

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE 8 MAI 1945 DE GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIERIE  
DEPRATEMENT DE BIOLOGIE



MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Spécialité : Biochimie et microbiologie appliquée  
Option: Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème :  
**LES ADDITIFS ALIMENTAIRES :  
QUEL(S) RISQUE(S) POUR LE CONSOMMATEUR**

Présenté par :  
HIMOURA Soumia  
MEKHANCHA khadidja

Membres de jury :

- Présidente : SOUIKI Lynda (M.C B Université de Guelma)
- Examineur : MERZOUG A. Alghani (M.A B Université de Guelma)
- Encadreur : DJEKOUN Mohamed (M.A A Université de Guelma)

Juin /2010

## **Remerciement**

*Louange à dieu qui nous a donné l'esprit et le courage pour surmonter toutes les difficultés et continuer le projet de la recherche scientifique.*

*Nous présentons nos sincères remerciements aux membres de jury :*

*Dr Souikj Lynda*

*qui nous fait l'honneur de présider le jury et à*

*Mr Merzoug A. Alghani*

*pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement notre encadreur,*

*Mr Djekoun Mohamed*

*qui a accepté de diriger notre travail, pour ses conseils, ses encouragements et ses efforts.*

*Nous remercions tout ceux qui nous ont aidées de près et de loin dans la réalisation de ce travail, et aussi sans oublier les étudiants de la promotion sortante (Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire 2009/2010)*

*En fin, nous tenons à remercier tous le personnel du département enseignants (es) et administrateurs.*

**Merci**

**Soumia, Khadija**

# CHAPITRE I

**LES ADDITIFS ALIMENTAIRES  
DANS L'ALIMENTATION HUMAINE**

# Sommaire

	<i>Page :</i>
Introduction .....	- 1 -
<b>Chapitre I : Les additifs alimentaires dans l'alimentation humaine</b>	
	<b>3-12</b>
1. Les additifs alimentaires .....	- 3 -
1.1. Définition .....	- 3 -
1.2. Caractères généraux .....	- 3 -
1.2.1. Intérêt des additifs .....	- 3 -
1.3. Origine des additifs alimentaires .....	- 4 -
1.3.1. Les additifs alimentaires naturels .....	- 4 -
1.3.2. Les additifs alimentaires obtenus par modification de produits naturels .....	- 4 -
1.3.3. Les additifs alimentaires de synthèse .....	- 4 -
1.3.3.1. Les additifs alimentaires identiques aux naturels .....	- 4 -
1.3.3.2. Les additifs alimentaires artificiels .....	- 4 -
1.4. Classification des additifs alimentaires .....	- 5 -
1.4.1. Signification du code E .....	- 5 -
1.4.2. Fonctions et catégories des additifs alimentaires .....	- 6 -
1.4.2.1. Les additifs maintenant la fraîcheur et prévenant la dégradation des aliments .....	- 6 -
1.4.2.1.1. Les conservateurs .....	- 6 -
1.4.2.1.2. Les antioxydants .....	- 6 -
1.4.2.1.3. Les séquestrants .....	- 7 -
1.4.2.1.4. Gaz d'emballage .....	- 7 -
1.4.2.2. Les additifs affectant les caractéristiques physico-chimiques des aliments .....	- 7 -
1.4.2.2.1. Les affermissants .....	- 7 -
1.4.2.2.2. Les humectants .....	- 7 -
1.4.2.2.3. Les correcteurs d'acidité .....	- 8 -
1.4.2.2.4. Les antiagglomérants .....	- 8 -
1.4.2.2.5. Les antimoussants et Les agents moussants .....	- 8 -
1.4.2.2.6. Les émulsifiants .....	- 9 -
1.4.2.2.7. Les stabilisants .....	- 9 -

1.4.2.2.8. Les gélifiants .....	- 9 -
1.4.2.2.9. Les agents d'enrobage .....	- 9 -
1.4.2.2.10. Les amidons modifiés .....	-10-
1.4.2.2.11. Les poudres à lever .....	-10-
1.4.2.2.12. Les gaz propulseurs .....	- 10-
1.4.2.2.13. Les épaississants .....	- 10-
1.4.2.2.14. Les agents de traitement de la farine .....	- 10-
1.4.2.2.15. Les sels de fonte .....	- 11-
1.4.2.2.16. Les enzymes alimentaires .....	- 11-
1.4.2.3. Les additifs amplifiant les qualités sensorielles des aliments .....	- 11-
1.4.2.3.1. Les colorants .....	- 11-
1.4.2.3.2. Les acidifiants .....	- 12-
1.4.2.3.3. Les exhausteurs de goût .....	- 12-
1.4.2.3.4. Les édulcorants .....	- 12-

**Chapitre II : Les risques des additifs alimentaires sur la santé**

13-34

1. le risque alimentaire .....	-13-
2. La surconsommation .....	-14 -
2.1. Définition de la DJA .....	-14-
3. Les risques des additifs alimentaires sur la santé .....	-14-
3.1. Aspects toxicologiques des conservateurs .....	-14-
3.1.1. L'acide sorbique et les sorbates .....	-14-
3.1.2. L'anhydride sulfureux et les sulfites .....	-17-
3.1.2.1. Données toxicologiques .....	-18-
3.1.2.2 Réactions de sensibilité particulière aux sulfites .....	-20-
3.2. Aspects toxicologiques des antioxydants .....	-20-
3.2.1. Action des antioxydants phénoliques sur le métabolisme énergétique .....	-21-
3.2.2. Action des antioxydants phénoliques sur le foie .....	-21-
3.2.3. Action des antioxydants phénoliques sur le poumon .....	-21-
3.2.4. Action des antioxydants phénoliques sur la coagulation sanguine .....	-22-
3.2.5. Antioxydants phénoliques et cancérogénèse .....	-22-
3.2.6. Autres effets des antioxydants phénoliques .....	-23-

3.3. Aspects toxicologiques des colorants.....	-23-
3.3.1. Toxicocinétique.....	-24-
3.3.2. Transformations hépatiques.....	-25-
3.3.3. Cancérogénèse et mutagénèse.....	-25-
3.3.4. Les problèmes de sensibilisation.....	-26-
3.3.5. Les colorants alimentaires et l'hyperactivité.....	-28-
3.4. Les émulsifiants.....	-28-
3.4.1. Lécithines et glycérides d'acides gras.....	-29-
3.4.2. Esters de saccharose et d'acides gras ou de glycérides.....	-30-
3.4.3. Dérivés de l'acide lactique.....	-30-
3.4.4. Émulsifiants et physiologie digestive.....	-30-
3.5. Les épaississants et les gélifiants.....	-30-
3.5.1. Toxicocinétique des carraghénanes.....	-31-
3.5.2. Effets physiopathologiques des carraghénanes.....	-32-

**Chapitre III : Gestion des risques liés aux additifs alimentaires**

35-40

1. Réglementation.....	- 35 -
1.1. Conditions d'autorisation.....	- 35 -
1.2. L'évaluation de l'innocuité des additifs alimentaires au sein de l'U E.....	- 35 -
1.3. Procédure d'autorisation d'emploi d'additifs alimentaires.....	- 36 -
1.4. L'adjonction d'additifs aux produits alimentaires :.....	- 37 -
1.5. La commission du codex Alimentarius :.....	- 38 -
1.5.1. Étiquetage des denrées alimentaires :.....	- 38 -
1.5.2. Détails relatifs à l'additif alimentaire :.....	- 38 -
1.5.3. Obligation d'information :.....	- 39 -
2. Principe de précautions :.....	- 39 -
2.1 Les groupes à risque vis-à-vis les additifs alimentaires:.....	- 40 -
2.2. Les alternatives à l'utilisation des additifs :.....	- 40 -
Conclusion.....	- 41 -
Bibliographie.....	- 43 -
Annexe	
Résumé	

# **Liste des abréviations**

**BHA** : Butylhydroxyanisol

**BHT** : butylhydroxytoluène

**CAM** : conditionnement sous atmosphère modifiée

**CEE** : la Communauté Economique Européenne.

**CNERNA** : Centre national d'Etudes et de Recommandations sur la Nutrition et l'Alimentation.

**CSAH** : Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine.

**DJA** : Dose Journalière Admissible

**DL<sub>50</sub>** : Dose Létale 50

**FOA**: organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**JECFA**: Comité Conjoint d'Experts sur les Additifs alimentaires

**mg/kg/j** : milligramme par kilogramme par jour

**OMS**: Organisation Mondiale de la Santé

**P c**: poids corporel

**PM**: poids moléculaire

**Ppm** : partie par million

**RNA**: Acide Ribo Nucleique.

Produced With Scantopdf

## Introduction :

En quelques décennies, notre consommation alimentaire s'est profondément modifiée sous l'impulsion des changements de mode de vie et de l'apport de nouvelles techniques.

Dans sa course effrénée due à son mode de vie, le consommateur est devenu « la poule aux œufs d'or » de l'industrie alimentaire qui dans ses divers laboratoires, a toutes les techniques modernes pour nous faire « rêver », avec des recettes prêtes à déguster, après juste « trois minutes », passées dans « l'indispensable » four à micro-ondes. Le temps consacré à la préparation des repas s'est considérablement réduit, faisant la part belle aux plats prêts à l'emploi, au fast-food et aux denrées préfabriquées de plus en plus sophistiquées.

La fréquentation des restaurants et cantines, qui s'est elle aussi fortement accrue, n'a fait que renforcer chez le consommateur un rapport à l'alimentation où les impératifs de goût, de fraîcheur et de diversité cèdent du terrain de jour en jour.

Les aliments industriels qui aboutissent dans nos assiettes ont souvent subi de fortes transformations entraînant une perte de goût, de texture et de coloration. Pour pallier ces inconvénients, les chimistes agroalimentaires y ajoutent, exhausteurs de goût, affermissants, colorants...etc.

Les chaînes de production et de distribution des aliments étant de plus en plus longues, le recours aux conservateurs et antioxydants devient inéluctable, de sorte que même des aliments de base comme le pain contiennent souvent une quantité non négligeable d'additifs. Ces additifs sont des substances d'origine naturelle ou synthétique ajoutées intentionnellement à la denrée alimentaire, cependant, des doutes planent sur l'innocuité de nombreuses de ces molécules. Le seul véritable risque est celui d'allergies ou d'intolérances. Aussi, certains additifs sont suspects d'être cancérogènes lorsqu'ils sont abusivement utilisés.

Le souci de protéger la santé est bien présent lorsqu'on décide d'inclure un additif dans la liste des autorisations ou d'élargir son champ d'application à de nouvelles denrées alimentaires, puisqu'il faut, en principe, démontrer l'innocuité de l'additif en question, avant toute autorisation d'utilisation d'une substance en tant qu'ingrédient alimentaire, celle-ci est en principe soumise à une évaluation toxicologique. Normalement, de nombreux essais sur

animaux de laboratoire (rats, souris, chiens...) sont réalisés pour déterminer si cette substance est inoffensive et à quelle dose elle peut être consommée sans danger (à partir de là, des doses journalières admissibles sont définies).

