sécurité absolue d'une substance n'est jamais prouvée, c'est pourquoi la législation peut être modifiée en fonction de l'évolution des connaissances.

Si la substance est dangereuse à fortes doses (ce qui concerne pas moins de 80 % des cas), une dose journalière admissible (DJA) est fixée, son unité se mesure en milligramme par kilogramme de masse corporelle. **(Ben Mansour et Latrach Tlemcani, 2009)**

I.2.7 Les Aliments concernés par la Coloration :

La gamme des aliments concernés est bien plus importante qu'on ne l'imagine : aux yaourts, glaces et pâtisseries s'ajoutent la moutarde, les potages, la charcuterie, les condiments et même les croûtes de fromage. **(Charni. A et al, 2021)**

D'après la réglementation en vigueur, cinq points importants sont à signaler :

✓ Certains aliments ne peuvent en aucun cas être additionnés de colorants comme les denrées alimentaires non transformées, les eaux en bouteilles ou conditionnées, le lait, les ovo produits bruts, les huiles, les confitures, les jus de fruits ..., d'autres aliments ne peuvent être colorés que par certaines molécules. Par exemple les fromages ne peuvent contenir que des caroténoïdes et les bières que des caramels. } Certains colorants ne sont autorisés que pour des catégories d'aliments définies, comme le brun FK dans les poissons séchés et fumés ou la canthaxanthine dans les saucisses de Strasbourg...etc.

✓ Certains colorants peuvent être utilisés sans limitation quantitative comme le carotène.

✓ Certains aliments ne peuvent pas contenir plus d'une certaine quantité de ces additifs, tous colorants confondus :

- Les boissons rafraîchissantes sans alcool 100 mg/L).
- Les desserts, les sauces, les légumes au vinaigre 150 mg/kg).
- Les décorations de confiserie et pâtisserie 1000 mg/kg)

I.2.8 Les effets des Colorants Alimentaires sur la sant :

✓ Des effets bénéfiques

Heureusement pour le consommateur, tous les colorants alimentaires ne sont pas dangereux pour la santé.

Les colorants naturels sont des antioxydants qui, une fois absorbé par l'organisme, aident à protéger et à réparer les cellules endommagées. Les antioxydants ont démontré leur capacité à empêcher l'oxydation de l'ADN, laquelle serait à l'origine des cancers (**Belhadj, 2015**).

Ils ont une activité anti-inflammatoire, anti tumorale (**Ben Mansour1., Latrach Tlemcni, 2009**).

✓ Des effets néfastes

L'absorption de colorants n'est pas toujours sans conséquences pour notre santé. En effet, certains sont responsables d'intolérance ou d'allergies. Plus grave, d'autres sont mutagènes et génotoxiques ou encore provoquent des cancers de la thyroïde voire même des

tumeurs des glandes surrénales et des Reins chez les animaux. Ces derniers effets sont cependant rarissimes et ne surviennent que si l'on en ingère de fortes doses (**Belhadj, 2015**).

Ces colorants sont entre autre suspectés de jouer un rôle dans le syndrome d'hyperactivité et pourraient contenir des substances cancérigènes. Ceci dit, les réactions d'intolérance liées aux colorants alimentaires en générale ne sont pas de même nature voici la liste de celles le plus fréquemment observées :

- Action sur le système nerveux central : interférence avec la neurotransmission de type GABA-ergique ; synthèse excessive d'acétylcholine composant du neurotransmetteur) ou encore présence d'amines biogènes.
- Action sur le système nerveux dit « périphérique » : effet excitant tels l'Amarante et la Tartrazine) et anomalie des récepteurs neuroniques.
- Inhibition ou déficit de certains enzymes.
- Augmentation de la perméabilité intestinale (**Belhadj, 2015**).

Tableau 3: Les effets des colorants alimentaires (**Lemoine et Tounian, 2019**).

Code	Nom de couleur alimentaire	Maladie
E102	Tartrazine	Urticaire
E123	Amarante	
E128	Rouge 2G	
E102	Tartrazine	Rhinite allergique
E12	Azorubine	
E154	Brun FK	
E164	Safran	Hypersensibilité
E132	Indigotine	Nausées
E110	Jaune Orange "S"	Vomissements
E104	Jaune de Quinoléine	L'eczéma
E120	Cochenille	
E160c	Paprika	
E100	Curcumine	
E180	Pigment rubis	Asthme
E127	Erthrosine	
E104	Jaune de Quinoléine	
E160c	Paprika	

I.2.9 Bio-cinétique :

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) (**Arzour et Belbacha, 2015**).

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 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 (**Arzour et Belbacha, 2015**).

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 (**Arzour et Belbacha, 2015**).

Théoriquement, la polarité des molécules est un facteur-clé du passage entérocytaire, les composés très polaires ne sont donc que très peu absorbés. 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-désalkylations, hydroxylations, conjugaisons...). Dans le cas des azoïques, la réduction conduit à deux amines, l'une primaire, l'autre substituée. La désalkylation conduit à des composés dé-méthyles. La conjugaison avec l'acide glycuronique favorise l'hydro-solubilité, et donc l'excrétion (**Arzour et Belbacha, 2015**).

La bile peut présenter une voie d'excrétion pour environ 5% de la dose ingérée, cependant que le gros de l'excrétion a 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 (**Arzour et Belbacha, 2015**).

I.2.10 Les propriétés physicochimiques et la toxicité de quelques Colorants Alimentaires :

I.2.10.2 L'Amarante SIN123 :

Colorant azoïque rouge, un des constituants de la grenadine à laquelle il confère sa couleur, Il s'agit du sel trisodique de l'acide hydroxy-2-sulfo-4-naphtylazo-1)-1-naphtalène disulfonique-3,6). (Charni. A et al, 2021)

-Propriétés physico-chimiques de SIN 123:

Ce colorant est soluble dans l'eau et légèrement dans l'éthanol, utilisé pour colorer des denrées alimentaires telles que les boissons, soluble dans l'eau, De structure un proche parent de l'azorubine et de la rouge cochenille A (Charni. A et al,2021)

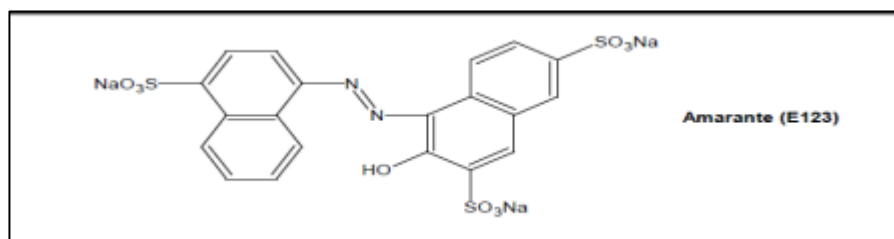


Figure I.1: Structure chimique d'Amarante SIN 123(**Arzour et Belbacha, 2015**)

-La Toxicité de l'Amarante SIN123:

La dose maximale autorisée étant de 30 mg/l ou 30 mg/kg selon l'utilisation, l'amarante est le colorant le plus largement évalué, cependant la génotoxicité de l'amarante est un sujet de débat **De Reynal, 2009**)

L'amarante induit des dommages d'ADN dans le foie et le rein à des doses égales à 500 mg/kg un effet cancérigène et une auto-toxicité chez la souris (**Charni. A et al,2021**)

Elle provoque une exfoliation de la bordure en brosse de l'intestin grêle chez animaux recevant ce colorant dans leur alimentation (**Houdjedj et Née, 2011**)

L'action sur le système nerveux dit « périphérique » : effet excitant et anomalie des récepteurs neuroniques. (**Belhadj, 2015**)

I.2.10.3 Dioxyde de Titane E171:

L'E171 est un colorant blanc principalement utilisé dans des produits de confiserie, de boulangerie et dans des sauces, mais on le retrouve également dans des cosmétiques et il a de nombreuses autres applications industrielles. Il se présente sous la forme d'un mélange de

particules de TiO₂ à l'état dispersé, agrégé ou aggloméré dont la taille varie de quelques dizaines à plusieurs centaines de nanomètres. Les données de la littérature indiquent que la proportion de nanoparticules i. e. dont les trois dimensions sont inférieures ou égales à 100 nm) au sein de l'additif alimentaire E171 peut varier de 0 à 39 % en nombre et de 0 à 3,2 % en masse(**EFSA ANS Panel, 2016**)

- Propriétés physico-chimiques de Dioxyde de Titane E171:

Le dioxyde de titane (TiO₂) est employé comme additif alimentaire sous la référence E171, utilisé pour donner une couleur blanche à certains aliments, en particulier les confiseries, les sauces blanches ainsi que certains produits alimentaires en poudre (Chen *et al.*, 2014). Sa masse molaire est de 79,86 g/mol. Il est hautement stable à la chaleur, à la lumière, à l'oxygène et au pH. De même, il est insoluble dans l'eau, les acides et tous les solvants organiques (Charni. A et al,2021)

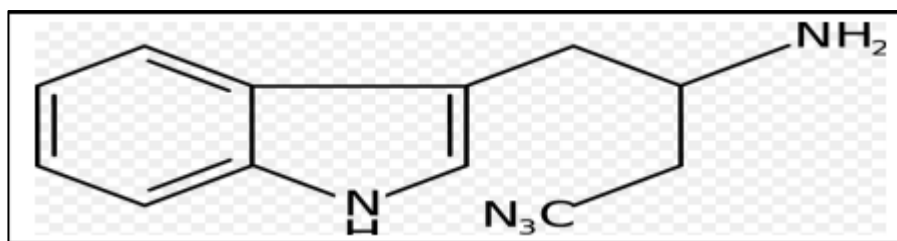


Figure I.2. Structure chimique de dioxyde de titane (Arzour et Belbacha, 2015).

-Toxicité de Dioxyde de Titane:

La dose journalière admissible est 1mg /kg de poids corporel, à des effets sur l'absorption gastro-intestinale, les nanoparticules de TiO, localisées au niveau de la muqueuse de l'estomac et de l'intestin grêle de rat(**Wang et al., 2012**)

Ne présentent aucun signe de toxicité aiguë. Toutefois, les nanoparticules sont à l'origine d'une réponse inflammatoire (augmentation du taux des transaminases sériques) et de légères altérations histopathologique du foie (présence d'hépatocytes nécrosés) et des reins (présence de protéines dans les tubules rénaux et augmentation du volume glomérulaire) (**Christensen, 2011**)

I.2.10.4 La Carmoisine E 122(Azorubine):

Colorant synthétique azoïque rouge (**Benyelles et Bestaoui, 2018**), Découverte le siècle dernier, il s'agit d'un sel disodique de l'acide hydroxy-4-sulfo-4-naphtylaso-1)-3-naphtalène sulfonique-1. Formule brute : C₂₀ H₁₂ N₂ O₇ S₂ Na₂. (**Charni. A et al,2021**)

-Les propriétés physico-chimiques de la Carmoisine E122 ou Azorubine:

Utilisé dans les aliments sucrés, les médicaments et les cosmétiques. Le poids moléculaire est de 502.4.

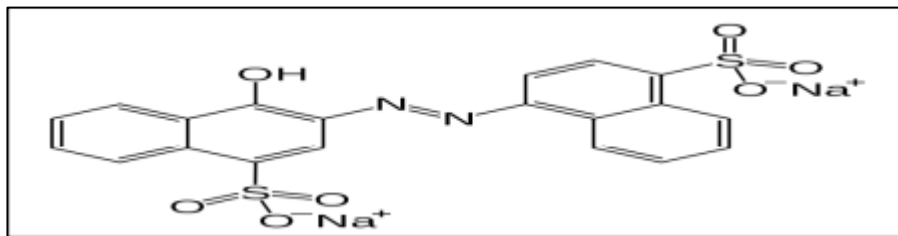


Figure I.3: Structure chimique de la Carmoisine E122 (Arzour, Belbacha, 2015).

-Toxicité de la Carmoisine E122 ou Azorubine:

La DJA est 0-4 mg/kg de poids corporel.

Les données toxicologiques, concernant la mutagénicité, l'impact sur la reproduction et la tératogénicité, proviennent d'études réalisées sur des rats, des souris et des porcs. Il n'a été révélé aucun effet sur la reproduction sur plusieurs générations, aucune activité génotoxique ni de potentiel tératogénétique. Ce composé est éliminé de l'organisme au bout de 24 à 72 heures. (Charni. A et al, 2021)

**Chapitre II : Etude de toxicité des
colorants alimentaires
(E102.E110.E124) autorisés en
Algérie**

➤ **En Algérie**

Les colorants alimentaires ne sont pas régis par des lois spécifiques Demandes Offres puissantes avec tous les modules complémentaires regroupés. Cette liste prend la forme de revues et d'articles publiés au Journal officiel algérien.

Il existe Articles juridiques liées à la législation spécifique qui régit les colorants alimentaires.

Article 4 du décret d'application n° 92-25 du 13 janvier 1992 relatif à ces conditions et modalités de complémentation des salariés Parmi plusieurs denrées alimentaires, les compléments alimentaires ne peuvent être utilisés s'ils répondent aux résultats des tests de classement. approprié, non spécifié nulle part dans ce décret.

Les colorants alimentaires approuvés sont nommés ainsi que les catégories d'aliments dans lesquelles ils peuvent être combinés et leurs limites de dose maximale sont spécifiées.

La liste des colorants alimentaires autorisés au Journal Officiel Algérien n° 31 et n° 30 du 5 mai 2002 stipule : Le nombre de colorants dans la liste autorisée est de 40.

Concernant la liste exhaustive des colorants autorisés en Algérie (**Journal officiel algérien n°30 du 16 mai 2012**) ou 55 (**Arzour et Belbacha, 2015**).