La sécurité alimentaire est aujourd'hui au cœur du débat politique et préoccupe sérieusement la plupart de nos concitoyens, il faut admettre que peu nombreux sont ceux qui ont une vision claire des enjeux, de la nature des risques et des meilleurs moyens de s'en prémunir.

Ce mémoire est destiné à acquérir une meilleure connaissance de l'impact des additifs alimentaires sur la santé, et par conséquent de bien connaître le principe de précaution pour que le consommateur ne soit pas exposé à des doses pouvant entraîner une certaine probabilité d'effets indésirables.

Pour cela, nous avons structuré ce travail en trois chapitres :

- Le premier est consacré à donner des idées générales sur les additifs alimentaires, leur origine, leur différentes catégories et leur intérêt dans l'alimentation humaine.
- Le deuxième chapitre, constitue l'essentiel de ce mémoire, lequel porte les résultats des recherches expérimentaux sur l'aspect toxicologique de certains additifs alimentaires.
- Au troisième chapitre nous présentons le principe de précaution et les mécanismes réglementaires qui ont tous l'objectif de garantir la sécurité des consommateurs.

## 1. Les additifs alimentaires :

### 1.1. Définition :

Une définition a été adoptée par la commission du Codex Alimentarius :

"On entend par "Additif Alimentaire" toute substance qui n'est pas normalement consommée en tant que denrée alimentaire en soi et n'est pas normalement utilisée comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire, qu'elle ait ou non une valeur nutritive, et dont l'addition intentionnelle à la denrée alimentaire, dans un but technologique ou organoleptique, à une étape quelconque de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement, de l'emballage, du transport ou du stockage de ladite denrée, entraîne ou peut entraîner (directement ou indirectement) son incorporation ou celle de ses dérivées dans la denrée, ou peut affecter d'une autre façon les caractéristiques de ladite denrée. L'expression ne s'applique ni aux contaminants, ni aux substances ajoutées aux denrées alimentaires dans le but d'en maintenir ou améliorer les propriétés nutritives". (Debache, 1990)

### 1.2. Caractères généraux :

Le terme « aliment » désigne toute matière qui, par la voie de l'ingestion, sert à l'entretien et au développement de l'organisme. Il s'agit le plus souvent de produits naturels, de composition complexe. (Alais *et al*, 2008)

Le terme « additif » fait surtout référence à un usage particulièrement à faible dose. De plus, l'additif a le plus souvent une formule moléculaire simple, tandis que l'ingrédient ou aliment est un ensemble organique complexe.

Ainsi le jaune d'œuf est un aliment tandis que la lécithine qu'on en extrait par des moyens chimiques est un additif. La lécithine est utilisée dans une recette industrielle à 0, 5% par exemple, tandis que le jaune d'œuf entier est utilisé à plus de 1% s'il est ingrédient. [1]

#### 1.2.1. Intérêt des additifs :

Les additifs alimentaires sont intégrés aux aliments dans des buts précis :

- But technologique : ils permettent alors de faciliter la fabrication de l'aliment
- But sanitaire : ils assurent la conservation des produits
- But organoleptique : ils maintiennent ou améliorent les qualités sensorielles (consistance, texture, couleur, goût) de l'aliment
- But nutritionnel : les additifs ont alors pour objectif de conférer de nouvelles valeurs nutritives à l'aliment. [2]

### 1.3. Origine des additifs alimentaires :

Les additifs alimentaires ont des origines variées. On distingue : les additifs naturels, les additifs provenant de la modification chimique des produits naturels, les additifs identiques aux naturels et les additifs artificiels. Ces deux derniers sont des additifs de synthèse.

#### 1.3.1. Les additifs alimentaires naturels :

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

#### 1.3.2. Les additifs alimentaires obtenus par modification de produits naturels :

Ce sont des additifs obtenus par modification chimique d'un extrait naturel d'une substance végétale ou animale dans le but d'améliorer ses propriétés. C'est le cas par exemple, des émulsifiants produits à partir des huiles végétales, des acides organiques dérivés d'huiles comestibles, et des édulcorants issus des fruits. Exemple : le sorbitol (E 420) issu du glucose.

#### 1.3.3. Les additifs alimentaires de synthèse :

Lorsque l'extraction des substances naturelles est coûteuse, ces dernières peuvent être reconstituées par synthèse chimique, les additifs ainsi fabriqués sont identiques aux substances naturelles. La synthèse chimique peut également être utilisée pour la fabrication des additifs totalement artificiels.

##### 1.3.3.1. Les additifs alimentaires identiques aux naturels :

Ce sont les substances utilisées pour substituer les additifs alimentaires naturels, mais elles sont obtenues par synthèse chimique. C'est le cas par exemple, de l'acide ascorbique (E 300), et de l'acide citrique (E330) qui est utilisé comme acidifiant.

##### 1.3.3.2. Les additifs alimentaires artificiels :

Ce sont les additifs qui n'ont aucun homologue dans la nature. Ils sont entièrement artificiels, obtenus par synthèse chimique. C'est le cas par exemple de certains antioxydants : le Gallate de propyle E310, colorant ou édulcorants à l'instar de la saccharine. C'est ce groupe d'additifs qui pose plus de soucis quant à la santé du consommateur. [3]

## 1.4. Classification des additifs alimentaires :

Il existe 25 catégories d'additifs. Une directive CEE de 1978 a établi une classification (d'où le symbole E retrouvé) basée sur leur propriété fonctionnelle : colorant, conservateur, antioxydant, émulsifiant, épaississant, gélifiant, stabilisant, humectant...etc. (Béraud *et al*, 2008)

### 1.4.1. Signification du code E :

Les additifs sont déclarés sur l'étiquetage, parmi les autres ingrédients du produit. La déclaration des ingrédients se fait dans un ordre quantitatif décroissant. Les additifs doivent être indiqués sous le nom de leur catégorie (par ex. émulsifiant) suivi de leur nom spécifique (lécithines) ou suivi de la lettre E et d'un numéro (E322). Cela, car la plupart des additifs d'un aliment sont utilisés dans différents buts. [4]

Un code à trois chiffres a été utilisé à l'origine. Le premier chiffre indique la classe de l'additif (conservateur : E 2xx). Le suivant indique le type de composé utilisé (famille de l'acide benzoïque : E 21x). Le troisième correspond à la forme chimique de ce composé (benzoate de sodium : E211). De nombreuses modifications ultérieures ont fait que certains additifs peuvent avoir d'avantage de chiffres ou un chiffre incohérent avec la classe à laquelle ils appartiennent.

- Les colorants E1xx
- Les conservateurs E2xx
- Les antioxydants E3xx
- Les agents de texture (émulsifiant, épaississant et gélifiant, stabilisant) ont le code (E 3xx ou E 4xx)
- Les acidifiants et correcteurs d'acidité E5xx
- Les exhausteurs de goût E6xx
- Les édulcorants E9xx, les amidons modifiés E14xx...etc. (Béraud *et al*, 2008)

La lettre « E » est utilisée pour Europe ou « edible » (« consommable » en anglais) et le chiffre pour désigner un additif spécifique. Dans les pays extra-européens, les additifs sont toutefois déclarés uniquement par un numéro et sans la lettre « E ». [4]

#### 1.4.2. Fonctions et catégories des additifs alimentaires :

La directive européenne 89/107/CEE classe les additifs alimentaires en plusieurs catégories, selon la fonction qu'ils remplissent dans l'aliment. Ce pendant, il faut noter que certains additifs ont plusieurs fonctions. C'est le cas par exemple, du carbonate de calcium (E170) qui est un antiagglomérant, un régulateur de l'acidité, un colorant, un émulsifiant et un stabilisant. Certains auteurs regroupent les différentes catégories en trois groupes seulement. A savoir : les additifs maintenant la fraîcheur et prévenant la dégradation des aliments, les additifs affectant les caractéristiques physico-chimiques et les additifs amplifiant ou améliorant les qualités sensorielles. Certaines catégories peuvent appartenir à plusieurs groupes. [3]

##### 1.4.2.1. Les additifs maintenant la fraîcheur et prévenant la dégradation des aliments :

###### 1.4.2.1.1. Les conservateurs :

Les conservateurs limitent, ralentissent ou stoppent la croissance des micro-organismes (bactéries, levures, moisissures) présents ou entrants dans l'aliment et préviennent donc l'altération des produits ou les intoxications alimentaires. Ils sont employés entre autres dans les aliments cuits, le fromage, les jus de fruits et les margarines. Quelques exemples:

- ❖ Dioxyde de soufre et sulfites (E220-228). Ils empêchent les changements de coloration dans les fruits secs et les légumes. Les sulfites inhibent aussi la croissance bactérienne dans le vin et les aliments fermentés, certains snacks et aliments préparés. Ils ont aussi des propriétés antioxydantes.
- ❖ Le propionate de calcium (E282). Il prévient les moisissures sur le pain et les aliments cuits. [5]

###### 1.4.2.1.2. Les antioxydants :

Les antioxydants sont des produits utilisés pour empêcher ou au moins ralentir les altérations produites par l'oxygène : brunissement des fruits et légumes, rancissement des graisses.

Certains antioxydants sont naturellement présents dans les aliments : c'est le cas de la vitamine E de l'huile d'olive ou l'acide ascorbique du citron par exemple.

Les phénols (E310 à 312, E320, E321) sont ajoutés aux corps gras ou aux aliments déshydratés, ils sont dotés de propriétés conservatrices. [2]

#### 1.4.2.1.3. Les séquestrants :

Un séquestrant est un additif alimentaire dont le rôle est de protéger les aliments contre les réactions d'oxydation initiés par la présence des métaux.

- Les séquestrants sont utilisés par exemple pour stabiliser les graisses et les huiles qui enrayerent le rance et la réversion en présence de cuivre et fer métalliques, les plus communs sont : Gluconate de sodium (E576), Acide citrique (E330), Acétate de sodium (E262). [1]

#### 1.4.2.1.4. Gaz d'emballage :

Les gaz d'emballage sont utilisés pour modifier l'atmosphère dans laquelle les aliments sont conditionnés afin de contrôler leur mûrissement, d'empêcher les changements chimiques et d'éviter leur altération. Pour cela, on utilise une technique connue sous le nom de conditionnement sous atmosphère modifiée (CAM) qui consiste à remplacer l'air au contact des denrées alimentaires par un mélange de gaz purs comme de l'oxygène (E948), du dioxyde de carbone (E290) et de l'azote (E941). Selon l'aliment et l'effet souhaité, différentes préparations de gaz sont « propulsées » dans l'emballage. [6]

#### 1.4.2.2. Les additifs affectant les caractéristiques physico-chimiques des aliments :

##### 1.4.2.2.1. Les affermissants :

Ils empêchent que les denrées alimentaires prennent une consistance de bouillie et que les préparations ne perdent des éléments constitutifs précieux tels que les vitamines et les sels minéraux.