Tableau 4: La liste des colorants autorisés dans les denrées alimentaires en Algérie (**Journal officiel Algérien numéro 30 du 16 mai 2012**)

SIN	Nom de Colorant	Fonction technologique
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 (Blakeslea trispora)	Colorant
160b	Extraits d'annato	Colorant
160b(i)	Extraits de rocou, base de bixine	Colorant
160c	Oléorésine de paprika	Colorant
160d	Lycopènes	Colorant
160 ^e	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

Bien qu'il existe de nombreux colorants alimentaires dangereux pour la santé des consommateurs, de nombreux pays du monde autorisent leur utilisation, tels que E102, E124 et E110. Quant au colorant alimentaire E102, il n'était pas utilisé dans certains pays européens comme la Norvège et l'Autriche ainsi qu'aux États-Unis d'Amérique et en Finlande et ils ont jugé nécessaire d'arrêter d'utiliser l'additif E124. Quant à la Russie, les pays européens et l'Algérie, malgré toutes les études qui confirment l'effet nocif des additifs sur l'organisme,

ainsi que pour le colorant alimentaire E110 Il est interdit aux États-Unis, au Japon et en Norvège, dans cette partie nous parlerons de E102 / E124 / E110 ces colorants séparément.

II.1 Cas de tartrazine (E102) :

II.1.1 Définition :

Tartrazine (ou tartrazinum) connu sous le nom d'E102 ou FDC Yellow 5 ou encore C.I. 19140 est un colorant azoïque organique synthétique couramment utilisé dans les produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques comme substitut moins cher de la curcumine et du safran et est le 2ème colorant alimentaire le plus utilisé dans le monde (**Amin et al., 2010 Gallen, 2013 Marmion, 1991 Tanaka,2006**). Dans les aliments, la tartrazine est principalement utilisée dans les boissons gazeuses et énergétiques, les jus et gelées, les bonbons et les chewing-gums, les gâteaux, les céréales, les soupes, les chips aromatisées, et autres produits (**Demirk et al., 2012 ; Gupta et al., 2019**).

II.1.2 Structure et Propriétés physico-chimique :

II.1.2.1 Structure chimique:

Ce colorant fait partie des colorants synthétiques mono azoïques. C'est le sel trisodique de 4,5-dihydro-5-oxo-1-(4-sulfophényl)-4-[4-sulfophényl-azo]-1H-pyrazole-3-acide carboxylique. Sa formule chimique est : $C_{16}H_{12}Na_3O_9S_2$ et son poids moléculaire $PM = 534,37$ g/mole (**Kapor et al., 2001 Agité et de Saint Blanquat, 2002**). Elle se présente sous forme de poudre jaune orange inodore (**Agité et De Saint Blanquat, 2002**)

La tartrazine est connue également sous différents noms suivant son emploi- :

E 102, Food yellow 4 : usage alimentaire

FD&C N°5: usage alimentaire, médicamenteux et cosmétique

C.I. ACID YELLOW 23, CI 19140: usage cosmétique (Chavéron, 1999)



Figure II.1 : Structure chimique de La tartrazine. (**kapor et al., 2001**)

II.1.2.2 Propriétés physico-chimiques:

Sur le plan chimique, la tartrazine est dérivée du goudron de houille. Elle est de couleur jaune orangé, acide, soluble dans eau, peu soluble dans l'éthanol. Elle absorbe humidité de air et est incompatible avec les agents oxydants forts, les agents réducteurs forts et les acides forts (Amin *et al.*, 2010 Amin et Al She Comme tous les colorants, particulièrement les colorants mono-azoïques, la tartrazine change de couleur en milieu alcalin et acide à haute température en présence de métaux tels que le zinc, l'étain, le fer et le cuivre à cause de l'effet réducteur de l'hydrogène libéré (Scotter et Castle, 2004).

Tandis qu'elle est stable dans l'air à une température pouvant atteindre 200 C. cette température représente les conditions de traitement thermique lors du processus de production (Leulescu, 2018).

La photodégradation de la tartrazine par rayonnement ultraviolet produit des composés aromatiques, de faible poids moléculaire, plusieurs acides organiques et des ions inorganiques (Feng *et al.*, 2006)

II.1.3 Utilisation:

Beaucoup de produits alimentaires contiennent de la tartrazine à des proportions variables.

Elle se trouve principalement dans les jus de fruits (Vidottiet *al.*, 2005), boissons, glaces, biscuits, bonbons, chocolats, sauces et moutarde, elle est utilisée aussi pour envelopper des produits de charcuteries, de la confiserie, des croutes de fromage. (Moll 1995 Husain et al. 2006)

En UE, la quantité maximale permise de tartrazine

ajoutée dans les aliments est de 500 mg/kg (Scotter&Castle,2003).

II.1.4 DJA :

Elle indique la quantité de colorant alimentaire qui peut être consommé quotidiennement tout au long de la vie sans poser un risque appréciable pour la santé du consommateur. Les habitudes alimentaires spécifiques de certains groupes de consommateurs (par exemple les enfants, les végétariens, etc.) sont également prises en compte pour s assurer que la DJA ne sera pas dépassée (Amchova *et al.*, 2015).

Pour atténuer donc tout effet indésirable éventuel des colorants, la DJA a été utilisée dans les produits alimentaires contenant des colorants (**Doguc, 2013**). La tartrazine a déjà été évaluée par le système comptable financier (SCF) en 1975 et 1984 et par le JECFA en 1966.

Les deux comités ont établi une dose journalière admissible (DJA) de 0-7,5 mg/kg pc/jour(**EFSA, 2009**)

A signaler que cette DJA s'est vue augmenter depuis la dernière réévaluation menée par le JECFA en 2016 pour atteindre une dose journalière maximale de 10 mg/kg pc/jour (0 – 10 mg/kg pc/jour). (**JECFA, 2016**)

II.1.5 Toxicité:

II.1.5.1 Toxicocinétique de la tartrazine:

II.1.5.1.1 Absorption intestinale:

L'absorption de la tartrazine prise par voie orale est très faible chez l'être humain et les animaux de laboratoire. Les études de toxicocinétiques publiées dans la littérature montrent que moins de 2% de la tartrazine ingérée est absorbée (**Murdoch et al., 1987**), parce que la tartrazine est hautement chargée par des groupements du sulfonate qui empêchent l'absorption considérable quand celle-ci est administrée par voie orale (**Chung et al., 1992**).

II.1.5.1.2 Métabolisation:

La tartrazine se retrouve dans le tractus gastro-intestinal où elle va subir l'action des sucs digestifs et de la flore intestinale (**Khera et al., 1997**).

➤ Action due à la flore intestinale:

La grande partie de la tartrazine ingérée est facilement métabolisée dans le côlon par la flore intestinale (JECFA, 1964), car cette flore possédant une activité azo-réductrice est responsable d'une transformation fondamentale : la liaison N=N est rompue, faisant apparaître des amines cycliques qui peuvent avoir des cinétiques différentes et à niveaux différents (**Christie et al., 2003**). Le principal métabolite urinaire de cette biotransformation bactérienne est l'acide sulfanilique (**Roxon et Ryan, 1967**).

La présence de transporteurs d'électrons libérés par les bactéries (p. ex., la flavine) et des conditions anaérobiques dans le côlon permettent la réduction de la tartrazine en acide sulfanilique et en aminopyrazolone (**Watabe et al., 1980**). La vitesse de dégradation est assez

rapide, puisque 41% de tartrazine seront dégradés en 4 heures dans la lumière digestive (Edwards et Combes, 1984).

Chung *et al.*, (1978) ont suggéré que les accepteurs d'électrons extracellulaires peuvent stimuler la réduction des colorants azoïques. Selon la souche bactérienne, cette réduction peut être catalysée par une réaction enzymatique. L'aminopyrazolone est ensuite dégradée en acide 4-hydrazinobenzènesulfonique dans l'intestin, puis réduite en acide sulfanilique, principalement excrétée dans les fèces (Ryan, 1972).

➤ Action des enzymes hépatiques:

Les colorants non métabolisés au niveau intestinal et passant dans la circulation générale font l'objet d'une métabolisation au niveau hépatique par diverses enzymes (azoréductases, N- désalkylases, hydroxylases). Les métabolites absorbés se retrouvent dans les urines sous forme libre, acétylée, glycuronoconjuguée, sulfoconjuguée (Albrecht et Manchon, 1973).

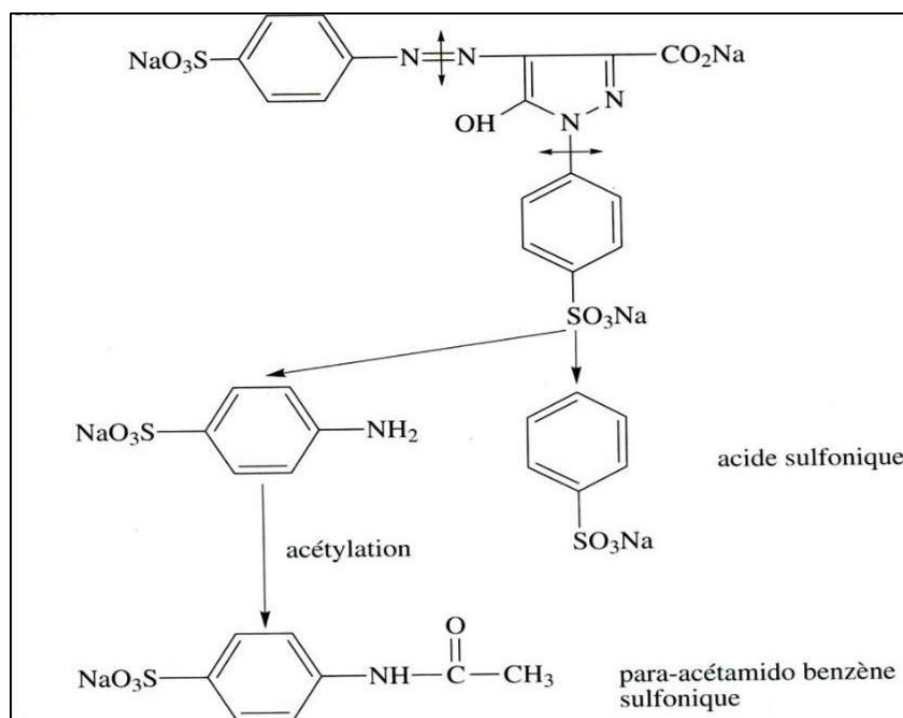


Figure II.2: Détoxification de la tartrazine d'après Chavéron, 1999.

II.1.5.2 Toxicité aigue:

Dans les rapports présentés à l'OMS, la dose létale orale chez les souris est rapportée à 12750mg/kg de poids corporel. Chez les rats, la DL50 par injection intra péritonéale a été

estimée à 2 mg/kg de poids corporel et la DL50 par voie intraveineuse est évaluée à 1 mg/kg de poids corporel (**Houdjedj, 2012**).

Les doses élevées de tartrazine induisent une neurotoxicité et des déficits d'apprentissage et de mémoire chez les animaux. La perturbation de ces capacités pourraient être attribuées à la promotion de la peroxydation lipidique par les espèces réactives de oxygène, inhibant ainsi les enzymes de défense antioxydantes et induisent des lésions histopathologiques cérébrales (**Ward, 1997**).

II.1.5.3 Toxicités sub-chronique:

Il existe un nombre limité d'études ayant pour objectif l'évaluation de la toxicité sub-chronique de la tartrazine. En effet, une étude conduite par une équipe de l'Université d'Oran a pu conclure que la consommation de la tartrazine à une dose élevée de 0,05 % semble altérer l'activité enzymatique des protéases (trypsine et chymotrypsine) *in vivo*, ce qui peut avoir des conséquences délétères sur la digestion. La digestion optimale des macronutriments dépend fortement des enzymes pancréatiques ce colorant alimentaire peut donc avoir des effets néfastes sur la santé humaine (**Ameur et al., 2019**).

A la même année, un autre article de recherche a été publié par (**Abd-Elhakim et al., 2019**).

Ce dernier avait conclu que la tartrazine administrée à une dose de 75mg/kg de pc /jour, induisait une augmentation marquée du stress oxydatif et une diminution des taux de Superoxyde Dismutase (SOD), catalase (CAT) et Glutathion GSH dans les reins et le foie. De plus l'examen histologique avait montré clairement des hépatocytes en apoptose et une fibrose péri-portale avec nécrose tubulaire, et des glomérules rétrécis (**Abd-Elhakim et al., 2019**).

II.1.5.4 Toxicité chronique:

La toxicité chronique des additifs utilisés dans l'alimentation, notamment les colorants azoïques dont la tartrazine, a récemment fait l'objet d'une attention croissante. La principale préoccupation dépend de la quantité de colorant ingérée (**Golka et al., 2004**).

En outre, étant donné le faible taux d'absorption, les risques pour la santé humaine sont peu probables. La faible absorption est due essentiellement à la capacité de la tartrazine à se lier aux protéines humaines et bovines et à former un complexe avec ces protéines, ce qui peut limiter leurs effets. Cependant, la toxicité pourrait être appréciable en cas d'exposition plus

importante ou en combinaison avec autres colorants ou médicaments capables de se lier aux protéines plasmatiques (**Amchova et al., 2015**).

En 2012, Moutinho et al avait mis en évidence une inflammation de la muqueuse de estomac (augmentation du nombre de lymphocytes et éosinophiles) chez les rats lorsqu'il a administré de la tartrazine dans l'alimentation pendant une période prolongée de dix mois (**Moutinho et al., 2012**)

II.1.5.5 Toxicodynamique et pathologies associées :

Étude toxicologique de tartrazine est essentielle car elle est utilisée dans une grande variété de produits alimentaires:

II.1.5.5.1 Effets neuro-développementaux et neurocomportementaux:

De nombreuses études et observations cliniques et épidémiologiques ont étudié la toxicité de tartrazine dans le monde. En ce qui concerne les études de toxicité comportementale, Sobotka *et al.*, (1977) ont rapporté que la tartrazine exerçait des effets neurocomportementaux minimes (uniquement le développement neuromoteur chez les femelles) chez les rats (1,0 à 2,0 % dans l'alimentation) (**Sobotka et al., 1977**)

En outre, en ce qui concerne l'hyperactivité des enfants, Rowe et Rowe, (1994) ont rapporté que des changements de comportement dans l'irritabilité, l'agitation et les troubles du sommeil étaient associés à l'ingestion de tartrazine chez certains enfants, et ces effets étaient liés à la dose (1–50 mg/enfant) (**Rowe et Rowe, 1994**). L'hyperactivité accrue s'accompagne du développement de problèmes éducatifs, en particulier ceux liés à la lecture, qui pourraient affecter les compétences scolaires de l'enfant (**McGee et al., 2002**).

Cela pourrait être dû à la peroxydation lipidique induite par les ERO, à l'inhibition des enzymes endogènes antioxydantes et la lésion du tissu cérébral (**Gao et al., 2011**).

Ward, (1997) a rapporté que 23 enfants consommant une boisson tartrazine présentaient des niveaux accrus de troubles de l'élocution, de mauvaise coordination et de développement asthme et/ou eczéma, ainsi qu'une allergie intense sur une fraction de consommateurs (**Ward, 1997**).

Quant à l'expérimentation animale, les doses de tartrazine de 0,05, 0,15 et 0,45 % induisaient quelques effets antagonistes sur les marqueurs neurocomportementaux de toutes les générations chez la souris (**Tanaka, 2006**).

Récemment, en 2021 **Wopara et al.**, ont pu confirmer altération des fonctions cognitives des rats traités par la tartrazine et l'érythrosine. En effet, les colorants alimentaires tels que érythrosine et la tartrazine ont induit des altérations biochimiques, un déclin cognitif et neurocomportemental par une augmentation du stress oxydatif et nitrique, une augmentation de activité acétylcholinestérasique et la libération de cytokine pro-inflammatoire dans le cerveau du rat (**Wopara et al., 2021**).

II.1.5.5.2 Déformation conformationnelle des protéines:

La tartrazine pourrait entraîner des déformations conformationnelles de protéines, notamment l'albumine sérique. Elle peut se lier spontanément à albumine et former un complexe grâce aux liaisons de Van der Waals et les liaisons hydrogène (**Pan et al, 2011**).

Les auteurs soutiennent l'hypothèse que la consommation de la tartrazine pourrait être un risque potentiel pour la santé humaine. En effet, la liaison des colorants artificiels à l'albumine pourrait limiter la fixation d'éventuels toxiques. Cette interaction serait alors susceptible d'affecter l'absorption, la distribution et le métabolisme de composés toxiques et d'en potentialiser les effets secondaires (**Masone et Chanforan, 2015**).

De plus, apotransferrine, une autre molécule sérique qui pourrait être une cible des colorants azoïques, à savoir la tartrazine. En effet, il a été démontré par une analyse spectroscopique et de Docking moléculaire que la tartrazine formait un complexe en se liant à l'apotransferrine tout en ayant une affinité nette vis-à-vis de certains résidus clés et par conséquent influencer et altérer la structure tertiaire de la protéine (Figure II.3) (**Jafari-arvari et al., 2021**).

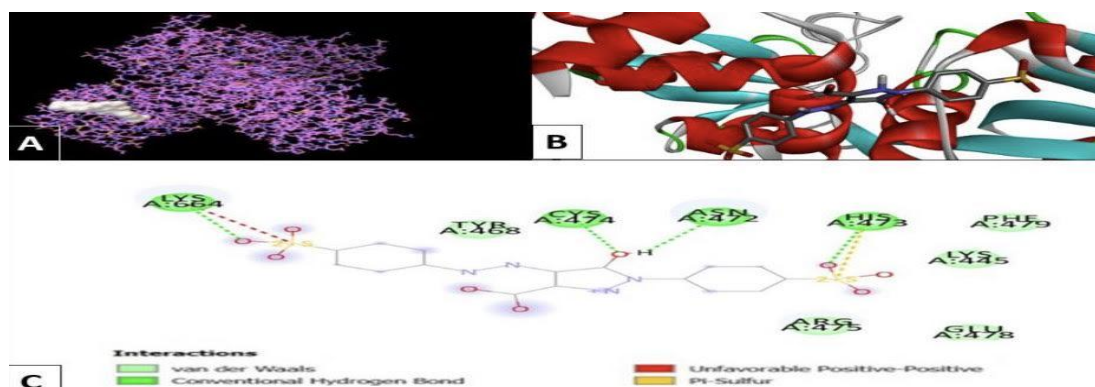


Figure II.3 : A: Photographie du docking moléculaire entre le lignad (tartrazine) et la protéine (apotransferrine), B: Représentation cartographique de la transferrine dans un complexe avec la tartrazine, C: Diagramme bidimensionnel des résidus de la transferrine interagissant avec la tartrazine (**Jafari-arvari et al., 2021**)

II.1.5.5.3 Hypersensibilité et intolérance:

La tartrazine a été impliquée comme additif alimentaire le plus souvent responsable de réactions allergiques affectant principalement les personnes atopiques qui présentent une réaction à de multiples substances chimiques, elle est responsable également d'aggravation de la dermatite atopique de l'adulte, de l'urticaire et l'asthme (**Inomata et al., 2006 Mehedi et al., 2009**)

Chez l'homme, de nombreux rapports ont conclu que le colorant jaune tartrazine provoque des réactions d'intolérance ou d'hypersensibilité. Cependant, les rapports analysés portaient sur des aliments consommés par la population, qui contiennent rarement par le seul colorant, mais un mélange de colorants (**Da Silva et Fracacio, 2021**).

La prévalence de l'allergie à la tartrazine est inférieure à 0,12 % dans la population générale (**Elhkim et al, 2007**). Il y aurait des cas de réaction croisée entre l'aspirine et la tartrazine (**Stevenson et al, 1986**) bien que cela reste controversé. L'inhibition de la cyclo-oxygénase, a été souvent citée comme mécanisme expliquant l'intolérance à la tartrazine (**Sanders et Debuse, 2003**)

II.1.5.5.4 Cancérogénicité, génotoxicité et cytotoxicité:

Diverses applications de colorants (0,25 à 64,0 mM) ont révélé que la tartrazine avait aucune propriété cytotoxique.

Néanmoins, à tous les niveaux examinés, ce colorant a eu un effet génotoxique significatif.

Ces résultats montrent que la tartrazine pourrait être nocive pour la santé et que sa consommation prolongée pourrait engendrer une carcinogenèse (**Soares et al., 2015**)

D'autres investigations utilisant le titrage spectroscopique pour l'interaction des additifs alimentaires, la tartrazine avec l'ADN, ont montré que ces colorants se lient à l'ADN. La tartrazine a eu également un effet toxique possible sur les lymphocytes humains *in vitro* et il semble qu'ils se lient directement à l'ADN (**Mpountoukas et al., 2010**).

Ont observé des dommages étendus à l'ADN dans l'estomac glandulaire et le côlon à des doses supérieures à 10 mg/kg de poids corporel. Cet effet peut être dû à la cytotoxicité aiguë du colorant ou à une réparation insuffisante de l'ADN au moment du prélèvement de 3 heures. Poul et al., (2009) ont vérifié la non-mutagénicité de la tartrazine lorsqu'elle est administrée par

voie orale jusqu'à des doses de 2000 mg/kg de poids corporel et ont signalé que le colorant augmente pas la quantité de micronucléaires (**Amine et Al Shehri, 2018 Poul et al., 2009**).

Néanmoins, les données de la littérature sur effet cytotoxique, mutagène et génotoxique de la tartrazine reste controversées et peu satisfaisantes dans certains cas. Dans cette préoccupation, les travaux de **Soares et al., (2015)** ont démontré que la tartrazine a pas effets cytotoxiques et ont conclu que la tartrazine peut être dangereuse pour la santé et que son utilisation prolongée pourrait générer une carcinogénèse.

D'autre part, des études peu fréquentes ont indiqué que la tartrazine, érythrosine et indigo carmin sont de puissants inhibiteurs de la promotion des tumeurs cutanées chez les souris. **Khayyat et al., (2017)** ont constaté que les rats auxquels on avait administré de la tartrazine présentaient une augmentation évidente de la fonction hépatique et rénale, ainsi qu'une augmentation des marqueurs oxydatifs et une diminution des marqueurs antioxydants totaux. Par ailleurs, administration de tartrazine était liée à des changements histopathologiques et cellulaires sévères dans les tissus hépatiques et rénaux, de plus, la tartrazine initie des dommages à ADN des leucocytes comme identifié par le test des comètes (**Amine et Al Shehri, 2018**).

Concernant la cancérogénicité à long terme de la tartrazine, quelques études sont maintenant disponibles sur effet chronique de la tartrazine. **Himri et al., (2011)** ont trouvé qu'une dose orale quotidienne de 5 à 10 mg/kg. chez des rats Wistar, a révélé une augmentation significative liée à la dose des marqueurs biochimiques sanguins du glucose, des triglycérides, du cholestérol total, de azote uréique sanguin, de la créatinine, de AST et des protéines totales, par rapport au contrôle (**Amine et Al Shehri, 2018**).

II.2 Cas de Rouge Ponceau SIN124 (E124):

II.2.1 Définition de E124:

Rouge Ponceau SIN124 ou Rouge Cochenille A Le rouge ponceau est un colorant synthétique pétrochimique de couleur rouge brillant, Il est connu sous différentes appellations, la rouge cochenille (A), E124, CI 16255 (pour les produits cosmétique) (**Lemerini, 2016**).

II.2.2 La structure chimique de E124:

Le rouge Ponceau 4R est essentiellement constitué de sel trisodique de l'acide hydroxy-2-(sulfo-4-naphtylazo-1)-1-naphtalène disulfonique-6,8 et de matières colorantes accessoires

associées à des composants non colorés, principalement du chlorure de sodium et/ou du sulfate de sodium. Le rouge Ponceau 4R est fabriqué par copulation d'acide naphthionique diazoté et d'acide G (acide naphthol-2-disulfonique-6,8), puis conversion du produit de copulation en sel trisodique .../...L'utilisation de laques aluminiques de ce colorant est autorisée.

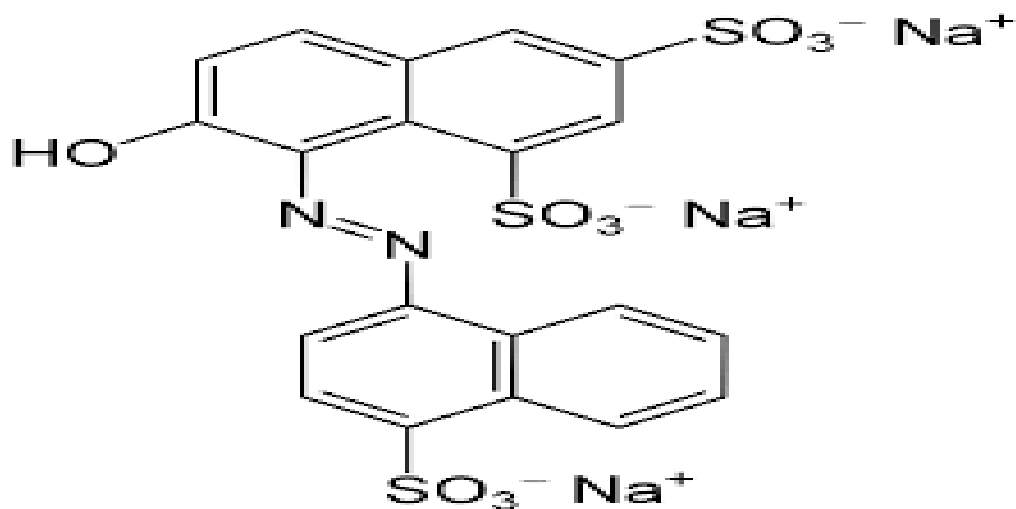


Figure II.4: La structure chimique de E124

II.2.3 Propriétés physico-chimiques:

De Rouge Cochenille A 28 Chapitre II Généralité Sur Les Colorants alimentaires. Soluble dans l'eau, largement utilisé dans les produits alimentaires (bonbons, gâteaux, biscuits, glaces, sirops, boissons), les médicaments, les cosmétiques et le tabac (**Lemerini, 2016**)

Identification	
2-hydroxy-1-(4-sulfonate-1-naphtylazo)-6,8-naphtalène disulfonate trisodique	Nom UICPA
Rouge cochenille A	Synonymes
Cochenille rouge A	
Cochineal Red A	
New Coccine	
Coccine Nouvelle	
C.I. 16255	
Food Red 7	
Acid Red 18	
SX purple	

Brilliant scarlet 4R	
2611-82-7	No CAS
100.018.216	No ECHA
213-022-2	No CE
E124	No E
Propriétés chimiques	
C ₂₀ H ₁₁ N ₂ Na ₃ O ₁₀ S ₃ [Isomères]	Formule
604,473 ± 0,035 g/mol C 39,74 %, H 1,83 %, N 4,63 %, Na 11,41 %, O 26,47 %, S 15,91 %,	Masse molaire[1]

Usage autorisés :

E124 est de colorant azoïques acceptés pour être utilisés comme additifs alimentaires dans l'Union européenne (UE) avec une dose quotidienne standard de 0 à 4 mg (**Benalioua et al., 2015**), tandis que la dose standard de E102 est de 0 à 7,5 mg /kg pc/jour. E124 est considéré comme un colorant azoïque rouge fraise et est utilisé comme colorant pour boisson

II.2.5 Utilisation de E124 :

Le Ponceau 4R (additif E124) est largement utilisé (seul ou en combinaison avec d'autres colorants) dans la coloration de produits alimentaires, de médicaments et de cosmétiques dans l'industrie de la confiserie, dans la production de boissons, de crèmes glacées, de confiseries, de bonbons et de fruits en conserve. L'additif E124 est utilisé dans la fabrication de produits à base de poisson et de viande, de desserts lactés, de gâteaux et de produits à base de lait caillé

II.3 Cas de Jaune Orange SIN 110 (E110):

II.3.1 Définition Jaune Orange:

« S » Ou Jaune Soleil FCF (Sunset Yellow FCF) SIN110 Le jaune orange S est un colorant azoïque à base de goudron de houille. Obtenu par synthèse chimique. Ce colorant est interdit aux États-Unis et en Australie (Arzour et Belbacha, 2015).