- ❖ Le sulfate d'aluminium ammoniacal (E523), utilisé dans les fruits et les légumes confits, cristallisés et glacés. [3]

##### 1.4.2.2.2. Les humectants :

Ce sont des substances qui empêchent le dessèchement des denrées alimentaires en compensant les effets d'une faible humidité atmosphérique ou qui favorisent la dissolution d'une poudre en milieu aqueux.

- ❖ La série des tartrates (E334- 337) est un exemple d'humectants, utilisés notamment dans les concentrés des jus de fruits. [3]

#### 1.4.2.2.3. Les correcteurs d'acidité :

Les correcteurs d'acidité sont utilisés pour modifier l'acidité ou l'alcalinité et la maintenir à un niveau donné, ceci est important pour la fabrication, le goût et la sécurité alimentaire. Un mauvais contrôle du pH du produit peut entraîner le développement de bactéries indésirables susceptibles de présenter un risque pour la santé. Parmi les correcteurs d'acidité, on distingue :

- ❖ L'acide citrique (E 330) est principalement utilisé comme correcteur d'acidité. De plus, il favorise la gélification des confitures et réduit le brunissement des fruits et des produits à base de fruits dus à l'activité enzymatique. [7]

#### 1.4.2.2.4. Les antiagglomérants :

Les antiagglomérants enrobent les particules alimentaires et absorbent l'excès d'humidité. En empêchant l'humidité d'atteindre la surface des aliments, ces agents aident à prévenir la formation de grumeaux et à conserver la fluidité du produit.

L'un des antiagglomérants les plus couramment utilisés est le silicate de calcium (E552), qui est utilisé pour empêcher l'agglutination du sel de table ou de la poudre à lever. [6]

#### 1.4.2.2.5. Les antimoussants et Les agents moussants :

- **Les antimoussants :**

Les agents antimoussants sont des substances qui empêchent ou réduisent la formation de mousse ; par exemple, quand les confitures sont portées à ébullition. Mono- et diglycérides d'acides gras E 471 est souvent utilisé comme agent anti-moussant.

- **Les agents moussants :**

Ce sont les substances qui permettent de réaliser la dispersion homogène d'une phase gazeuse dans une denrée alimentaire liquide ou solide. L'extrait de quillaia E999 est un exemple d'agents moussants, utilisé dans les boissons aromatisées sans alcool à base d'eau. [3]

**1.4.2.2.6. Les émulsifiants :**

Ce sont les substances qui permettent la dispersion uniforme de particules lorsque les liquides mélangés sont de densités différentes. Si, par exemple, on agite de l'huile avec du vinaigre, des gouttelettes d'huile se dispersent dans le vinaigre mais, au repos, l'huile et le vinaigre se séparent de nouveau. L'usage d'un émulsif prévient ce phénomène. Dans le pain, les émulsifs servent à donner du volume et à améliorer l'uniformité et la finesse du grain.

- ❖ la lécithine (E322) agit sur les pâtes levées. [8]

**1.4.2.2.7. Les stabilisants :**

Les stabilisants sont utilisés dans la fabrication de produits comme la mayonnaise, les vinaigrettes et les crèmes glacées pour empêcher la séparation des ingrédients.

- ❖ Les stabilisants les plus courants sont la gomme de caroube (E410) et les alginates (E400 - 404). [3]

**1.4.2.2.8. Les gélifiants :**

Les gélifiants sont utilisés pour épaissir et stabiliser les aliments liquides, et ainsi leur donner plus de texture. Ils sont généralement des protéines ou des glucides qui après dissolution dans les aliments liquides forment un réseau réticulé tridimensionnel. Il en résulte un aliment unique d'aspect consistant, mais qui est essentiellement formé de liquide comme les gelées, les confitures et les confiseries.

Les gélifiants les plus courants sont les pectines (E440), les carraghénanes (E407) et l'alginate de calcium E404. [6]

**1.4.2.2.9. Les agents d'enrobage :**

Les agents d'enrobage (y compris les agents de glisse) donnent un aspect à la fois brillant et lisse aux aliments et constituent une couche protectrice. Ils sont utilisés pour les confiseries, les fruits et les produits de boulangerie fine enrobés de chocolat.

Les agents d'enrobage les plus courants sont la cire d'abeille (E901), la cire de carnauba (E903) et les acides gras (E570). [6]

**1.4.2.2.10. Les amidons modifiés :**

L'amidon est modifié chimiquement pour accentuer sa solubilité, sa viscosité et sa stabilité. Il est obtenu au moyen d'un ou plusieurs traitements chimiques d'amidon alimentaire, qui peut avoir été soumis à un traitement physique ou enzymatique, et peut être fluidifié par traitement acide ou alcalin ou blanchi. Certains amidons modifiés sont utilisés comme épaississants des sauces, potages, conserves et plats cuisinés.

Exemples des amidons modifiés : E1401 amidon traité aux acides, E1402 amidon traité aux bases, E1422 adipate de diamidon acétylé...etc. [1]

**1.4.2.2.11. Les poudres à lever :**

Ils sont des substances ou combinaison de substances qui dégagent des gaz et de ce fait accroissent le volume d'une pâte, viennoiseries, pains, brioches...etc.

Le carbonate de sodium (E500) est un exemple d'agents de levuration. [3]

**1.4.2.2.12. Les gaz propulseurs :**

Les contenants aérosol sous pression sont utilisés pour présenter des produits alimentaires fluides sous forme de liquide, de mousse ou de gouttelettes. L'utilisation d'agents propulseurs permet d'obtenir la pression nécessaire pour expulser le liquide du contenant aérosol.

Les agents propulseurs les plus fréquemment utilisés sont l'azote (E941), le protoxyde d'azote (E942) et le dioxyde de carbone (E290). [6]

**1.4.2.2.13. Les épaississants :**

Des épaississants sont ajoutés aux aliments liquides pour en augmenter la viscosité ; ils se composent généralement de glucides telle l'hydroxypropylméthylcellulose (E464). Les épaississants sont ajoutés à un vaste éventail de denrées alimentaires dont les sauces. [6]

**1.4.2.2.14. Les agents de traitement de la farine :**

Ce sont les substances qui améliorent la qualité boulangère de la farine ou la pâte, La série des stéarates polyoxyéthyléniques de sorbate (E432- E436) sont par exemple des agents de traitement de la farine utilisés dans les produits de la boulangerie fine. [3]

#### 1.4.2.2.15. Les sels de fonte :

Ils sont les substances qui dispersent les protéines du fromage, ils permettent un bon déroulement du processus de fabrication du fromage fondu, sans séparation des constituants du lait comme les lipides ou le petit-lait., entraînant ainsi une répartition homogène des matières grasses et des autres composants.

❖ Le Monophosphate de potassium E 340 est un exemple de sel de fonte. [1]

#### 1.4.2.2.16. Les enzymes alimentaires :

Ils sont des produit obtenus à partir de plantes, d'animaux ou de micro-organismes ou de produits dérivés, y compris des produits obtenus par un procédé de fermentation à l'aide de micro-organismes qui contient une ou plusieurs enzymes capables de catalyser une réaction biochimique spécifique et qui sont ajoutés à des denrées alimentaires à des fins technologiques à toute étape de leur fabrication.

Parmi les enzymes qui exercent une fonction technologique dans les denrées alimentaires: l'invertase (E 1103), lysozyme (E 1105)...etc. [9]

#### 1.4.2.3. Les additifs amplifiant les qualités sensorielles des aliments :

Ce groupe regroupe les catégories qui affectent les qualités sensorielles des aliments, notamment le goût et/ou la couleur. On distingue dans ce groupe les catégories suivantes :

##### 1.4.2.3.1. Les colorants :

Les colorants ont pour but d'améliorer l'aspect des aliments. Ils permettent de pallier une perte de coloration survenue pendant la production, de colorer des aliments incolores et de renforcer une idée gustative spécifique (comme dans la confiserie, le vert ou le jaune pour le goût citron...). Ils compensent également les variations saisonnières : par exemple, le beurre n'est jaune qu'en été, alors qu'en hiver, il est jugé trop pâle par les industriels qui lui ajoutent un colorant jaune, le  $\beta$ -carotène.

Il existe des colorants alimentaires synthétiques: Jaune orangé S E111, ou naturels: Chlorophylle E140. [2]

**1.4.2.3.2. Les acidifiants :**

Ce sont les substances qui augmentent l'acidité d'une denrée alimentaire et/ou lui donnent une saveur acide. Pour la même raison, ils peuvent aussi être classés dans le groupe des « additifs qui affectent les caractéristiques physico-chimiques des aliments ». L'acide acétique E260 et ses dérivés sont des acidifiants largement utilisés dans les fruits et légumes en conserve. [1]

**1.4.2.3.3. Les exhausteurs de goût :**

Ce sont les substances qui renforcent le goût et/ou l'odeur d'une denrée alimentaire. Le plus connu d'entre eux est le glutamate de sodium E621, qui est employé pour révéler et augmenter les saveurs des produits alimentaires aux quels il est ajouté plats orientaux. [1]

**1.4.2.3.4. Les édulcorants :**

Ce sont des composés chimiques n'appartenant pas au groupe des glucides et qui présentent un pouvoir édulcorant notablement supérieur à celui du saccharose, mais qui, par rapport à leur pouvoir édulcorant, n'ont aucune valeur nutritive ou qu'une valeur nutritive très faible.

Ils sont des additifs alimentaires dont les codes vont de E950 à E999. La saccharine (E954), le maltitol E 965, l'isomalt E 953...etc.

Les édulcorants sont présents dans certains produits de régimes : certains chewing-gums, desserts, sodas...etc. [10]

# CHAPITRE II

**LES RISQUES DES ADDITIFS  
ALIMENTAIRES SUR LA SANTE**

## X 1. Le risque alimentaire :

Suite à un nombre croissant de crises (vache folle, dioxines, listérioses....) le risque alimentaire paraît être soudainement entré dans la catégorie de risques majeurs pour l'homme.

En fait les aliments, qui sont à la fois source de vie en tant que pourvoyeur des nutriments indispensables au développement et à la subsistance de l'individu et source de déséquilibres éventuellement graves lorsqu'ils ne sont pas utilisés avec discernement par celui-ci, sont redoutés et stigmatisés en tant que vecteurs de deux types de dangers pouvant compromettre leur sécurité :

X • Les dangers biologiques : incluant les bactéries, champignons, virus, parasites...etc.

X • Les dangers chimiques : incluant les contaminants chimiques de l'environnement et les résidus de substances intentionnellement utilisées en production végétale (pesticides et fongicides, métaux lourds), les résidus de substances intentionnellement utilisées en production animale (résidus d'antibiotiques et des médicaments vétérinaires), les substances utilisées en technologie alimentaire (additifs alimentaires) et des substances naturelles toxiques bio synthétisées par les plantes (alcaloïde) et les moisissures (mycotoxines).

La contamination des aliments par ces dangers peut avoir lieu aux différents stades de leur production, de leur transformation et de leur conservation.

Le risque alimentaire qui est défini comme étant la probabilité de survenue d'un événement de santé dans une population sur une période de temps donnée, est donc la résultante d'une interaction entre un agent complexe et variable (danger présent dans l'aliment) et l'homme. Il est multiforme associé à des agents chimiques et biologiques intentionnellement ou accidentellement présents dans les aliments. Il peut être immédiat dans le cas de toxi-infections alimentaires et des allergies, ou diffère dans le temps dans le cas des cancers et dégénérescence de certains organes et fonctions physiologiques. (Soubra, 2008)

On peut classer les additifs alimentaires dans trois catégories :

- Les additifs inoffensifs pour la santé.
- Les additifs avec une polémique : certains rapports de santé dans le monde considèrent que l'additif comporte un danger et d'autres non.
- X • Les additifs dangereux pour la santé.

Les additifs alimentaires arrivent en 5<sup>ème</sup> position dans la gamme des risques alimentaires : Erreurs alimentaires (excès ou carence), Manque d'hygiène, Poisons naturels, Contaminants (résidus et polluants), Additifs alimentaires. [11]

## 2. La surconsommation :

Les additifs contiennent souvent des substances chimiques qui, à forte dose, provoqueraient ballonnements, nausées puis vomissements. Afin d'éviter de tels problèmes, une dose journalière admissible (DJA), en dessous de laquelle aucun effet n'est constaté sur l'organisme, a été définie pour certains additifs. [12]

### 2.1. Définition de la DJA :

La Dose Journalière Admissible (DJA) est une estimation de la quantité d'un additif alimentaire, exprimée sur la base du poids corporel, qui peut être ingérée quotidiennement toute la vie sans risque appréciable pour la santé. Ce dernier terme signifie dans la pratique, qu'au stade actuel des connaissances, aucun effet toxique ne peut-être attribué à l'additif concerné pour ce niveau d'exposition. On exprime généralement la DJA en mg/kg/j. [13]

## 3. Les risques des additifs alimentaires sur la santé :

Les additifs alimentaires sont autorisés en premier lieu pour rendre les aliments sûrs, facile d'emploi et attrayants. Ils ne peuvent être utilisés que lorsque les autorités compétentes sont convaincues de leur sécurité et leur nécessité d'emploi. Certains de ses additifs sont connus et utilisés de longues dates, ils sont aussi, pour nombre d'entre eux naturels.

Cependant, des doutes planent sur l'innocuité de nombreuses de ces molécules. Le seul véritable risque est celui d'allergies ou d'intolérances. Aussi, certains additifs sont suspects d'être cancérigènes lorsqu'ils sont abusivement utilisés. Ci-après, nous exposons les risques associés à certains additifs alimentaires.

### 3.1. Aspects toxicologiques des conservateurs :

#### 3.1.1. L'acide sorbique et les sorbates :

L'acide sorbique (E 200) est un acide gras à 6 atomes de carbone et à deux doubles liaisons. C'est l'acide trans-trans-hexadiène-2-4-oïque. Les sels de sodium (E 201) et de potassium (E 202) peuvent également être utilisés comme additifs alimentaires : ils sont plus hydrosolubles que l'acide sorbique, mais le sel de sodium est très hygroscopique et beaucoup plus instable que le sel de potassium et, par la même, nettement moins souvent utilisés. (Hasegawa *et al.*, 1984).

L'examen du dossier toxicologique de l'acide sorbique et de ses sels par le comité "additifs" du CNERNA en 1983 a conduit aux conclusions suivantes :

- l'acide sorbique ajouté aux denrées alimentaires est ingéré par l'homme à la fois sous sa forme initiale et après transformation par les micro-organismes vis-à-vis desquels il exerce son action fongistatique et antibactérienne. L'analyse des biotransformations de différentes natures exercées par les micro-organismes inférieurs n'indique pas, parmi les métabolites formés, de molécule suspecte sur le plan toxicologique.

La métabolisation de l'acide sorbique par les organismes supérieurs se fait essentiellement par voie oxydative, par  $\beta$ -oxydation. Les quantités d'acide sorbique qui peuvent être quotidiennement ingérées par l'homme semblent bien inférieures aux capacités d'oxydation de l'organisme.

✗ la toxicité aiguë de l'acide sorbique et de ses sels est faible et il ne manifeste pas, à long terme in vivo, de potentialité carcinogène, pas plus que son sel de potassium. La consommation d'acide sorbique provoque, à fortes doses, une hypertrophie du foie et des reins, hypertrophie qui s'accompagne, dans certains cas, d'une modification de l'aspect histologique de ces organes chez les animaux d'expérience.

✓ L'examen attentif des données obtenues au cours de ces essais à long terme a conduit le comité "Additifs" du CNERNA à retenir une dose sans effet de 750 mg/kg de poids corporel /jour et à proposer une DJA de 7,5 mg/kg, contrairement à la position du JECFA qui a fixé, en 1973, cette DJA à 25 mg/kg, à partir de résultats moins complets :

- certaines recherches complémentaires seraient cependant utiles pour mieux connaître :
  - Le devenir métabolique de l'acide sorbique dans l'organisme.
  - Son impact sur la flore intestinale, même si l'on peut penser qu'en milieu intestinal alcalin son effet doit être assez peu marqué, son activité antiseptique ne se manifestant qu'en milieu acide.
  - La signification, en termes de toxicologie, des hypertrophies hépatique et rénale enregistrées à fortes doses chez l'animal.
- Une question particulière mérite attention : celle du devenir de l'acide sorbique dans les aliments auxquels il est ajouté. L'acide sorbique non dissocié peut réagir avec les

acides présents dans l'aliment par une réaction d'addition. Cela a été montré en ce qui concerne nitreux et les sulfites. Dans ces conditions, le consommateur pourrait ingérer non seulement l'acide sorbique per se, mais aussi ces produits d'addition dont il conviendrait de connaître les potentialités toxiques. Des travaux ont été conduits à cet égard, qui concernent essentiellement leur pouvoir génotoxique.

Il faut tout d'abord signaler que récemment (Hasegawa *et al.*, 1984) ont comparé les potentialités génotoxiques de l'acide sorbique à celles de ses sels de sodium ou de potassium à l'aide de trois batteries de tests destinés à rechercher :

- Les aberrations chromosomiques
- Les échanges de chromatides sœurs
- Les mutations génétiques

Sur culture de cellules V<sub>79</sub> de hamster chinois :

Les résultats sont originaux :

- l'acide sorbique et son sel de potassium ne provoquent des aberrations chromosomiques qu'à très forte concentration et ne semblent pas, sur la base des tests réalisés, doués d'une forte potentialité génotoxique.
- au contraire, le sel de sodium de l'acide sorbique manifeste une action beaucoup plus nette, même si son pouvoir génotoxique est moins marqué que celui de produits très actifs, comme la N-méthyl-N'-nitro-N-nitrosoguanidine.

Ces résultats confirment ceux obtenus précédemment à l'aide du test d'Ames et conduisent les auteurs à conclure que le sorbate de sodium peut être classé parmi les cancérigènes potentiels et à souligner la nécessité de conduire, sur cette molécule, une étude de cancérogénèse *in vivo*. En effet, les études toxicologiques à long terme réalisées jusqu'à présent ne l'ont été que sur l'acide sorbique ou son sel de potassium.

(Hasegawa *et al.*, 1984) supposent que le pouvoir génotoxique du sorbate de sodium est dû à sa décomposition rapide dans la cellule ou le milieu de culture, et donc dû aux produits intermédiaires d'oxydation de l'acide sorbique ou aux peroxydes formés au cours de cette oxydation. Le JECFA signalait, en 1985, cette possibilité d'oxydation de l'acide sorbique, dans les aliments.

Ainsi, la question des potentialités toxiques, non pas de l'additif en tant que tel, mais de ses produits de transformation dans l'aliment est bien posée et nous ramène à l'étude des effets potentiels des produits de réaction de l'acide sorbique avec les nitrites ou les sulfites qui peuvent être présents simultanément dans l'aliment.

(Kada, 1974) a montré le premier l'action mutagène de l'acide éthylnitrolique et du 1-4 dinitro-2-méthylpyrrole, produits qui résultent de la réaction de l'acide sorbique avec les nitrites dans des conditions particulières. Plus tard, (Moneret et Aubert., 1978) ont démontré l'activité mutagène des produits de réaction du nitrite et de l'acide sorbique aux conditions normales de pH et de concentration en acide sorbique (100 à 1000 ppm) et en nitrite présent à des concentrations proches de celles que l'on peut rencontrer dans des produits alimentaires susceptibles d'être traités par l'acide sorbique.

Cet effet mutagène n'est souvent mis en évidence que par le test du "rec-assay" qui permet de travailler en milieu non tamponné. C'est le cas dans les travaux de (Lueck, 1980) qui montre que des extraits de vin contenant de l'acide sorbique et du sulfite sont mutagènes, c'est-à-dire qu'ils inhibent le développement de la souche *rec-*, alors que les extraits de vin contenant soit l'acide sorbique, soit le sulfite, ne présentent pas de différence entre la souche *rec+* et la souche *rec-*.

En définitive, s'il n'apparaît pas que l'acide sorbique lui-même soit doué de fortes potentialités toxiques, il convient cependant de se préoccuper maintenant :

- de l'évaluation de son niveau actuel de consommation moyenne et surtout de celui atteint chez d'éventuels groupes de consommateurs à risques, afin de le comparer à la valeur de la DJA.
- de la possibilité de formation dans les aliments, dans les conditions normales d'utilisation, de composés d'addition entre l'acide sorbique et ses sels et des constituants normaux ou d'autres additifs comme les nitrites et les sulfites.
- des potentialités génotoxiques du sorbate de sodium. [14]

### 3.1.2. L'anhydride sulfureux et les sulfites :

L'anhydride sulfureux (E220) est le premier composé d'une famille d'agents conservateurs dérivés de ce chef de file :

- sulfite de sodium (E221)
- sulfite acide de sodium (bisulfite de sodium) (E222)
- disulfite de sodium (pyrosulfite de sodium ou métabisulfite de sodium) (E223)
- disulfite de potassium (pyrosulfite de potassium ou métabisulfite de potassium) (E224)
- disulfite de calcium (pyrosulfite de calcium ou métabisulfite de calcium) (E225)
- sulfite de calcium (E226).
- sulfite acide de calcium (bisulfite de calcium) (E227).