II.3.2 La structure chimique de E110 :

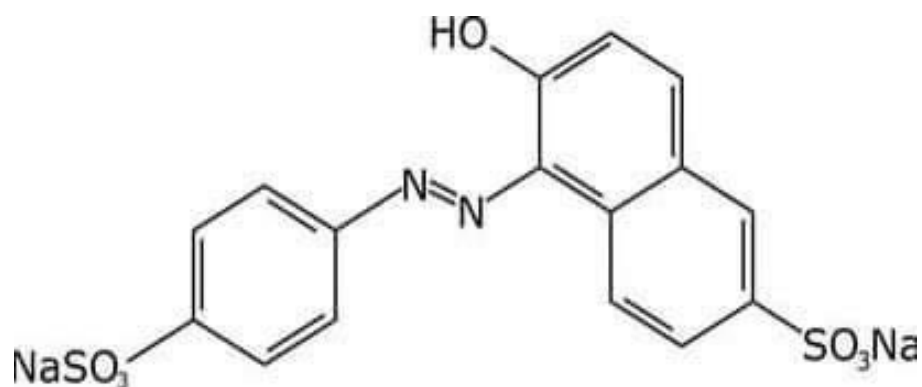


Figure II.5: La structure chimique de E110

II.3.3 Propriétés physico-chimiques de Jaune Orange SIN 110:

Il s'agit d'une poudre de couleur jaune orangé, soluble dans l'eau (180 g/L à 20°C), peu soluble dans l'éthanol (0,1 g/L) et insoluble dans les huiles. Elle est stable jusqu'à 130°C et Rouge en milieu fortement alcalin (Arzour et Belbacha, 2015).

Identification:		
6-hydroxy-5-[(4-sulfonatophényl)azo]naphtalène-2-sulfonate disodium	de	Nom UICPA
C.I. 15985 . C.I. Food Yellow 3		Synonymes
2783-94-0 (Na)		No CAS
100.018.629		No ECHA
220-491-7		No CE
5359810		PubChem
E110		No E
		SMILES
		InChI
cristaux rouge orangé(480nm)		Apparence
Propriétés chimiques:		
C16H10N2Na2O7S2		Formule
		C16H10N2Ca2O7S2
		C16H10N2K2O7S2
452,369 ± 0,026 g/mol C 42,48 %, H 2,23 %, N 6,19 %, Na 10,16 %		Masse molaire[1]

O 24,76 %, S 14,18 %,	
Propriétés physiques :	
390 °C (décomp.)[réf. Souhaitée]	T° fusion
50 à 100 g/L dans l'eau à 24 °C[réf. Souhaitée] peu soluble dans l'éthanol	Solubilité
Écotoxicologie :	
>10 g kg ⁻¹ (rats, oral) >6 g kg ⁻¹ (souris, oral)[réf. souhaité]	DL50

II.3.4 DJA :

L'EFSA a établi une *dose* journalière acceptable (*DJA*) de 4mg/kg pc/jour pour le colorant alimentaire Jaune orangé S. Les experts ont conclu que les estimations de l'*exposition* des consommateurs sont largement inférieures à cette nouvelle DJA pour tous les groupes d'âge.

En 2009, l'EFSA avait réévalué la sécurité du Jaune orangé S et, sur la base des données scientifiques disponibles, elle avait fixé une DJA temporaire de 1mg/kg de poids corporel et avait recommandé que d'autres tests soient réalisés. A la lumière de nouvelles données lui ayant été soumises, l'EFSA a à présent décidé d'augmenter la DJA.

Le Jaune orangé S (E 110) est un colorant alimentaire autorisé en vertu du règlement 1333/2008 de la Commission européenne.

II.3.5 Utilisations d'E110 :

L'additif E110 est utilisé pour colorer de nombreux produits : courgettes orange, crème de citron, sauce au fromage, poisson en conserve, craquelins, épices orientales et soupes emballées. L'additif alimentaire E110 est souvent ajouté aux glaçages, confitures, crèmes glacées et marmelades. Le colorant E110 est également utilisé dans la production de gelée d'orange et d'abricot, de chocolat chaud, de massépain, de boissons gazeuses et de liqueurs. Le E110 est souvent utilisé en association avec l'additif alimentaire E123, pour obtenir une couleur brune (couleurs chocolat et caramel).

II.4 Aspect toxicologie de colorants alimentaire :

II.4.1 Impact sur la santé:

Parmi tous les aliments, rares sont ceux qui ne contiennent pas de colorants (naturels ou synthétiques).

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 (**Soubra, 2008**).

II.4.1.1 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 (En vu de ces doses on parlera plutôt de toxicité chronique des colorants (**Soubra, 2008**).

II.4.1.2 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.

Des comités d'expert scientifique des autorités nationales et internationales ont établi et déterminé la dose (**Soubra, 2008**).

II.4.2 La toxicite de E124 pour la santé:

La dose journalière admissible (DJA) pour l'homme est de 4 mg/kg du poids corporel. La rouge cochenille A est lié à l'hyperactivité chez l'enfant .il est classé probablement cancérigène ; Des symptômes d'allergies et d'urticaires sont causés par le ponceau 4R. L'administration chronique de la colorante rouge cochenille (E124) a des doses 3 et 6% pendant 2 ans à révélé des tumeurs au niveau foie (adénome et carcinome).

Le rouge ponceau était clastogène même à faible dose provoque des aberrations chromosomiques, la dose de 10mg/kg de cette colorant induisait des dommages sur l'ADN (**Lemerini, 2016**).

II.4.3 La toxicité de E110 pour la santé:

Toxicité de Jaune Orange E 110 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 d'un autre coté 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 (Wróblewska, 2009).

Certains produits algériens qui contiennent des colorants alimentaire E110 et E124 et E102



**Chapitre III : Pathologies
associées à l'utilisation des
colorants alimentaires**

III.1 Troubles Déficitaires de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) chez l'enfant :

Il y a plus de trente ans, des chercheurs ont avancé l'hypothèse que l'essentiel de l'hyperactivité mise en cause dans les troubles d'apprentissage, émotionnels, alimentaire et du sommeil pouvait être attribuée aux additifs alimentaires, principalement les colorants artificiels. Depuis, de nombreux chercheurs se sont attachés à valider cette théorie. **(Jortay, 2020)**

Selon le même auteur : « Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité est un trouble comportemental d'origine neurobiologique comportant des problèmes de concentration associés à de l'impulsivité et une hyperactivité psychomotrice ». **(Henry-Michel Porte et al., 2015)**

Le diagnostic du TDAH est complexe car les symptômes qui caractérisent ce trouble apparaissent de manière très différente en fonction de l'âge et de l'environnement du patient. Pour évoquer le diagnostic du TDAH, il faut que les symptômes persistent pendant plus de 6 mois, et qu'ils entraînent des difficultés cliniques significatives du fonctionnement social, scolaire et de la qualité de vie de l'enfant. Cependant, un ensemble de signes évocateurs peuvent vous mettre sur la piste d'un TDAH. **(Henry-Michel Porte et al., 2015)**

Il est très important de repérer et de prendre rapidement en charge ce trouble. Un retard du diagnostic ou une absence de prise en charge adéquate peuvent mener à une sévérité des problèmes psychologiques (faible estime de soi...), scolaires (exclusion...), familiales (conflits) et sociales (difficultés relationnelles, transgression des règles). **(Henry-Michel Porte et al., 2015)**

Un lien potentiel entre le TDAH et les additifs alimentaires a été débattu pendant des décennies, plusieurs études ont montré que les colorants artificiels pourraient mener à un comportement hyperactif chez les enfants. **(McCann et al., 2007)**

Un enfant hyperactif est un enfant dont l'activité motrice est augmentée et désordonnée, accompagnée d'impulsivité, de réactions agressives et de troubles de l'attention qui perturbent son efficacité scolaire. Ces troubles doivent être en décalage net par rapport à l'âge et au niveau de développement de l'enfant pour qu'on puisse parler d'hyperactivité. **(Chenichene et al., 2014)**

Le retard dans le TDAH était situées à l'avant du manteau extérieur du cerveau (cortex). **(P. Shaw *et al.*, 2007)**. Le cortex préfrontal soutient une foule de fonctions cognitives, telles que la capacité de supprimer, les réponses et les pensées inappropriées, le « contrôle » de l'attention, l'évaluation des contingences de récompense, le contrôle moteur à plus grande échelle et la mémoire de travail. Les déficits dans ces fonctions cognitives sont d'ailleurs toutes impliqués dans la pathogénèse du TDAH. **(P.Shaw *et al.*, 2007)**

En conclusion, le TDAH se caractérise par un retard plutôt que par une déviance dans la maturation corticale.

Les colorants alimentaires aussi provoquent un faible taux de catécholamines (à savoir l'adrénaline, la noradrénaline et la dopamine) et de sérotonine dans certaines régions du cerveau. Ces neurotransmetteurs sont responsables de l'activation des domaines du cerveau nécessaires notamment à la concentration. **(Garrett *et al.*, 2009)**

De plus, il a été noté que le colorant alimentaire peut entraîner une déficience en vitamine B6 et en Zinc. La vitamine B6 est une vitamine essentielle pour le bon fonctionnement des neurones. Le zinc est impliqué dans deux réactions enzymatiques diverses, entre autres dans la régulation de la dopamine, un neurotransmetteur présent en moins grande quantité chez les enfants hyperactifs. **(Jortay, 2020)**

Certaines études ont également montre une corrélation entre la consommation des aliments qui contiennent des colorants alimentaires et les anomalies du glutamate / glutamine et de la créatine dans le cerveau des enfants avec la TDAH provoquent une perturbation de l'interaction entre les systèmes glutaminergique et dopaminergique. **(Perlov *et al.*, 2007)**

Ces résultats sont en accord avec **(Schab, 2004)**, qui avait déjà montré que les colorants alimentaires artificiels peuvent conduire à "une toxicité neurologique". En 2004, Schab et Trinh ont examiné 427 études sur les effets du colorant alimentaire sur le comportement. 21 de ces études étaient en double aveugle et contrôlées par placebo. Sur la base de leur examen, Schab et Trinh ont conclu que «l'effet des colorants sur les enfants était statistiquement significatif, en particulier en ce qui concerne les évaluations des parents» et «que les colorants favorisent l'hyperactivité chez les enfants hyperactifs, tel que mesuré sur des échelles d'évaluation comportementale ». Ces résultats sont en accord avec ceux de **(Bateman *et al.*, 2004)**

La British Food Standards Agency (FSA) a financé deux études sur les effets des colorants synthétiques et du conservateur benzoate de sodium sur l'hyperactivité. L'Université de Southampton a mené ces deux études en double aveugle contrôlées par placebo, contrairement à de nombreuses autres études, qui n'ont examiné que les enfants hyperactifs, celles-ci ont examiné un échantillon représentatif d'enfants de la population générale. **(McCann *et al.*, 2007)**

La première étude, menée en 2004, a observé les effets du jaune soleil (jaune-6), de la carmoisine, de la tartrazine (jaune-5), du ponceau 4R et du conservateur benzoate de sodium sur des enfants de trois ans. En 2007, une deuxième étude a élargi la première en incluant des enfants de huit et neuf ans, ainsi qu'un deuxième mélange de jaune soleil, carmoisine, jaune quinolone, rouge allura AC et benzoate de sodium. Les deux études ont conclu que le colorant alimentaire artificiel provoquait systématiquement une détérioration significative du comportement des enfants. **(McCann *et al.*, 2007)**

L'étude de 2007 a conclu que «les colorants artificiels ou le benzoate de sodium (ou les deux) dans l'alimentation entraînent une hyperactivité accrue chez les enfants de 3 ans et 8/9 ans dans la population générale». **(McCann *et al.*, 2007)**

Des études ont confirmé que les colorants alimentaires comme la tartrazine, rouge allura AC, jaune orangé S, bleu brillant pouvait provoquer des symptômes cliniques de l'hyperactivité et pouvaient altérer l'activité électrique cérébrale des enfants avec TDAH (troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité). **(Jortay, 2020)**

En plus, une amélioration des troubles de l'attention a été constatée chez ces enfants après éviction des colorants synthétiques de l'alimentation. **(Houdjedj et Née, 2012)**

III.2 L'Allergie et Hypersensibilité:

Les réactions aux colorants alimentaires peuvent impliquer des mécanismes immunitaires (hypersensibilité) et non immunitaires (intolérance).