L'action antimicrobienne de l'anhydride sulfureux est essentiellement due à son puissant pouvoir inhibiteur sur les enzymes à groupements SH et à sa capacité à entrer en combinaison avec les fonctions aldéhydes des sucres, interférant ainsi avec leur dégradation ultérieure. L'anhydride sulfureux et les sulfites sont autorisés dans de nombreux aliments comme les fruits secs, les fruits destinés à la fabrication de confitures, les langoustines, les moutardes, et des boissons comme la bière, les jus, les vins et mousseux. (Lueck, 1980)

#### 3.1.2.1. Données toxicologiques :

La toxicité aiguë per os des sulfites n'est pas très importante, puisque la DL<sub>50</sub> est de 1000 à 2000 mg de SO<sub>2</sub>/kg de poids corporel.

Les premières études de toxicité à court et long terme ont montré que les sulfites sont capables de détruire la thiamine (vitamine B1) du régime alimentaire et de conduire aux symptômes caractéristiques de la carence en vitamine B1.

Par la suite, des expérimentations à long terme ont montré que l'administration de sulfites dans l'eau de boisson à des doses variant de 29-40 à 190 mg de SO<sub>2</sub>/kg de poids corporel /j ne conduisait pas à des effets significatifs sur la consommation alimentaire, la vitesse de croissance, la reproduction, l'hématologie, l'aspect histologique et le poids des organes ou sur la mortalité.

A partir des données disponibles, le JECFA a fixé la DJA des sulfites à 0,7 mg de SO<sub>2</sub>/kg/j.

Le comité américain chargé de l'examen des substances GRAS avait conclu, en 1976, que la dose sans effet pouvait être évaluée à 30 à 100 mg de SO<sub>2</sub>/kg/j.

Aucun effet tératogène des sulfites n'a pu être mis en évidence chez la souris ou le lapin, pas plus que chez le rat.

Les sulfites seraient, par contre, dotés de potentialités mutagènes chez plusieurs micro-organismes et pourraient conduire à des aberrations chromosomiques. Ils sont cependant aussi capables d'inhiber l'action mutagène de cancérogènes et mutagènes connus et ils ne semblent pas être cancérogènes ou mutagènes *in vivo* chez le rat et la souris. (Watanabe *et al.*, 1978)

Le rapport Américain de 1985 contient une discussion particulièrement intéressante en ce qui concerne les études de métabolisme comparé des sulfites. La voie métabolique majeure des sulfites consiste en leur oxydation en sulfates. Cette réaction est catalysée par une sulfite oxydase (ou sulfite déshydrogénase, ou sulfite ferricytochrome oxydo-réductase).

Cette enzyme mitochondriale est présente dans de nombreux tissus chez les mammifères et en particulier dans le foie, le cœur et les reins. L'activité de la sulfite oxydase est, chez l'homme, seulement 5 à 10 % de ce qu'elle est chez le rat.

De plus, des cas de déficience en sulfite oxydase ont été signalés chez l'homme.

La présence persistante de sulfites dans l'organisme, peut conduire à de nombreuses réactions avec les composants des tissus :

- formation de thiosulfates
- formation de S-sulfonates et de thiols et en particulier de protéines-S-sulfonates dans le plasma, les poumons de l'aorte.

Ces différentes observations ont conduit le Groupe de travail Américain à penser que chez des individus présentant une activité sulfite oxydase normale, et bien alimentés, la consommation des sulfites au taux présent couramment dans les aliments ne semblait pas poser de problème toxicologique majeur. Cependant, les données de la littérature lui ont paru suffisantes pour conclure que certains individus, ou une sous population présentant un déficit congénital en sulfite oxydase, doivent métaboliser les sulfites plus lentement et, par là même, courir un risque toxique en ingérant ces additifs au taux où ils sont présents dans nos aliments.

De plus, au cours de ces dernières années, les données montrant des réactions particulières aux sulfites chez certains individus sensibles se sont multipliées. [15]

### 3.1.2.2 Réactions de sensibilité particulière aux sulfites :

L'ingestion d'aliments et de boissons renfermant des sulfites, de même que l'inhalation de  $\text{SO}_2$  et l'administration parentérale de médicaments contenant des sulfites peut provoquer des réactions de toxicité chez certains individus asthmatiques. Les symptômes les plus souvent rapportés après l'exposition aux sulfites ou au  $\text{SO}_2$  sont des spasmes bronchiques et de la bronchoconstriction, des réactions intestinales, de l'urticaire ou de l'angioedème. De l'hypotension et des sensations de picotements ont également été notées.

L'activité de la sulfite oxydase de fibroblastes de peau de patients asthmatiques sensibles aux sulfites est inférieure à celle mesurée dans des fibroblastes d'individus normaux. Il reste cependant à démontrer que l'activité sulfite oxydase des fibroblastes est représentative de celle des organes en renfermant les plus grandes qualités (foie, cœur, reins) avant de conclure que les individus sensibles présentent une certaine déficience en sulfite oxydase.

Selon les conditions expérimentales, les individus sensibles réagissent à des doses de  $\text{SO}_2$  variant de 3,5 à 350 mg, doses qui se situent à un niveau comparable à l'apport qui peut résulter de l'utilisation mal contrôlée des sulfites.

Les réactions des sujets sensibles sont parfois de nature à mettre leur vie en péril et de telles réactions ont été observées après consommation de laitue traitée aux sulfites. (Simon, 1984).

### 3.2. Aspects toxicologiques des antioxydants :

La liste communautaire des agents antioxydants proprement dits comporte 14 substances dont cinq sont constituées par l'acide ascorbique et ses dérivés et quatre par les tocophérols naturels ou de synthèse. Ces neuf substances, qui sont pour la plupart dotées chez l'homme de propriétés vitaminiques et qui sont donc des nutriments indispensables, n'ont pas attiré prioritairement l'attention du toxicologue.

Par contre, les cinq molécules qui complètent la liste des antioxydants qui peuvent être utilisés en alimentation humaine ont monopolisé les efforts des hygiénistes au cours des vingt dernières années. Ces substances sont toutes de nature phénolique ; il s'agit des : gallate de propyle, gallate d'octyle, gallate de dodécyle, BHA, BHT. [16]

### 3.2.1. Action des antioxydants phénoliques sur le métabolisme énergétique :

Le BHT, dans certaines conditions expérimentales est capable d'augmenter la dépense énergétique de diverses espèces d'animaux d'expérience, sans doute grâce à une action découplante des oxydations phosphorylantes dans la mitochondrie. Administré à la concentration de 0,05 % dans le régime du rat, il provoque une hypertrophie de la thyroïde et, à plus forte concentration, augmente la demi-vie biologique de la thyroxine. L'interférence avec le métabolisme thyroïdien semble ainsi établie.

Chez le porc, dès la dose de 50 mg/kg de poids corporel/j, le BHA provoque également une hypertrophie thyroïdienne.

Les gallates ne semblent pas, *in vivo*, manifester une telle action. (Sondergaard et Olsen., 1982)

### 3.2.2. Action des antioxydants phénoliques sur le foie :

BHA et BHT peuvent, selon la dose et selon l'espèce animale, conduire à une hypertrophie hépatique qui correspond, pour l'essentiel, à une prolifération du réticulum endoplasmique agranulaire et donc à une induction des mono-oxygénases à fonction mixte, de type "phénobarbital".

Il n'est pourtant pas exclu que cette hypertrophie hépatique corresponde, pour une part, et chez certaines espèces, à une hyperplasie des hépatocytes. Des différences interspécifiques importantes sont alors enregistrées à cet égard : une hyperplasie semble manifeste chez le porc elle est parfois observée chez le rat et ne l'a jamais été chez le poulet.

- L'interprétation de cette hypertrophie, en termes toxicologiques, reste donc délicate. [17]

### 3.2.3. Action des antioxydants phénoliques sur le poumon :

(Marino et Mitchel., 1972) ont montré que chez la souris, une seule administration de BHT conduisait à une atteinte importante du poumon caractérisée par une nécrose des cellules alvéolaires de type I, suivie par une prolifération importante de cellules de type II. Cette action, observée d'abord après administration par voie interépéritonéale, a été ensuite retrouvée après administration per os. Il a été montré que le BHT, ou plutôt l'un de ses métabolites, se fixait par liaison covalente sur les macromolécules pulmonaires.

Des métabolites connus des BHT, de même que le BHA ou le gallate de propyle ne manifestent pas cette action.

#### 3.2.4. Action des antioxydants phénoliques sur la coagulation sanguine :

Dès la dose de 14,7 mg/kg de poids corporel/j, le BHT provoque chez le rat une hypoprothrombinémie qui reste transitoire. A partir de la dose de 200 mg/kg/j, cet effet est permanent et entraîne des hémorragies.

Le BHA est, aux mêmes concentrations, sans action.

Le BHT est inactif chez le hamster, le lapin ou le chien, alors que son pouvoir anticoagulant est nettement moins accentué chez la souris que chez le rat. (Takahashi et Hiraga, 1978 a et b)

#### 3.2.5. Antioxydants phénoliques et cancérogénèse :

Le travail de (Marino et Mitchel., 1972), réalisé sur le rat dans une étude sur deux générations avec des concentrations de 25, 100 ou 500 mg de BHT/kg de poids corporel/j, a conduit à observer une augmentation des adénomes et des carcinomes hépatiques dose-dépendante chez les mâles de la génération F<sub>1</sub>. Ce pendant, les tumeurs hépatocellulaires ne sont détectées, chez ces animaux, que lorsqu'ils sont âgés de plus de deux ans.

Jusqu'en 1982, la situation semblait plus claire en ce qui concerne les gallates et le BHA pour lesquels aucun effet carcinogène n'avait été signalé.

Ito et al (1983) ont montré que l'administration de BHA à la concentration de 2 % dans le régime du rat F<sub>344</sub> pendant 104 semaines provoque, aussi bien chez le mâle que chez la femelle, l'apparition de carcinomes dans la partie antérieure de l'estomac, alors qu'aucun animal n'est porteur de ces carcinomes dans le lot témoin ou dans un lot ayant reçu le BHA à la concentration de 0,5 %. La première manifestation observée consiste en une hypertrobie de l'épithélium.

Depuis, une telle prolifération a été enregistrée après ingestion de BHA chez la souris, chez le hamster, mais pas chez le cobaye qui ne possède pas la même structure anatomique dans la partie antérieure de l'estomac. Elle ne semblerait pas non plus se manifester chez le chien, pas plus que chez le porc.

Les auteurs de ces études récentes ne se prononcent cependant pas nettement en faveur d'un effet cancérigène direct du BHT ou du BHA, un pouvoir promoteur de ces additifs ne pouvant être écarté.