L'allergie alimentaire correspond à l'ensemble des manifestations cliniques liées à l'ingestion d'un allergène alimentaire, appelé trophallergène, c'est une réaction d'hypersensibilité immédiate de type I. **(Adeinate, 2018)**

Les manifestations cliniques de l'allergie alimentaire sont de gravité très variable : prurit et œdème local, choc anaphylactique, atteintes cutanées (urticaire, dermatite atopique), symptômes digestifs (diarrhée), troubles respiratoires (asthme, rhinite) **(Chenichene, 2014)**

L'allergène qui entre dans l'organisme au travers du tractus gastro-intestinal, interagit avec 4 groupes cellulaires, les cellules présentatrices de l'antigène, macrophages et cellules dendritiques, les lymphocytes T et B et mastocytes. Ces interactions aboutissent à la production d'IgE spécifiques cytophiles à l'origine de la libération de médiateurs responsables des manifestations cliniques. **(Bernard et Moncef, 1999)**

. Une étude a montrée que les colorants alimentaires (le rocou et le carmin) ont été liés à des réactions allergiques à médiation IgE. Ces deux colorants naturels contiennent des résidus protéiques de leur source animale et végétale, ce qui fait en sorte qu'une sensibilisation allergique puisse survenir. **(EBO et al., 2009)**

En Espagne, une étude faite chez 9 employées d'une manufacture de rouge de cochenille préparé à partir du corps séché des femelles d'insecte *Dactylopius coccus* vat. Costa, montre que trois d'entre elles ont des troubles respiratoires au travail, rhinite et/ou asthme. Toutes trois ont des prick-tests positifs. Le test de provocation réaliste montre une réponse immédiate chez l'employée atteinte d'asthme professionnel ; cette patiente a des IgE spécifiques dirigées contre le rouge de cochenille et l'insecte *Dactylopius coccus*. L'allergène principal est une protéine de 10-30 kilodaltons. **(Qnirce et al., 1994)**

L'ingestion chronique de la tartrazine dans de l'eau de boisson provoque une augmentation du nombre des lymphocytes et des éosinophiles de la muqueuse gastrique chez les rats. **(Moutinho et al., 2007)**

La tartrazine était rendue responsable d'aggravation de la dermatite atopique, de l'urticaire et l'asthme particulièrement chez les patients intolérants à l'aspirine. La réaction se caractérise par des symptômes rhino-bronchiques ou pulmonaires, des céphalées, des œdèmes et de l'eczéma. **(Collins, 1992)**

III.3 Le Cancer:

Le cancer est une maladie caractérisée par une prolifération cellulaire, ou tumeur maligne, anormalement importante formée à partir de la transformation par mutation ou instabilité génétique d'une cellule initialement normale. Parfois, les cellules cancéreuses envahissent les tissus environnants, ou se détachent de la tumeur d'origine pour migrer vers d'autres régions du corps, c'est ce qu'on appelle des métastases. C'est pourquoi il est important de dépister le cancer le plus tôt possible afin d'éviter cette migration. La majorité des cancers prennent plusieurs années à se former et peuvent apparaître à tout âge. Ils sont cependant découverts généralement chez des personnes âgées de 60 ans et plus. Les symptômes sont très variables d'une personne à l'autre mais aussi en fonction du type de cancer et de son stade. **(Mosnier et al., 2005)**

Les facteurs de risque augmentant le risque de cancer aux niveaux nutritionnels liés aux additifs alimentaires. 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 chercheurs soupçonnent que l'érythrosine (E127) est l'origine de cancer de la thyroïde chez l'animal. **(Arzour et Belbacha, 2015)**

Du fait de sa structure, l'érythrosine présenterait un risque potentiel sur la glande thyroïde. En effet, porteur de quatre atomes d'iode, ce colorant est soupçonné d'interagir avec l'axe hypophyso-thyroïdien. Chez l'humain, l'étude clinique menée par Gardner a évalué l'impact de l'ingestion subchronique d'érythrosine sur la fonction thyroïdienne. Pendant 14 jours, trois doses d'érythrosine (20, 60 et 200 mg/kg pc/j) ont été testées sur un groupe de 30 volontaires sains de sexe masculin. L'iodure plasmatique totale a été augmentée de façon dose dépendante, de la même manière que son excrétion. De plus, à la dose la plus élevée seulement, les taux de TSH ont été augmentés, ce qui serait plutôt la conséquence de l'augmentation sérique d'iodure plutôt que l'effet direct de l'ingestion d'érythrosine sur la sécrétion d'hormones thyroïdiennes ou un effet sur le métabolisme périphérique. **(Gardner et al., 1987)**

Jenning constatent une augmentation de la concentration sérique de T4 associée à l'augmentation de la réponse de la TSH (Thyroid Stimulating Hormone) hypophysaire à la TRH (Thyrotropin Releasing Hormone) après une administration orale chez le rat.

Cette étude suggère également que l'érythrosine inhiberait la conversion de T4 en T3 dans les tissus périphériques. Les auteurs en concluent qu'une exposition chronique à l'érythrosine favoriserait la formation de tumeurs thyroïdiennes (observées dans des études ultérieures à long terme), en stimulant indirectement la thyroïde via l'augmentation des taux de TSH. **(Jenning et al., 1990)**

Bien que l'effet potentiel de l'érythrosine sur le système thyroïdien soit effectivement démontré, il parait indispensable de souligner les doses auxquelles les effets sont observés.

D'une part, chez le rat, les effets tumorigènes sont constatés sur une administration quotidienne d'érythrosine tout au long de la vie de l'animal pour des doses équivalentes à 2.000 mg/kg pc/j.

D'autre part chez l'Homme, le système thyroïdien est réellement impacté avec une administration journalière de 200 mg/kg pc/j pendant 14 jours. Ces doses sont donc considérablement supérieures à la DJA actuelle (0.1 mg/kg pc/j), d'autant plus à consommation journalière qui est estimée proche de 0%. **(Adénate, 2018)**

III.4 Génomotoxicité:

La toxicologie génétique ou génotoxicité est l'étude de la toxicité de substances sur l'acide désoxyribonucléique (ADN), causant directement des lésions ou mutations. Aussi, ces mutations peuvent survenir indirectement suite à une activation métabolique par les enzymes du foie. Les systèmes de réparation de la cellule sont responsables d'éliminer ces lésions. Néanmoins, une réparation imparfaite peut aussi conduire à des mutations géniques qui risquent d'engendrer des cancers. **(Benhacine et Sahil, 2014)**

Le potentiel génotoxique de la tartrazine a largement été documenté dans la littérature. Les essais effectués *in vivo* et *in vitro* sur *S. typhimurium* et les rongeurs (tests micronoyau, échanges de chromatides sœurs et aberrations chromosomiques) sont négatifs, à l'exception de quelques-uns. En effet, **(Patterson et Butler, 1982)** et **(Ishidate *et al.*, 1984)** rapportent des augmentations significatives d'aberrations chromosomiques. **(Giri *et al.*, 1990)** constatent le même résultat, en plus d'une augmentation significative d'échanges de chromatides sœurs après exposition aiguë et chronique de cellules de moelle osseuse de souris à la tartrazine

Cette dernière étude est toutefois critiquée puisqu'elle n'est pas standardisée et n'utilise pas de cellules de contrôle. En 1999, des lésions de l'ADN sont constatées chez les souris par Sasaki avec le test des comètes, ces anomalies sont observées dans l'estomac et le colon à de faibles doses de tartrazine, même celles avoisinant la DJA. **(Sasaki *et al.*, 1999)**

Le noir brillant BN n'a entraîné aucune mutagénicité sur les souches bactériennes (*S. typhimurium* et *E. coli*), Ce colorant a cependant montré des propriétés génotoxiques dans deux modèles de cellules : les lymphocytes humains *in vitro* et la racine de *Vicia faba* *in vivo*.

Cette étude, menée par Moiciozek, montre la capacité du noir brillant BN à endommager l'ADN sur la base des résultats positifs obtenus par l'essai du micronoyau et celui des comètes aux trois concentrations testées. **(Maciozek et Kononowicz, 2004)**

Chapitre IV : Partie expérimentale

Matériel et méthodes

Partie pratique

Méthodologie :

Notre tâche consiste à créer un sondage à l'aide de l'application Facebook. Nous avons posé 7 questions sur l'importance du colorant alimentaire. Pour faciliter l'investigation, le modèle choisi a été converti en version électronique et les résultats ont été présentés sous forme graphique. Nous avons donc pu atteindre notre objectif et recueillir 200 réponses de participants de différentes tranches d'âge

Questions posées dans le sondage électronique :

- **Quel age avez vous**
 - 18-25 ans
 - 25-35 ans
 - 36-45 ans
 - 46-55 ans
- **Pour chaque type de produit alimentaires liste ci-dessous veuillez indiquer la fréquence à laquelle vous en achetez**

	Chaque jour	Un fois par semaine	Un fois par moi	Jamais
boissans gazeuses				
Du jus d'orange				
Le confiture et chocolate.				
Chips et bonbons				
Casher				

- **Quand vous faites vos achats pensez vous a lire l'etiquetage**
 - Oui
 - Non
- **Connaissez-vous les dangers de la consommation de colorant ?**
- Selon vous quels sont les risque engendres par la consommation produit coloré ?
 - Système nerveux
 - Risque sur l'hyperactivite
 - Les allergies
 - Les maladies cardiovasculaires
 - Concer

Saviez-vous que les colorants de bonbons provoquent chez les enfant ?

- Oui
- Non

Saviez-vous que les insectes sont utilisés pour fabriquer le SIN120 (cochenille)

- Oui
- Non
- Neute

Sais tu que:

SIN102 (tartrazine) est l'ennemi du colorant sain - SIN110 est moins dangereux

- Oui
- Non

1. Résultats et interprétation :

Les résultats obtenus sont exprimés en graphes et en pourcentage selon la nature de chaque question.

✓ Selon la tranche d'âge :

L'âge des participants à l'étude varie de 15 à plus de 55 ans, la moyenne d'âge est de 38,4

La tranche d'âge de 15 à 25 ans est la plus répandue dans notre population, suivie de la tranche d'âge de 25 à 35 ans.

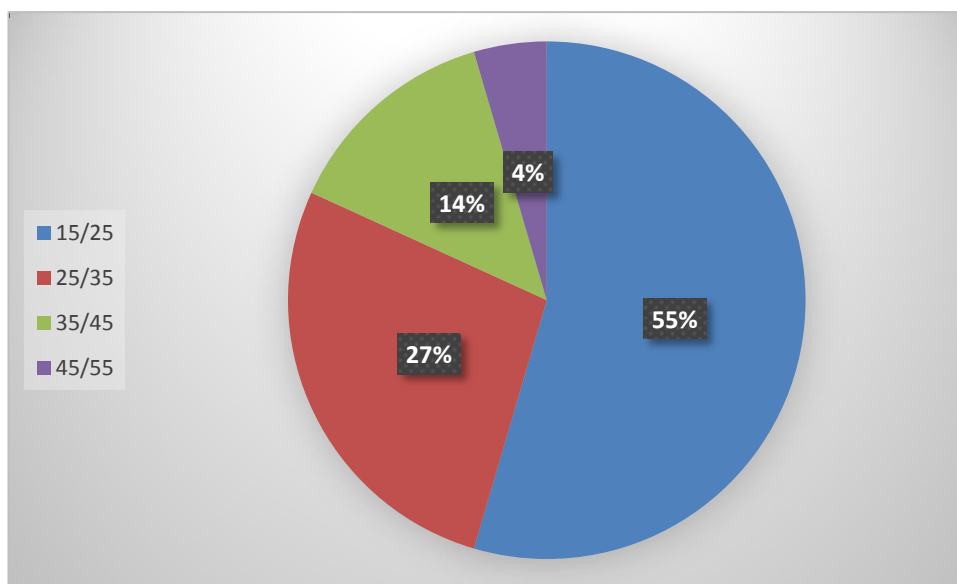


Figure IV.1: distribution de la population étudiée selon tranche d'âge.

✓ Selon leur achat :

Un achat quotidiennement des boissons et du jus d'orange de pour la plupart des gens, avec un achat Casher de la confiserie et les chocolate. et pour confiture, Chips et bonbons un achat tous les 15 jours.

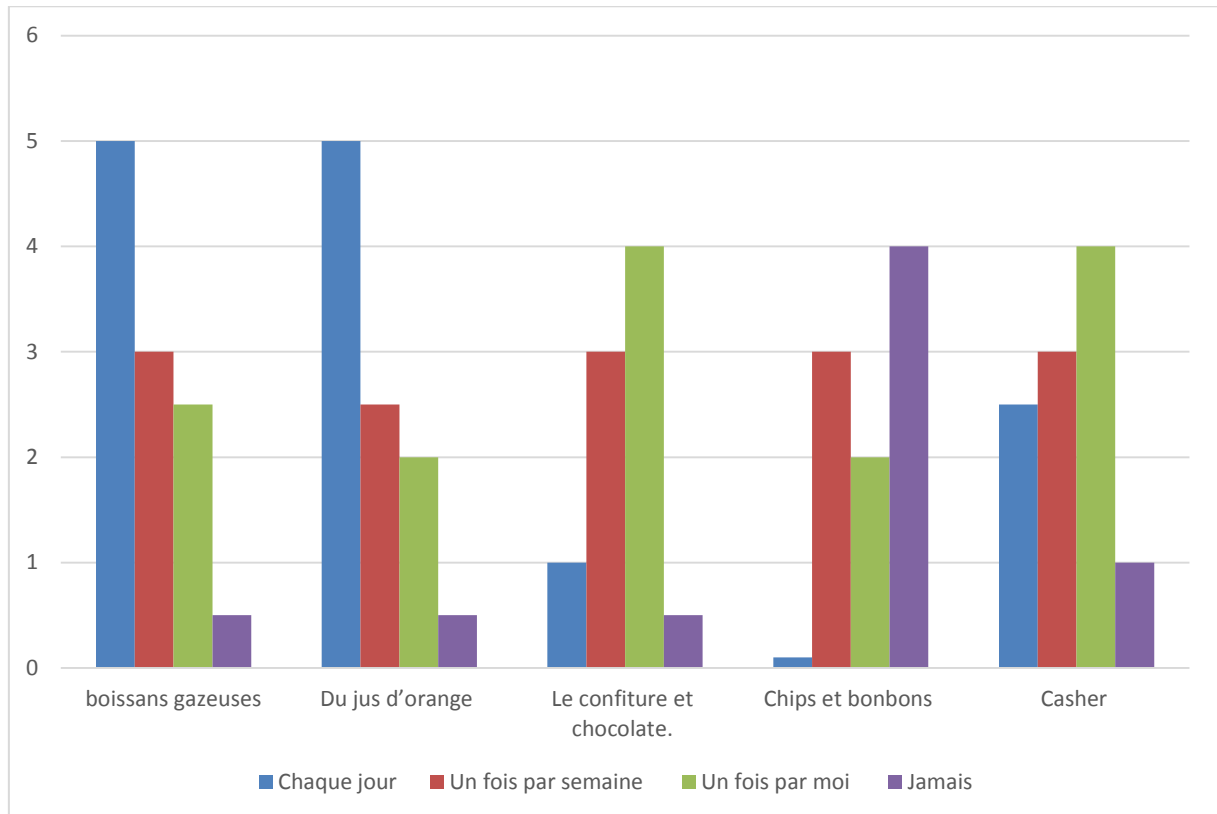


Figure IV.2 : La fréquence d'achat selon le type de produit alimentaire.