Ceci nous amène à aborder l'intervention des antioxydants dans le développement des tumeurs initiées par des cancérigènes chimiques connus, (Simon, 1984) a dressé la liste de toutes les publications, et elles sont nombreuses, qui ont mis en évidence une action anticarcinogène ou antimutagène du BHT, du BHA ou du gallate de propyle.

Le BHA manifeste un indiscutable pouvoir promoteur du développement de tumeurs du poumon de la souris initiée par le diéthylnitrosamine l'uréthane, le 3-méthylcholantène ou le benzo (a) pyrène. Le même phénomène est observé sur le foie ou la vessie du rat après administration de 2-acétyl-aminofluorène.

Le BHA et le BHT manifestent un pouvoir promoteur sur le développement de tumeurs de la vessie après exposition à la N-butyl-N-(hydroxybutyl)-nitrosamine. (Debache, 1990)

### 3.2.6. Autres effets des antioxydants phénoliques :

Les antioxydants sont susceptibles, lorsqu'ils sont ingérés par la mère, de manifester une action sur le comportement de jeunes rats ou souris. Ainsi, (Stokes et Scudder., 1974) ont observé une influence du BHA, mais non du BHT sur le comportement de souris issues de mères ayant ingéré l'additif et (Watanabe et al., 1978) ont signalé que des ratons allaités par des mères exposées au BHT ont un comportement hyperactif et une mortalité cellulaire dans le cervelet légèrement accrue par rapport à des animaux issus de mères témoins. Vorhess et al (1981) ont confirmé cette action du BHT.

Les antioxydants phénoliques sont également capables, dans certaines conditions, de provoquer des réactions allergiques ou d'hypersensibilisation. Ces effets peuvent être rapprochés de l'action antioxydante manifestée in vivo par ces additifs qui seraient capables de moduler le métabolisme des icosanoïdes, métabolisme mettant en œuvre des réactions de peroxydation. (Debache, 1990)

### 3.3. Aspects toxicologiques des colorants :

Les colorants alimentaires constituent une classe d'additifs bien délimités si bien qu'il est relativement aisé de réaliser une approche toxicologique. En outre, ces produits ont fait l'objet de nombreuses discussions et contestations dans les 10 dernières années, ce qui a permis d'en

faire de bonnes évaluations. Il est sûr que les colorants ne sont pas des additifs indispensables, car le seul but de leur emploi est d'agir sur la couleur de l'aliment, ce qui n'a aucun intérêt hygiénique. Ce fait permet d'exiger une nécessité de sécurité toxicologique encore plus forte que pour d'autres additifs. (Debache, 1990)

### 3.3.1. Toxicocinétique :

Comme toute substance alimentaire, les colorants vont se retrouver dans le tractus gastro-intestinal où ils vont subir l'action des sucs digestifs et de la flore intestinale. Les colorants azoïques tout spécialement ont fait l'objet d'études à ce niveau, car la flore bactérienne possédant une activité azo-réductasique 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.

La vitesse de dégradation est assez rapide, puisque 41 % de la tartrazine et 90 % du méthyl orange seraient dégradés dans la lumière digestive. Cette étape est donc primordiale et a justifié la poursuite de recherches sur le risque toxicologique induit.

(Edwards et Combes., 1984) ont étudié la mutagénicité de prélèvements urinaires et fécaux chez les animaux traités oralement par certains azoïques.

Bien que les métabolites n'aient pas été évalués, ces prélèvements ne donnent aucun résultat positif avec les tests à *Salmonella typhimurium* TA98 et TA100 avec et sans activation, que l'extraction soit à l'eau ou à l'éther. Ceci exclut donc le rôle de l'intestin dans le développement de certains effets mutagènes induits par ces colorants lors d'un traitement in vivo (Combes et Haveland, 1982).

Peu de travaux systématiques ont été réalisés à propos de l'absorption digestive des colorants, car l'on dispose beaucoup plus d'études toxicologiques à long terme. Théoriquement, la polarité des molécules est un facteur-clé du passage entérocytaire, les composés très polaires étant faiblement absorbés. Si les molécules de colorants très polaires ne sont donc que très peu absorbées il n'en est pas de même pour les métabolites produits par l'azo-réduction bactérienne : ainsi, 95 % de la dose orale de tartrazine seraient absorbés par cette voie chez le rat et l'on retrouve dans l'urine de 48 heures 1 % de tartrazine, 22 % d'acide p-acétamidobenzène-sulfonique et 74 % d'acide sulfonique. (Debache, 1990)

### 3.3.2. Transformations hépatiques :

Si la molécule est absorbée par la muqueuse intestinale, elle est donc transportée par voie sanguine et atteindra très rapidement le foie. Là, elle peut subir des dégradations qui auront lieu essentiellement au niveau des microsomes ; ces réactions seront surtout des réductions, des N-désalkylations, des hydroxylations ou des conjugaisons. Toujours dans le cas des colorants azoïques :

- ✓ Par azo-réduction, on obtiendra deux amines, l'une primaire, l'autre substituée ; cette réaction se fait avec un système enzymatique microsomal et le FAD comme coenzyme.
- ✓ Par désalkylation, on obtiendra des composés déméthylés.
- ✓ L'hydroxylation peut devenir une voie importante si la réduction n'a pas eu lieu.
- ✓ La conjugaison avec l'acide glycuronique favorise l'hydrosolubilité et l'excrétion.

La bile peut représenter une voie d'excrétion pour environ 5 % de la dose ingérée. 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 ré-absorbés, si bien qu'une circulation entéro-hépatique s'établit. (Debache, 1990)

### 3.3.3. Cancérogénèse et mutagénèse :

Les colorants azoïques autorisés comme additifs alimentaires sont des composés sulfonés hydrosolubles ; théoriquement, ils ne devraient pas être cancérigènes, parce qu'ils sont éliminés rapidement et que leur métabolisme ne fait apparaître que des dérivés aminés, sulfonés, carboxylés ou hydroxylés. De nombreux travaux expérimentaux ont été réalisés chez l'animal avec une alimentation contenant ces additifs pendant de très longues périodes. Si les dérivés liposolubles tels que le jaune de beurre, mais interdits dans l'alimentation, se sont révélés très carcinogènes, il n'est pas de même avec les colorants azoïques hydrosolubles qui n'ont jamais fait l'objet d'observations cancérigènes in vivo.

Pour mieux apprécier un risque pathologique dans ce domaine, d'autres techniques ont été abordées ; les effets mutagènes par exemple ont été recherchés pour les colorants sur

*Escherichia coli* ; aucun effet mutagène n'a été noté pour les produits autorisés et cela dans une large gamme de doses. Seule l'érythrosine a fait preuve d'une activité mutagène, apparemment due à la molécule de xanthène elle-même.

(Yoshimoto et al., 1984) ont étudié les modifications induites par divers colorants sur la synthèse du RNA et sur la configuration de la chromatine nucléaire des hépatocytes chez le rat : l'amarante par exemple, tout comme d'autres azoïques, stimule in vitro la synthèse du RNA dans les noyaux cellulaires hépatiques, bien qu'il y ait une inhibition de la RNA polymérase ; les noyaux traités montrent également une haute susceptibilité à la DNAase et présentent une dissociation de l'hétérochromatine. Cependant, toutes ces analyses ont été réalisées in vitro et, d'après les auteurs mêmes, il reste à relier les résultats à une toxicité in vivo. (Debache, 1990)

#### 3.3.4. Les problèmes de sensibilisation :

C'est depuis plusieurs années que les colorants alimentaires sont incriminés dans les problèmes de sensibilisation. Les colorants naturels sont eux-mêmes connus pour être à l'origine de quelques allergies, notamment le carotène, le rouge de bétanine et les chlorophylles ; il n'est pas impossible que certaines allergies aux fruits soient liées à la présence de substances colorantes.

Des nombreuses observations ont été faites ; on en trouvera une analyse dans diverses revues (Moneret et Aubert., 1978, Moneret et Andre., 1983, Hesser, 1984). C'est la tartrazine qui semble le plus souvent incriminée depuis la première observation signalée par Lockey en 1959 (cité par Hesser, 1984). Chez certains individus, ce colorant azoïque développe un certain nombre de réactions adverses de type allergique comme du prurit, de l'œdème, de l'urticaire, de l'asthme, de la rhinite. S'il est vrai que ces effets ne mettent pas directement la vie en péril, l'incidence de ces réactions dans la population générale ou dans des groupes tels que asthmatiques, laisse développer une controverse. La tartrazine déclenche-t-elle ou non des réactions immunologiques impliquant des anticorps qui réagissent avec elle ou l'un de ses métabolites ? Les observations cliniques et les études sur l'incidence de la sensibilité à la tartrazine dans des groupes de population sont nombreuses, et nous n'en retiendrons ici que quelques-unes particulièrement significatives dont nous ferons une analyse sommaire :

- 4 personnes sur 506 malades prédisposés à des réactions allergiques ont réagit positivement à la tartrazine orale.

- 12 personnes sur 100 personnes hospitalisées (médecine interne) ont réagi à 160 ppm de tartrazine.
- Sur 110 malades prédisposés à l'allergie, aucun n'a réagi à une solution de tartrazine à 5% par contact sur la peau.

Diverses expériences ont été réalisées, lorsque la méthode employée est plus agressive (test intradermique par exemple), les réactions apparaissent et quelques observations aléatoires ont été faites, une seule étude sur 85 malades suspectés d'intolérance à la tartrazine ou à l'aspirine a permis de voir que 37 d'entre eux réagissaient à la tartrazine par test cutané.

Parmi 13 malades souffrant d'urticaire chronique, trois ont eu des symptômes allergiques exacerbés par 0,22 mg de tartrazine ingérée sous forme de capsules de gélatine, alors qu'aucun n'a réagi au placebo. En regroupant diverses études réalisées dans des conditions un peu semblables (test oral) chez des malades prédisposés à l'urticaire, on peut retenir que 73 personnes sur 370 avaient réaction à la tartrazine soit près de 20 %.

- chez les asthmatiques, là aussi en regroupant de nombreuses études, 50 malades sur 664 soit près de 8 % manifestent une intolérance à la tartrazine et souvent aussi à l'aspirine, la réaction se manifestant par des symptômes rhino-bronchiques ou pulmonaires, des céphalées, des œdèmes faciaux, de l'eczéma.
- chez des individus ayant des désordres allergiques complexes ou combinés, l'intolérance à la tartrazine semble élevée puisque en regroupant là aussi diverses études, 44 malades sur 112, soit 39 %, développent des troubles caractéristiques avec le colorant, mais lorsque les tests à la tartrazine sont réalisés chez des individus sans terrain allergique connu, aucune réaction ne se développe.