✓ **Selon la lecture de l'étiquetage :**

(68%) des participants ils disent qu'ils lisent l'étiquetage. Tandis que (32%) ils ne font pas l'attention.

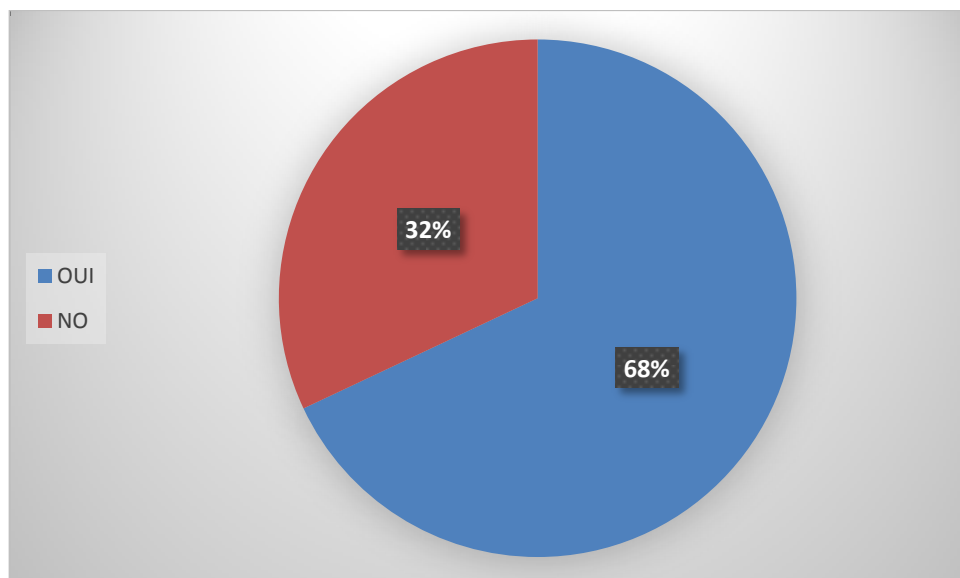


Figure IV.3 : la distribution de la population étudiée selon la lecture de l'étiquetage des produits

✓ **Selon les risques engendrés par la consommation des colorants :**

Le cancer est la maladie la plus courante causée par la consommation des colorants pour la majorité des participants, suivie par les allergies et l'hyperactivité.

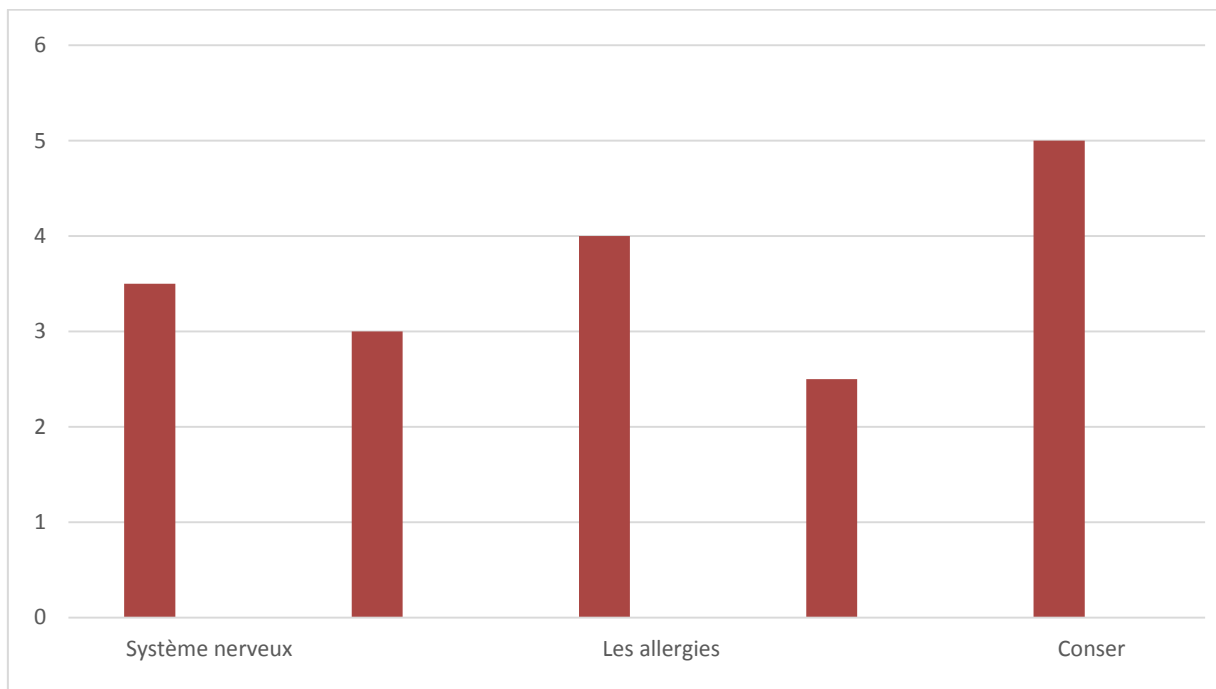


Figure IV.4 : la distribution de la population étudiée selon les risque

La sensibilisation au danger des bonbons qui contient des colorants :

Presque la moitié des participants n'ont aucune idée que les colorants des bonbons provoquent l'hyperactivité chez les enfants.

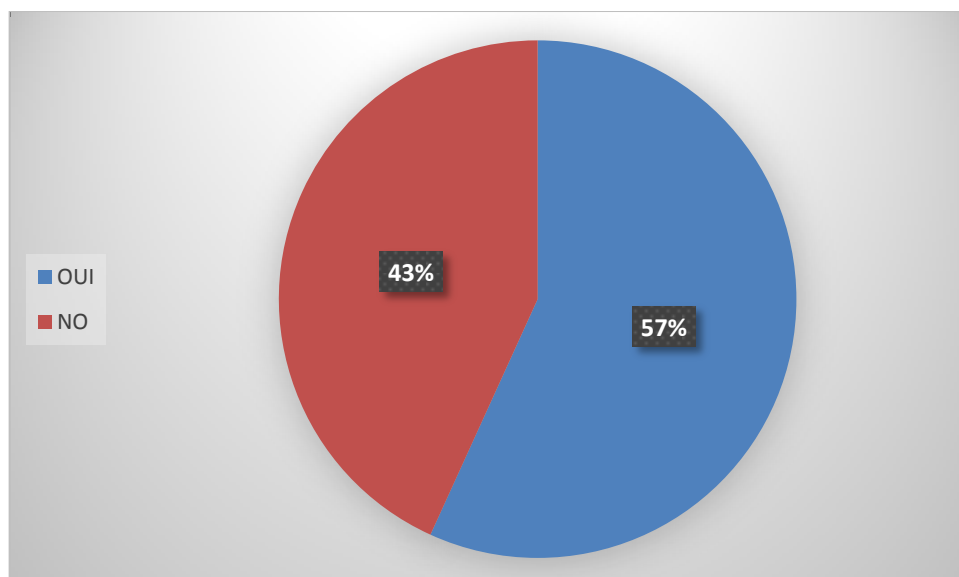


Figure IV.5 : sensibilisation des consommateurs au danger des bonbons qui contient des colorants.

✓ **Selon la connaissance de la fabrication des colorants par les insectes :**

La plupart des participants ne savent pas qu'il y a des insectes utilisés pour la fabrication des colorants alimentaires.

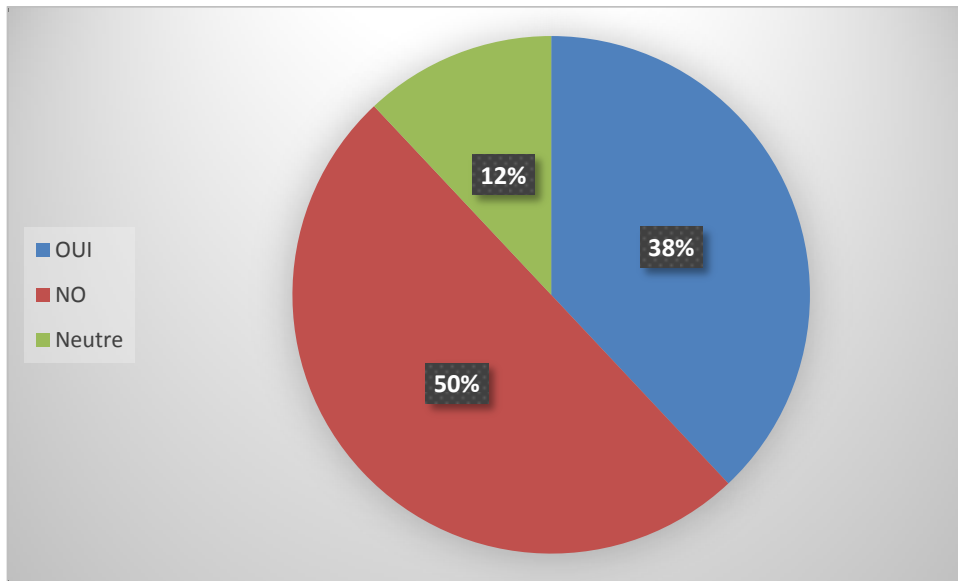


Figure IV.6: distribution de la population selon la connaissance que l'insecte est impliqué dans la fabrication du colorants.

✓ **Selon le danger du colorant :**

Une minorité des participants (34,6%) qui sont conscients que la tartrazine et le caramel ou bien E110 sont dangereux et moins dangereux respectivement.

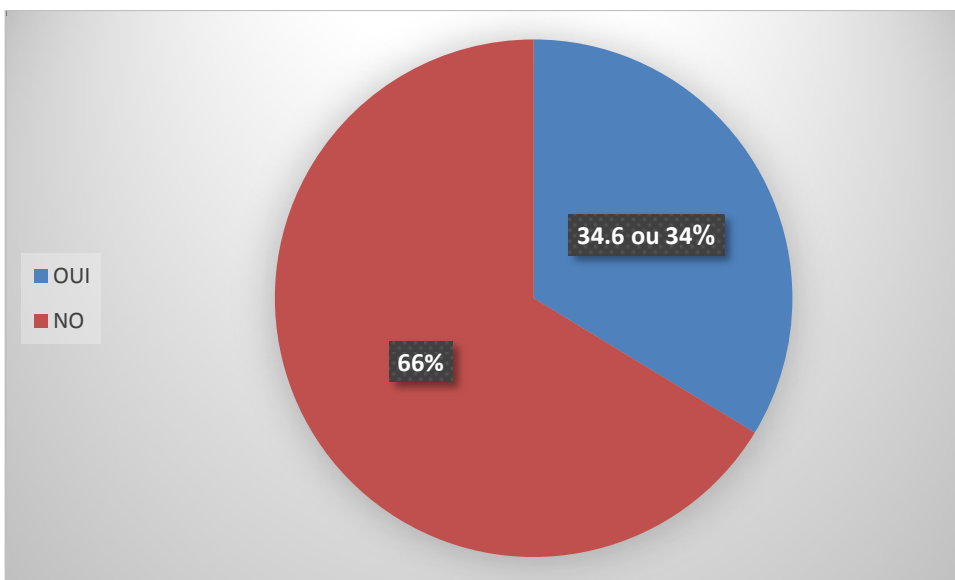


Figure IV.7: distribution de la population selon la conscience vis a vis le danger des colorants

2. Discussion :

Les aliments vendus dans le monde contiennent des colorants. Certaines couleurs ne sont pas autorisées. Alors qu'ils sont interdits ailleurs.

Selon les résultats, seuls 30% des répondants savent que la tartrazine et E110 sont respectivement dangereux et moins dangereux pour la santé.

En effet, les études sur les hommes de **(Hong, 1989)** ; **(Roe et al., 1994)**; (Eigenmann, 2004), rapportant que des changements de comportement et des troubles du sommeil ont été observés chez l'homme et surtout chez l'enfant, en plus de manifestations dermatologiques après consommation d'aliments contenant des colorants artificiels (tartrazine et autres). À cet égard, une amélioration des troubles de l'attention a été observée chez les enfants après la suppression des colorants artificiels de l'alimentation **(Boris et Mandel, 1994)**.

Une autre étude comparative évaluant les conséquences de la consommation subchronique de tartrazine aux doses de 0,1 %, 0,45 %, 1 % et 2,5 % sur la structure histologique des reins, du foie et du cerveau de rats Swiss. L'effet de la tartrazine sur le prix des aliments est imité par la diminution de la consommation d'aliments dans le groupe des sources 0,45 %, 1 % et 2,5 % associée à l'augmentation indiquant le prix de la solution (tartrazine/eau). Surveiller ces rats pour tous les traits dans le groupe. Ceci peut être dû à l'effet anorexique lié à cette augmentation de l'apport de la solution (tartrazine/eau). De plus, le prix de la tartrazine (E102) à long terme en l'incorporant dans l'aliment à des doses de : 0,5 %, 1,5 % et 5 % a augmenté la consommation d'aliments chez la crème aigre et les femelles **(Borzelleca, 1988)**.

En conclusion, ces résultats indiquent qu'une dose de 2,5% de tartrazine n'est pas à administrer aux acides suisses. Cependant, l'ingestion de tartrazine à 1 % semble être une dose indésirable, mais sans risque pour la population.

Selon des études **(Sasaki et al., 2002)**, ces colorants alimentaires causent des dommages à l'ADN dans le foie et les reins à des doses égales à 500 mg/kg.

Parmi les colorants azoïques les plus connus figure la tartrazine E102, accusée dans les années 1980 d'être sensible au "syndrome du restaurant" avec les allergènes alimentaires, les sulfites, le glutamate de sodium et l'endocrinose **(Citibane, 1987)**

Mais à la fin, il y aura une légère réaction allergique. La prévalence de la sensibilité à la tartrazine est inférieure à 0,12 % de la population générale **(Elhkim et al., 2007)**.

Il n'y a pas d'association prouvée avec l'asthme **(Boussoli et al., 2007)** et seulement une faible association avec l'urticaire **(Nettis et al., 2003)**. Il y aura des cas de réactivité croisée entre l'aspirine et la tartrazine **(Stevenson et al., 1986)** ; **(Rice et al., 2009)**. Cependant, un cas

de désensibilisation à l'aspirine a été décrit permettant une tolérance à la tartrazine (il existe un autre colorant alimentaire appelé Amarante E123 qui est un colorant azoïque rouge soluble dans l'eau, résistant à la lumière et à la chaleur, les acides de fruits alternent avec la couleur. Une partie de les colorants azoïques, dans de très rares cas, il peut également réduire les réactions allergiques au niveau de la peau. Par exemple l'eczéma ou l'urticaire, la consommation de ce colorant artificiel est considérée comme nulle chez les enfants en France (Huybrechts *et al.*, 2010) et il n'existe pas de description cas de réactions allergiques avec cette coloration anaphylactoïde dans la littérature Avec les graines d'amarante, une plante originaire d'Amérique centrale, autrement appelée « blé inca » et sans rapport avec la teinture, la même chose à part sa couleur (**Deluze et Beaumont, 2017**).

Sur Allura Red, le E129 est également un colorant azoïque soluble dans l'eau. Sur le tissu aussi quelques dérivés du pétrole. Lors d'expérimentations animales sur des rats, le rouge vif, lorsqu'il est utilisé en grande quantité, a causé des dommages génétiques. Il peut également contenir de l'aluminium sans indication sur l'étiquette, un minéral présent dans la soupe pour l'aggravation des maladies sanguines du cerveau, telles que la maladie d'Alzheimer ou la maladie de Parkinson (Site Internet 13). Enfin, il y a la nouvelle Cochenille E124 Cochenille rouge A qui est une alternative peu coûteuse à la cochenille naturelle (E 120). C'est un colorant azoïque soluble dans l'eau, de couleur rouge.

Qui ne change pas sa couleur brillante avec la lumière, la chaleur et les acides. Il est fabriqué artificiellement à partir de dérivés du pétrole. Le rouge Ponceau 4R, a fait l'objet d'une publication il y a plus de 30 ans, sur 4 cas pédiatriques d'urticaire, d'œdème de Quincke, de bronchospasme ou d'exacerbation de dermatite atopique. (**Ibero *et al.*, 1982**).

Au cours des dernières décennies, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation de composés naturels dérivés de l'alimentation pour lutter contre le développement et la progression du cancer. Cet intérêt vient du fait que ces composés sont peu toxiques (**Dorai et Aggarwal, 2004**).

Conclusion

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, Les colorants alimentaires sont une chose essentielle et répandue dans notre déjeuner aujourd'hui.

_Donc tu dois nous devons connaître les types gâtés qui nocifs pour notre santé.

_Nous devons également augmenter notre prudence et ne pas autoriser l'utilisation de tout type de colorants alimentaires sans rationalité et en suivant ce qui est prescrites par les institutions internationales spécialisées.

_En tant que société, nous devons nous efforcer de trouver un équilibre entre l'obtention attrayants, mais sans diminuer leur qualité ou la santé de leur consommation.

_Nous prônons fortement que les organismes de réglementation des aliments et des médicaments de divers pays devraient se lever et interdire les colorants alimentaires, qui ne servent à rien d'autre qu'à effet cosmétique Les états devraient interdire les colorants synthétiques fabriqués .

_États devraient interdire les colorants synthétiques fabriqués , les entreprises alimentaires remplacent volontairement les colorants par des colorants naturels plus sûrs, qui se sont avérés relativement sûrs et bénéfiques pour la santé.

_il est nécessaire de faire très attention aux risques pour la santé des colorants alimentaires en lisant attentivement et attentivement les étiquettes de chaque produit.

Références

Références

1. L'impact des Colorants et des Conservateurs de L'industrie Alimentaire .Adeinate L.2018 .sur notre santé ; Docteur en Pharmacie ; Université de Poitiers ; P46, 47, 55,56
2. Agité C, De Saint Blanquat G, 2002. Colorants autorisés en alimentation humaine in Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaire. Multon Jean-Louis, Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Apria, 357-386.
3. Albrecht, R., Manchon, P. (1973). Influence de la teneur en vitamines hydrosolubles du régime et d'un traitement par un barbiturique sur quelques effets des colorants azoïques. In Annales de la nutrition et de l'alimentation. 191-212 .
4. Amchova, P., *et al.* (2015). Health safety issues of synthetic food colorants, *Regulatory Toxicology and Pharmacology*.
5. Effect of food azo dyes tartrazine and carmoisine on biochemical parameters related to renal; Hepatic Function and Oxidative Stress biomarkers in young male rats .2999
-994Food and Chemical Toxicology; Vol. 48; pp.2
6. Arzour A et Belbacha K.2015. Le risque Toxicologique des Colorants Alimentaires .Toxicologie et Santé ; Université des Frères Mentouri Constantine ; P 5, 44,45
7. Le risque toxicologique des colorants alimentaires, (2015) ARZOUR AMIRA ET BELBACHA KARIMA Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master, colorants alimentaires .Université des Frères Mentouri Constantine, p 22
8. Bateman B. *et al.* 2004. 'The effects of a Double Blind; Placebo controlled; Artificial food colourings and benzoate preservative challenge on hyperactivity in a general population sample of preschool children'; *Archives of Disease in Childhood*; 89.6, 506– 11.
9. Beausoleil JL, Fiedler J, Spergel JM. 2007 Food Intolerance and childhood asthma : what is the link ? *Paediatr Drugs* ; 9:157–63.
10. j F, 2015. Caractérisation et l'étude des Colorants Alimentaires ; Diplôme de Master Belhad Hamide Ibn Badis -en Chimie ; Analyse Spectrale en Chimie ; Université Abd El Mostaganem ; P4, 5, 6,7
11. Belhadj F, 2015. Caractérisation et l'étude des Colorants Alimentaires ; Diplôme de Master en Chimie ; Analyse Spectrale en Chimie ; Université Abd El-Hamide Ibn Badis Mostaganem ; P4, 5, 6,7.

12. Benalioua B., Mansour M., Bentouami A., Boury B., Elandaloussi E.H. The layered double hydroxide route to Bi–Zn co-doped TiO₂ with high photocatalytic activity under visible light
13. Benhacine L et Sahil N .2014. Etude de la Génotoxicité des extraits de Pistacia lentiscus par le test d'Ames ;Génétique Appliquée ;Université A.Mira-Bejai ;P2.
14. Benyelles E et Bestabaou I .2018.Evaluation des Additifs Alimentaires utilisés dans les boissons gazeuses et de l'état de connaissance des consommateurs dans la région de Tlemcen,Pharmacie ; Université Abou Bekr Belkaid ; P 5
15. Bernard D et Moncef G .1999.Cahier de Formation en Immunoallergie ; Cahier de formation Biologie médicale ;Bioforma ;Paris ;P73.
16. Boris M, Mandel FS. 1994. Foods and additives are common causes of the attention deficit hyperactive disorder in children. *Ann Allergy*, 72: 462-468.
17. Borzelleca JF, Hallagan JB. 1988 Chronic toxicity/carcinogenicity studies of FD & C Yellow No. 5 (tartrazine) in rats. *Food Chem Toxicol*.
18. Evaluation des risques toxiques des colorants alimentaires : (2020, BOUDJERDA. N et al diplôme: Master étude bibliographique, Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du **p4/p5**-Jijel-Académique en Biologie , Université Mohammed Seddik Ben Yahia
19. Charni. A et al,(2021), Les Risques toxicologiques des colorants alimentaires, MEMOIRE de Larbi de fin d'étude Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master, Université - Tébessa-Tébessi
20. Chavéron H, 1999. Introduction à la toxicologie nutritionnelle. Edition Technique et documentation, Paris, 224p.
21. Chenichene A., Halaci H et Zitouni S .2014 . Evaluation in vitro de la toxicité de deux colorants alimentaires par le biais du stress oxydant ; Mémoire de Master Qualité des Produits et Sécurité alimentaire ; Université 8 Mai 1945 Guelma ; P15, 18,19
22. Chenichene *et al.*, 2014) Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEM)
23. Christensen FM., Johnston HJ., Stone V., Aitken RJ., *et al.* 2011. Nano-TiO₂ ; Feasibility and challenges for human health risk assessment based on open literature.; *Nanotoxicology* ; 5 (2) : 110-124
24. Christie, R. (2007). Environmental aspects of textile dyeing Elsevier.
25. Chung, K.T., Stevens, E.J.R., Cerniglia, E. (1992). The reduction of azo dyes by the intestinal microflora. *Crit Rev Microbiol*, 18(3):175-190. - Da Silva, J., Fracacio, R.

- (2021). Toxicological and ecotoxicological aspects of tartrazine yellow food dye: a literature review. *Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)*, 56(1), 137-151.
26. Collins TF., Black TN., O'Donnell Jr., MW., Bulhack P. 1992. Study of the teratogenic potential of FD & C yellow No. 5 when given in drinking-water. *Food Chem Toxicol*, 263-268.
27. tifs alimentaires. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les De Reynal B. 2009. Les addi .industries agroalimentaires
28. Demirkol, O., Zhang, X., Ercal, N. (2012). Oxidative effects of Tartrazine (CAS No 1934-21-0) and New Coccin (CAS No. 2611-82-7) azo dyes on CHO cells. *J. Verbr. Lebensm.* 7, 229– 236.
29. Derache R. 1986 Toxicologie et sécurité des aliments, édition : Tec et Doc-lavoisier.‘
30. Directive du Parlement européen: 94/34/CE ; 89/107/CEE) du conseil du 30 juin .1995-Codex alimentarius CODEX STAN 192.1994
31. Doguc, D.K., Ceyhan, B.M., Ozturk, M., Gultekin, F. (2013). Effects of maternally exposed colouring food additives on cognitive performance in rats. *Toxicol. Ind. Health.* 29(7), 616-623.
32. EBO D. G., S. INGELBRECHT., C. H. BRIDTS et W. J. STEVENS. 2009. « Allergy for cheese: evidence for an IgE mediated reaction from the natural dye annatto »; *Allergy*; vol. 64(10); p.1558-1560.
33. Edwards, C.N., Combes, R.D. (1984). Mutagenicity studies of urine and faecal samples from rats treated orally with the food colourings Brown FK and Red 2G. *Food and chemical toxicology.* 22, 593-597.
34. Nutrient Sources added to EFSA ANS Panel. 2016. (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food); Scientific Opinion on the re-evaluation of titanium dioxide (E 171) as a food additive; *EFSA Journal*;14(9):4545
35. EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources Added to Food. (2009). Scientific Opinion on the re-evaluation of Tartrazine (E 102). *EFSA Journal*, 7(11), 1331.
36. Eigenmann PA, Haenggeli CA. 2004 *Lancet*. Food colorings and preservatives--allergy and hyperactivity. *Sep* ; 4-10 ; 364 (9437) :823
37. Elhkim, M.O., Héraud, F., Bemrah, N., Gauchard, F., Lorino, T., Lambré, C., Poul, J.M., *et al.* (2007). New considerations regarding the risk assessment on Tartrazine: an update

- toxicological assessment, intolerance reactions and maximum theoretical daily intake in France. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 47(3), 308-316.
38. Feng, J., Cerniglia, C.E., et Chen, H. (2012). Toxicological significance of azo dye metabolism by human intestinal microbiota. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 4, 568
39. Gallen C., Pla J. 2013. Allergie et Intolérance Aux Additifs Alimentaires : Revue française d'allergologie ; Vol. 53, pp. 9-18.
40. Gao, Y., Li, C., Shen, J., Yin, H., An, X., Jin, H. (2011). Effect of food azo dye tartrazine on learning and memory functions in mice and rats, and the possible mechanisms involved. *Journal of food science*, 76(6), T125-T129
41. Gardner D *et al.* 1987. Effects of Oral Erythrosine (2', 4', 5', 7'- tetraiodofluorescein) on thyroid function in normal men; *Toxicology and Applied Pharmacology*; 91.3; 299–304.
42. Garrett B. 2009. Brain ET behavior: An Introduction to Biological Psychology.
43. Giri AK *et al.* 1990. 'Sister Chromatid Exchange and Chromosome Aberrations Induced by Curcumin and Tartrazine on Mammalian cells in vivo'; *Cytobios*, 62.249; 111–17.
44. Golka, K., Kopps, S., Myslak, Z.W. (2004). Carcinogenicity of azo colorants: influence of solubility and bioavailability. *Toxicology letters*, 151(1), 203-210.
45. Gupta, R., Ranjan, S., Yadav, A., Verma, B., Malhotra, K. (2019). Toxic effects of food colorants erythrosine and tartrazine on zebrafish embryo development. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 7(3), 876-885
46. Henri-Miche Porte (Dr). 2015. Référentiel HAS : Déficit de l'attention chez l'enfant et l'adolescent avec ou sans hyperactivité ; Repérage et prise en charge initiale.
47. Houdjedj N, Née M .2011. Évaluation de Risque Toxicologique du Colorant Alimentaire Tartrazine, A court terme chez la souris Swiss ; *Physiologie de la Nutrition et Sécurité Alimentaire* ; Université d'Oran ; P 2
48. Houdjedj, N., Née, M. (2010). Évaluation de risque toxicologique du colorant alimentaire tartrazine , a court terme chez la souris Swiss, Thèse doctorat .*physiologie de la Nutrition et Sécurité Alimentaire* : Université d'Orane .p222-155
49. Inomata, N., Osuna, H., Fujita, H., Ogawa, T., Ikezawa, Z. (2006). Multiple chemical sensitivities following intolerance to azo dye in sweets in a 5-year-old girl. *Allergology International*, 55(2), 203-205.
50. auxiliaires de fabrication dans les louis multon, Additifs et-jean-Béatrice de reynal -6 industries agroalimentaires, 4eme edition Lavoisier, 2009