Ces diverses observations ont évidemment fait l'objet de nombreuses recherches sur le mécanisme d'action. Dans un certain nombre de cas il semble qu'il y ait une dégranulation des mastocytes et libération de médiateurs chimiques tels que l'histamine, mais on sait que de telles réactions peuvent être développées indépendamment de facteurs immunologiques, c'est-à-dire sans liaison d'antigènes à des anticorps spécifiques IgE sur la paroi mastocytaire. On ne peut affirmer d'ailleurs, à l'heure actuelle, l'existence d'une immunoglobuline IgE antitartrazine spécifique, car les quelques travaux dans ce sens laissent une certaine équivoque. De plus, il est possible que la réaction immunologique à la tartrazine implique des

immunoglobulines d'une classe autre que l'IgE, notamment l'IgD, voire l'IgM ou l'IgG. Certains auteurs ont aussi noté qu'au cours des réactions à la tartrazine quelques constituants sériques variaient comme la bradikinine et le facteur Hageman, de même qu'il y avait une inhibition de la synthèse des prostaglandines. Il est donc difficile d'avoir une idée exacte du mécanisme en jeu et même de déterminer s'il existe réellement un mécanisme général.

Les études cliniques soulignent aussi la sensibilité croisée à l'aspirine et à la tartrazine ce qui, au-delà d'aspects épidémiologiques permet d'amorcer une explication du mécanisme d'action : en effet, l'intolérance à l'aspirine est induite par une inhibition de la synthèse de prostaglandines suggérant ainsi que les réactions à la tartrazine pourraient dépendre d'un phénomène analogue. (Debache, 1990)

### 3.3.5. Les colorants alimentaires et l'hyperactivité :

La consommation de certains colorants alimentaires artificiels (E110, E112, E124, ...) et l'agent de conservation acide benzoïque (E211) qui sont ajoutés aux boissons, bonbons et aliments préparés peut causer des comportements hyperactifs chez les enfants.

Les chercheurs ont testé des colorants et l'acide benzoïque chez des enfants de trois, sept et huit ans avec une méthodologie "en double aveugle" avec placebo (un groupe reçoit les produits testés, un groupe de comparaison reçoit un produit inactif -le placebo-, les participants ne savent ce qu'ils reçoivent).

Aucun des enfants participant à la recherche ne souffrait d'un trouble de déficit de l'attention avec hyperactivité. Après avoir consommé un mélange contenant une quantité d'additifs équivalente à celle que les enfants peuvent prendre en moyenne quotidiennement pendant une semaine, plusieurs devenaient turbulents, manquaient de concentration et étaient plus impulsifs.

La recherche montrait un lien entre ces produits et des problèmes tels qu'une moins bonne concentration, de l'hyperactivité ainsi que des réactions allergiques. [18]

### 3.4. Les émulsifiants :

Le comportement physico-chimique des émulsifiants constitue un élément d'étude pour la toxicologie ; en effet, ces composés qui sont des lipides polaires ont un caractère amphipathique plus au moins marqué selon le rapport des forces entre le pôle hydrophile le pôle hydrophobe ; ils possèdent une capacité d'hydratation de leur partie polaire qui est à la base de gonflement, tandis que leur partie non polaire reste jointive ; cette propriété est à la

base de la constitution des membranes plasmiques dont la composition fait une large place à ce type de composés.

Dans ce contexte, les émulsifiants ont été souvent étudiés dans une optique de physiologie digestive ou de biochimie alimentaire ; une autre optique est celle de la sécurité alimentaire dans le contexte d'une utilisation de ces produits comme additifs. Ces deux optiques peuvent d'ailleurs se rejoindre pour assurer une meilleure compréhension des phénomènes et garantir ainsi une meilleure sécurité d'emploi.

### 3.4.1. Lécithines et glycérides d'acides gras :

En ce qui concerne les lécithines et les mono ou di-glycérides d'acides gras alimentaires, et comme il s'agit de composés naturellement présents dans l'alimentation, peu d'études toxicologiques ont été réalisées. Ce sont des composés "gras". Les seuls points susceptibles d'attirer l'attention sont la réactivité des lécithines et la nature des acides gras constitutifs. En effet, il a été noté que les lécithines (ou la choline) dans des conditions modélisées pouvaient être à l'origine de nitrosation en présence de nitrite de sodium, permettant d'aboutir à de la diméthylnitrosamine (dont on connaît les conséquences carcinogénétiques) ; d'autres travaux ont montré des effets hémolytiques de ces composés, mais ceci est lié à la caractéristique "émulsifiante" aboutissant à une modification de la tension superficielle faisant éclater les globules ; comme ces émulsifiants sont pratiquement hydrolysés dans le tube digestif, leur présence dans le sang ne peut être qu'une forme de transport particulière et donc à une dose peu inquiétante. Par ailleurs la nature des acides gras a été souvent analysée et parfois mise en cause, notamment quand il s'agit d'acides gras exclusivement saturés et que les animaux sont nourris exclusivement avec ces composés comme source alimentaire lipidique ; on note alors des effets sur la reproduction et des altérations pulmonaires qui sont probablement davantage le fait de l'absence d'acides gras insaturés (acides gras essentiels) que d'une toxicité réelle de l'additif.

Des problèmes analogues ont été relevés avec les esters acétique, lactique, citrique, tartrique des mono et diglycérides d'acides gras alimentaires. Ce sont des composés qui semblent assez facilement hydrolysés dans le tube digestif, si bien que leur métabolisme ultérieur est similaire à ce lui des autres glycérides ; il n'y a que la nature des acides gras qui peut être suspectée et qui a fait l'objet de controverses à la suite de régimes alimentaires à forte proportion en acétostéarine chez le rat ; La présence simultanée de vitamine E ou d'acides gras insaturés dans le régime efface les troubles observés au niveau de la reproduction. (Debache, 1990)

### 3.4.2. Esters de saccharose et d'acides gras ou de glycérides :

Ces substances (esters de saccharose et d'acides gras alimentaires ou sucresters ; esters de saccharose et de mono- et diglycérides d'acides gras alimentaires ou saccharoglycérides) sont constituées de diverses molécules de type alimentaire, mais le problème toxicologique réside dans la liaison ester particulière qui n'est pas rencontrée dans la nature sous cette forme ; d'après les quelques résultats disponibles, il semble que l'hydrolyse digestive ait effectivement lieu, permettant une utilisation non spécifique des constituants. Divers travaux de toxicologie nutritionnelle ont d'ailleurs confirmé la relative innocuité de ces composés à faible dose, c'est-à-dire dans ce cas, inférieure à 3 % dans le régime. La DJA globale de ces additifs est de 2,5 mg/kg p.c. (Shigeoka et al., 1984)

### 3.4.3. Dérivés de l'acide lactique :

L'acide stéaroyl-2-lactique et ses sels de sodium ou de calcium seraient hydrolysés par la lipase dans l'intestin, et les constituants seraient métaboliquement bien utilisés. Les études expérimentales chez le rat et le chien indiquent une assez bonne tolérance de ce type de produit, le tout étant d'être sûr que les voies métaboliques sont les mêmes chez l'homme. Si l'hydrolyse est totale, l'acide stéarique et l'acide lactique suivent un métabolisme habituel dans la mesure où la dose d'emploi ne déséquilibre pas le rapport des acides gras (DJA : 20 mg/kg p.c). (Debache, 1990)

### 3.4.4. Émulsifiants et physiologie digestive :

Comme il a été souligné précédemment, des émulsifiants participent aux phénomènes digestifs des lipides ; il s'agit là de propriétés normales et peut même ajouter que la présence d'émulsifiants est indispensable au bon déroulement de l'absorption des graisses alimentaires. Ce pendant, au-delà de ce contexte et parfois dans ces conditions sensiblement différentes, divers travaux expérimentaux ont mis en évidence un "effet", ou au contraire, une absence d'effets, des émulsifiants sur la physiologie digestive. A ce titre, deux sortes de travaux peuvent être rappelés ici : d'une part certains émulsifiants comme les tweens (esters de polyoxyéthylène sorbitane) sont utilisés dans les préparations pharmaceutiques ; d'autre part, si la présence de lécithine est indispensable dans le tube digestif pour l'absorption des graisses, l'augmentation de sa teneur (4 ou 5 fois plus) favorise réversiblement l'absorption des triacylglycérol au détriment du cholestérol.

Il ne s'agit donc pas de polémiquer sur la toxicité de tels produits dont la plupart sont largement répartis et dont la présence est souvent observée, avec des propriétés intéressantes.

La seule question relève des quantités ingérées, car il n'est pas du tout impossible qu'un accroissement d'émulsifiants dans le tube digestif n'entraîne une augmentation d'absorption de produits xénobiotiques ou naturels normalement pas ou peu absorbés. Peu de travaux ont été réalisés dans ce sens, mais il faut reconnaître que le risque n'est pas très grand avec les additifs, à condition que l'on continue à respecter le principe de la limite d'utilisation en cas de cumul ; à l'heure actuelle, il existe une convention, notamment pour les produits de pâtisserie portant à 10 g d'émulsifiants totaux le maximum pour 1 kg de produit fini. Les réserves à faire alors dans ce domaine concernent la pureté des produits et surtout la nature des acides gras constitutifs. (Debache, 1990)

### 3.5. Les épaississants et les gélifiants :

Les carraghénanes font partie des épaississants-gélifiants de nature chimique polyosidique et d'origine naturelle ; en fait, ce sont des produits obtenus par extraction aqueuse, éventuellement suivie d'une précipitation par le méthanol, l'éthanol ou l'isopropanol, à partir de certaines espèces d'algues rouges ; seuls les composés natifs, c'est-à-dire ceux n'ayant pas été hydrolysés et dont le poids moléculaire est compris entre 100 000 et 1 000 000 sont autorisés comme additifs alimentaires.

#### 3.5.1. Toxicocinétique des carraghénanes :

On a longtemps affirmé que les carraghénanes ingérés sont éliminés intégralement dans les fèces, sans modification majeure. Mais plusieurs travaux ont montré que, dans certaines conditions, une absorption partielle est possible. L'importance du phénomène varie d'une espèce animale à une autre : elle est plus grande chez le cobaye et le lapin que chez le rat, le porc et le singe. Elle dépend aussi de la forme d'administration : ainsi, l'introduction de carraghénanes dans l'eau de boisson en favorise l'absorption, par rapport à leur incorporation au régime. Mais c'est la taille des molécules qui est l'élément le plus déterminant : il semble que, pour chaque espèce animale, il existe un seuil du PM au-delà duquel l'absorption devient normalement négligeable.