51. Ishidate M. *et al.* 1984. 'Primary mutagenicity screening of food additives currently used in Japan'; Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association; 22.8, 623–36.
52. J - Jafari-Arvari, H., Saei-Dehkordi, S. S., Farhadian, S. (2021). Evaluation of interactions between food colorant, tartrazine, and Apo-transferrin using spectroscopic analysis and docking simulation. Journal of Molecular Liquids, 339, 116715
53. J. Hazard. Mater., 288 (2015), [10.1016/j.jhazmat.2015.02.01](https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2015.02.01)
54. JECFA. (1964). Specifications for identity and purity and toxicological evaluation of food colours. In: FAO Nutrition Meetings Report Series No. 38B. WHO, Geneva
55. Jennings A *et al.* 1990. Effects of oral erythrosine (2', 4', 5', 7'-tetraiodofluorescein) on the pituitary-thyroid axis in rats; Toxicology and Applied Pharmacology; 103.3, 549–56.
56. Jortay J. 2020. Enfants TDA / TDAH; C marco pietteur, editeur ISBN 978-2-87211- 163-3 Depot legal 2018/5053/C2, N=158.
57. Journal officiel Algérien numéro 30 du 16 mai 2012
58. Kapor, M.A., Yamanaka, H., Carneiro , P.A., Zanoni, M.V.B. (2001). Electroanalise de Colorants alimenticios: Determinacao de indigo carmin e tartrazine. Sao Paulo; Scielo Brazil. 100-195.
59. Khera, K. S., Munro, I. C., Radomski, J. L. (1979). A review of the specifications and toxicity of synthetic food colors permitted in Canada. CRC critical reviews in toxicology, 6(2), 81-133.
60. Lemerini W.2016. Contribution à l'étude de l'effet de quelques colorant azoiques alimentaires sur l'activité de carboxylestérase porcine ; Substances Naturelles ; Activités Biologiques et Synthèse ; Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen,
61. Lemoine A et Tounian P.2019. Allergie aux colorants alimentaires : Une pathologie à .4-N°58 ; pp3.8 évoquer avec parcimonie ; Revue française d'allergologie ; Vol
62. Leulescu, M., Rotaru, A., Pălărie, I., Moanță, A., Cioateră, N., Popescu, M., Rotaru, P. (2018). Tartrazine: Physical, thermal and biophysical properties of the most widely employed synthetic yellow food-colouring azo dye. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 134(1), 209-231.
63. Macioszek V. et Kononowicz A. 2004. The evaluation of the genotoxicity of two commonly used food colors: quinoline yellow (E 104) and brilliant black BN (E 151); Cellular & Molecular Biology Letters; 9.1, 107–22.

64. Marmion, D.M. (1991). Hand book of U.S. colorants for foods, drugs, cosmetics and medical devices. Inter-Science Publication, New York. 573p.
65. Masone, D., Chanforan, C. (2015). Study on the interaction of artificial and natural food colorants with human serum albumin: A computational point of view. *Computational biology and chemistry*.56, 152-158
66. McCann D., Barrett A., Cooper A., Crumpler D., Dalen L., Grimshaw K., *et al.* 2007. Food Additives and Hyperactive Behavior in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: A randomised, Double-blinded, Placebo-controlled trial. *Lancet*, 370(9598), 1560-1567. Retrieved September 5 2009, From CINAHL Plus with Full Text database).
67. McGee, R., Prior, M., Williams, S., Smart, D., Sanson, A. (2002). The long- term significance of teacher- rated hyperactivity and reading ability in childhood: Findings from two longitudinal studies. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(8), 1004- 1017
68. Moll M, Moll N, 1995.Sécurité alimentaire du consommateur. Technique et Documentation, édition Lavoisier, Paris, 300p
69. Monsnier J-F., Lavergne A., Emile JF. 2005. Généralités sur les tumeurs ; Copy right AFECA 7:1-16. Abou BekrBelkaid. Tlemcen; Algérie; 129p.
70. Moutinho I, Bertges L., Assis R .2007. Prolonged use of the food dye tartrazine (FD&C yellow n° 5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats; *Braz J Biol* 67:141–145
71. Moutinho, I. L. D., Bertges, L. C., Assis, R. V. C. (2007). Prolonged use of the food dye tartrazine (FD&C yellow n° 5) and its effects on the gastric mucosa of Wistar rats. *Brazilian journal of biology*. 67, 141-145
72. Mpountoukas, P., Pantazaki, A., Kostareli, E., Christodoulou, P., Kareli, D., Poliliou, S., Lialiaris, T., *et al.* (2010). Cytogenetic evaluation and DNA interaction studies of the food colorants amaranth, erythrosine and tartrazine. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), 2934-2944.
73. Mpountoukas, P., Pantazaki, A., Kostareli, E., Christodoulou, P., Kareli, D., Poliliou, S., Lialiaris, T., *et al.* (2010). Cytogenetic evaluation and DNA interaction studies of the food colorants amaranth, erythrosine and tartrazine. *Food and Chemical Toxi*
74. P. Shaw K., Eckstrand W.,Sharp J., Blumenthal J. P. Lerch., D Greenstein., L Clasen., A Evans., J Giedd., and J L. 2007. Rapoport. Attentiondeficit/ hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation PNAS; December 4, 104 (49) 19649-19654.

75. Pan, X., Qin, P., Liu, R., Wang, J. (2011). Characterizing the Interaction between tartrazine and two serum albumins by a hybrid spectroscopic approach. *Journal Agri. Food Chem*, 59(12), 6650- 6656.
76. Patterson RM., et Butler JS. 1982. 'Tartrazine-induced Chromosomal Aberrations in Mammalian cells'; *Food and Chemical Toxicology*; 20.4, 461–6
77. Perlov E1., Philipsen A., Hesslinger B., Buechert M., Ahrendts J., Feige B., Bubl E., Hennig J., Ebert D., Tebartz van Elst L.2007. Reduced cingulate glutamate/ glutamineto-creatine ratios in adult patients with attentiondeficit/ hyperactivity disorder – a magnet resonance spectroscopy study. *J. Psychiatr. Res*; 41(11): 934-41. Epub 2007 Feb 15.
78. Poul, M., Jarry, G., Ould Elhkim, M., Poul, J.M. (2009). Lack of genotoxic effect of food dyes amaranth, sunset yellow and tartrazine and their metabolites in the gut micronucleus assay in mice. *Food and Chemical Toxicology*. 47: 443-448
79. Pierre van de Weghe, UMR 6226 Sciences Chimiques de Rennes Equipe Produits -49 (Naturels, Synthèses, Chimie Médicinale (2011/2012
80. Qnirce S., Cuevas M., Olnagibel J.M. *et al.* 1994. Occupational Asthma and Immunological Responses Induced by Inhaled Carmine among employees at a factory making natural dyes. *J.Allergy Clin. Immunol.*, 93, 44-52.
81. RF : Lemerini W.2016. Contribution à l'étude de l'effet de quelques colorant azoiques alimentaires sur l'activité de carboxylestérase porcine ; *Substances Naturelles ; Activités Biologiques et Synthèse ; Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen*, P39.
82. Rowe, K. J. (1994). Synthetic food coloring and behavior: a dose response effect in a double-blind, placebo-controlled, repeated-measures study. *The journal of pediatrics*, 125(5), 691-698.
83. Roxon, J. J., Ryan, A. J. (1967). Reduction of water-soluble azo dyes by intestinal bacteria. *Food and Cosmetics Toxicology*. 5, 367-369
84. Ryan, A. J. (1967). Reduction of water-soluble azo dyes by intestinal bacteria. *Food and Cosmetics Toxicology*. 5, 367-369.
85. Sanders, S., Debuse, M. (2003). *Endocrine Reproductive Systems*, 2nd Ed. Elsevier Science Ltd, London, 149-156
86. Sarah Kobylewski¹, Michael F.Jacobson (University of California, Los Angeles, USA, 2 Center for Science in the Public Interest, Washington, DC, USA)(*International Journal of Occupational and Environmental Health* 2012 VOL. 18 NO. 3)

87. Sasaki YF., Kawaguchi S., Kamaya A., Ohshita M., Kabasawa K., Iwama K., Taniguchi K., Tsuda S. 2002. The comet assay with 8 mouse organs: Results with 39 currently used food additives; *Mutat Res* 519:103–119.
88. Schab David W, 2004. Do Artificial Food Colors Promote Hyperactivity in Children with Hyperactive Syndromes; A Meta-Analysis of Double-Blind Placebo-Controlled Trials. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*. - Volume 25 - Issue 6 - pp 423-434.
89. Scotter MJ ., Castle L. 2003. Chemicals interactions between additives in foodstuffs: a review. *Food additives and contaminants, first proofs*, 1-31.
90. Scotter, M.J., Castle, L. (2004). Chemical interactions between additives in foodstuffs: a review. *Food additives and contaminants*, 21(2), 93-124.
91. -Shehri, F. S. (2018). Évaluation toxicologique et de l'innocuité de la tartrazine en tant qu'additif alimentaire synthétique sur les biomarqueurs de santé: une revue. *African Journal of Biotechnology*, 17(6), 139-149
92. Soares, B.M., Araújo, T.M. T., Ramos, J.A.B., Pinto, L.C., Khayat, B.M., Bahia, M.D. O., Khayat, A. S., *et al.* (2015). Effects on DNA repair in human lymphocytes exposed to the food dye tartrazine yellow. *Anticancer research*, 35(3), 1465-1474.
93. Sobotka, T.J., Brodie, R.E., Spaid, S.L. (1977). Tartrazine and the developing nervous system of rats. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A Current Issues*, 2(5), 1211-1220
94. Soubra L. 2008. Toxic risk assessment of specific chemical substances and contaminants (Food additives and Mycotoxins); Thèse de doctorat: Chemical Sciences; AgroParisTech. P.20.21.22.23.24.39.47. (MEMOIRE de Les Risques toxicologiques des colorants alimentaires de Université de Larbi Tébessi -Tébessa -)
95. Stevenson, D.D., Simon, R.A., Lumry, W.R., Mathison, D.A. (1986). Adverse reactions to tartrazine. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 78(1), 182-191
96. Tanaka, T. (2006). Reproductive and neurobehavioural toxicity study of tartrazine administered to mice in the diet. *Food Chem. Toxicol.* 44, 179–187
97. Vidotti EC, Cancino JC, Oliviera CC, Rollemberg ME, 2005. Simultaneous determination of food dyes by first derivative spectrophotometry with sorption onto polyurethane foam. *Analytical Sciences*, 149-153.
98. Wang J., Zhou G., Chen C., Yu Het *al.* Acute toxicity and biodistribution of .2007 different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration; *Toxicol Lett* ; .185-176 :168.

99. YALLAOUI A ET MEGUELLATI.R (2021), Optimisation de l'élimination d'un colorant alimentaire par adsorption, Projet de fin d'études PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE : Master, Université Mohamed El Bachir El Ibrahim de Bordj Bou Arréridj
100. Ward, N.I. (1997). Assessment of chemical factors in relation to child hyperactivity. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 7(4), 333-342
101. Watabe, T., Ozawa, N., Kobayashi, F., Kurata, H. (1980). Reduction of sulphonated water-soluble azo dyes by micro-organisms from human faeces. *Food and Cosmetics Toxicology*, 18(4), 349-352.
102. Wopara, I., Modu, E.U., Adebayo, O.G., Mobisson, S.K., Nwigwe, J.O., Ogbu, P. I., *et al.*, Ejeawa, C.U. (2021). Anxiogenic and memory impairment effect of food color exposure: upregulation of oxido-neuroinflammatory markers and acetyl-cholinestrase activity in the prefrontal cortex and hippocampus. *Heliyon*, 7(3), 06378.
103. Wróblewska, B. 2009. 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

SITE électronique

E124 additifs-alimentaires.net

Masse molaire calculée d'après « Atomic weights of the elements 2007 », sur

<http://www.chem.qmul.ac.uk>.

<https://biorganic.blog/2018/11/22/3-014-additif-alimentaire-e124-ponceau-4r-rouge-cochenille-a/amp/>

[https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FPonceau_4R&psig=AOvVaw1fST_gFJbC_s8cDGhV-](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FPonceau_4R&psig=AOvVaw1fST_gFJbC_s8cDGhV-rcT&ust=1684881614353000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQjhxqFwoTCKCMv-3xif8CFQAAAAAdAAAAABAE)

[rcT&ust=1684881614353000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQjhxqFwoTCKCMv-3xif8CFQAAAAAdAAAAABAE](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FPonceau_4R&psig=AOvVaw1fST_gFJbC_s8cDGhV-rcT&ust=1684881614353000&source=images&cd=vfe&ved=0CBMQjhxqFwoTCKCMv-3xif8CFQAAAAAdAAAAABAE)

<https://stale.ru/fr/different/krasitel-puncovyi-ponso-4r-e124-vliyanie-na-organizm>

<https://www.passeportsante.net/nutrition/additifs-alimentaires?doc=e124-ponceau-4r-faut-savoir-sur-colorant>

<https://proe.info/additives/>

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Jaune_orangé_S

https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Ponceau_4R