Dans la mesure où, selon certains auteurs, les carraghénanes natifs seraient partiellement absorbés, c'est probablement après une dégradation de type hydrolytique, impliquant elle-même une modification de la flore intestinale qui ne pourrait se produire qu'avec le temps ; ce pendant, ce rôle n'est pas définitivement démontré. En outre, les difficultés auxquelles on se heurte dans l'analyse, ainsi que dans la détermination des distributions des PM des molécules administrées ou retrouvées dans les milieux biologiques, imposent la prudence dans les

conclusions que l'on peut tirer sur ce point des données de l'expérimentation animale et, bien évidemment, dans toute tentative d'extrapolation à l'homme. Enfin, il ne faut pas oublier que le passage direct de macromolécules à travers la muqueuse intestinale est possible chez le nouveau-né, et que l'on ne saurait l'exclure chez le sujet plus âgé. Normalement très réduit chez l'adulte normal, il est facilité par des altérations épithéliales d'origines diverses.

Les faibles quantités de carraghénanes absorbées sont prises en charge par le système réticulo-endothélial : on les trouve à l'état figuré dans les lysosomes des macrophages et dans les cellules de kuppfer. Une lente épuration de l'organisme est donc assurée par les systèmes spécialisés dans la détoxication.

En fait, l'une des limites à une bonne connaissance de la toxicococinétique est liée à la méthodologie analytique. Il faudrait développer une technique de mesures de ces molécules natives et de leur produit d'hydrolyse, de même qu'il faudrait développer des études avec des composés marqués. (Greer *et al.*, 1984)

### 3.5.2. Effets physiopathologiques des carraghénanes :

C'est seulement à des niveaux d'administration élevés (en général au moins 10 % dans l'eau de boisson ou dans les régimes) qu'à court, moyen ou long termes, ont été observés, chez les différentes espèces animales, des effets défavorables sur la croissance corporelle ou tissulaire, sur les constantes hématologiques et sanguines, ou sur la mortalité.

Par contre, dès la dose de 1 % dans le régime, les carraghénanes jouent un rôle de ballast, ils peuvent augmenter l'importance du bol fécal, surtout par élévation de son taux d'hydratation (selles molles) ; si l'administration est durable, le sujet compense sa perte hydrique en accroissant sa consommation d'eau. Il y aurait aussi exaltation du péristaltisme intestinal et accélération du transit digestif. Quant aux effets éventuels sur les sécrétions et les enzymes digestives, ils ont fait l'objet d'observations discordantes. Il ne paraît cependant pas exclu que les carraghénanes natifs, à dose suffisamment élevée, puissent perturber les activités des enzymes protéolytiques. Quant aux carraghénanes dégradés, leur activité antipeptique expliquerait selon certains auteurs leurs effets bénéfiques en cas d'ulcères gastriques ; mais d'autres n'ont pas observé cette activité chez l'homme.

Il se pourrait, par ailleurs, que les carraghénanes ralentissent la réabsorption des acides biliaires, ce qui expliquerait l'action hypocholestérolémiant que l'on leur attribue couramment.

Dans le domaine des effets des carraghénanes sur l'absorption digestive notamment celle du calcium, beaucoup de résultats sont incomplets et discordants et seraient à reprendre au niveau expérimental, de même qu'en ce qui concerne les minéraux et les vitamines.

A côté de ces manifestations peu ou pas spécifiques, les carraghénanes dégradés ont été décrits comme substances à effet ulcérogène au niveau du colon, même à des doses peu élevées (1 % dans le régime ou la boisson). Le rat, le lapin, le cobaye, le macaque sont sensibles, alors que la souris et le hamster semblent résistants. Chez le cobaye, le développement de l'ulcération se ferait par la médiation de la flore digestive, puisque les lésions n'apparaissent pas chez le sujet axénique, mais une intervention des macrophages présents dans la lamina propria pourrait expliquer aussi le phénomène. Chez l'homme, aucun phénomène de cette nature n'a été observé, même chez des individus en cure thérapeutique de carraghénanes dégradés à raison de 5 à 10 g par jour. [19]

En ce qui concerne des manifestations cancéreuses, (Rustia *et al.*, 1980) n'ont rien relevé chez le rat et le hamster alimenté à long terme avec des carraghénanes natifs à 5 % dans le régime. Mais quelques travaux donnent à penser que ces substances peuvent se comporter, dans certains cas, comme potentialisateurs ou comme inhibiteurs de tumeurs induites expérimentalement. Dans ce domaine, l'un des travaux qui ont eu le plus de retentissement est celui de (Watanabe *et al.*, 1978) qui ont signalé un nombre accru de tumeurs du colon sous l'effet de doses massives de carraghénanes (15 % dans le régime sec), chez le rat soumis à des injections d'azométhane ou à des instillations de méthylnitrosourée.

Des compléments de recherches sont souhaitables, notamment avec l'utilisation de doses plus modérées ; au cas où il s'avèrerait que ces substances peuvent sensibiliser l'organisme à l'induction de tumeurs, il serait utile de chercher si cette sensibilisation est due à un mauvais état des paroi digestives, ou si c'est une conséquence du pouvoir immuno-suppresseur observé par ailleurs.

Enfin, les carraghénanes natifs ont été décrits comme étant des immuno-suppresseurs, non seulement *in vitro*, mais aussi chez la souris, le rat, le lapin, le chien après une administration par diverses voies, ces effets se traduisent en particulier par une atteinte à la production d'anticorps, de l'hypersensibilité retardée et de l'immunité antitumorale. Ceci pourrait résulter d'un dommage des lymphocytes lié à la sécrétion des facteurs inhibiteurs par les macrophages préalablement activés par les carraghénanes.

Là aussi, des recherches complémentaires sont nécessaires pour confirmer ces effets, notamment lors de l'administration de petites doses qui semblent plus efficaces que des doses plus élevées, et pour analyser d'éventuels effets immuno-suppresseurs sur des lymphocytes. (Debache, 1990).

Produced with ScanTOPDF

# CHAPITRE III

## GESTION DES RISQUES LIES AUX ADDITIFS ALIMENTAIRES

Aujourd'hui, les additifs font partie intégrante de notre société de consommation et certains sont utiles. Mais la sécurité alimentaire et le principe de précaution nécessiteraient une réglementation beaucoup plus restrictive et rigoureuse.

La gestion des risques s'agit de proposer des solutions pour que le consommateur ne soit pas exposé à des doses pouvant entraîner une certaine probabilité d'effets indésirables.

### **1. Réglementation :**

L'utilisation des additifs alimentaires est strictement réglementée. Les mécanismes réglementaires varient quelque peu d'une région à l'autre (au niveau international-codex alimentarius, au niveau européen, au niveau national) mais ils ont tous l'objectif de garantir la sécurité des consommateurs en définissant le type d'additifs pouvant être utilisés, en quelle quantité, conditions et procédure d'autorisation, dans quel type de denrées et en employant quels moyens technologiques.

La législation communautaire sur les additifs alimentaires est basée sur le principe de la liste positive : seuls les additifs qui sont explicitement autorisés peuvent être utilisés. La plupart des additifs ne peuvent être utilisés que dans les quantités limitées dans certaines denrées alimentaires.

#### **1.1. Conditions d'autorisation :**

Pour être autorisé, un additif devra :

- Ne poser aucun problème d'innocuité
- Répondre à un objectif technologique suffisant
- Ne pas induire le consommateur en erreur
- Présenter un avantage ou un intérêt pour le consommateur (nutritif, augmentation de la durée de conservation, aide à la fabrication...). [20]

#### **1.2. L'évaluation de l'innocuité des additifs alimentaires au sein de l'Union**

**Européenne :**

Tout additif alimentaire doit avoir non seulement une utilité démontrée mais aussi avoir été l'objet d'une évaluation rigoureuse et minutieuse. Au sein de l'Union Européenne, l'ensemble des additifs alimentaires, doit être expertisé par le CSAH avant son utilisation.

Cette évaluation est basée sur l'analyse de l'ensemble des données toxicologiques disponibles, y compris les observations et les tests pratiqués sur des cobayes ou des volontaires.

Le seuil maximum de consommation d'un additif alimentaire, sans qu'il engendre le moindre effet toxique démontré, est défini à partir d'études expérimentales portant sur plusieurs générations d'animaux recevant l'additif dans leur alimentation. Ce seuil maximum est dénommé "dose sans effet nocif".

Titre de précaution supplémentaire, le seuil "dose sans effet nocif" est divisé par cent pour tenir compte des différences éventuelles à intégrer lors de l'extrapolation des données issues de l'observation animale à la valeur retenue pour les humains, et les variations de réactions individuelles chez les humains. Cette "dose journalière admissible" (DJA) fournit une large marge de sécurité et se réfère à la quantité d'additif alimentaire qui peut être absorbée dans l'alimentation, chaque jour et durant toute la vie durant, sans risque pour la santé. [21]

### 1.3. Procédure d'autorisation d'emploi d'additifs alimentaires :

Les demandes d'emploi des additifs alimentaires doivent être accompagnées d'un dossier établi en cinq exemplaires et adressées à la Direction de la répression des fraudes (Ministère chargé de l'Agriculture).

Le dossier doit comporter les informations suivantes :

- Nom et adresse du demandeur accompagnés de la désignation de la personne responsable du dossier.
- Désignation de la substance faisant l'objet de la demande :
  - nature de la substance ;
  - dénomination chimique usuelle ;
  - formule chimique brute et développée, exprimée selon les règles internationales de nomenclature chimique ;
  - dénomination commerciale, nom du fabricant et, le cas échéant, de l'importateur ;
  - critères d'identité et de pureté de la substance en indiquant la nature et le pourcentage des impuretés ;
  - dose journalière admissible ;
  - tout autre renseignement d'ordre physico-chimique que le demandeur estime utile d'apporter.
- Données relatives aux aliments auxquels la substance est destinée à être employée.

- Les références d'autorisation d'emploi dans les autres pays, avec indication des doses autorisées, des conditions particulières d'emploi et des aliments ou catégories d'aliments pour lesquels ont été délivrées ces autorisations (copies, lorsqu'elles existent, des documents officiels d'autorisation).
- Dans la limite du possible :
  - Une évaluation des quantités de substances absorbées par le consommateur en fonction des doses présentes dans l'aliment au moment de sa commercialisation et des quantités estimées ou connues d'aliments consommés.
  - information d'ordre statistique concernant les consommations des aliments concernés et, si c'est possible, dresser une évaluation de la consommation de groupes particuliers consommant de grandes quantités de la denrée concernée.
- toute information d'ordre physiologique, toxicologique ou nutritionnel obtenue sur l'animal ou l'être humain que le demandeur estime utile d'apporter. [20]

#### 1.4. L'adjonction d'additifs aux produits alimentaires :

L'utilisation d'additifs alimentaires est réglementée. Ainsi, une liste restreinte des additifs à utiliser est publiée par la Direction de la Répression des Fraudes.

L'adjonction d'additifs aux produits suivants n'est pas tolérée :

##### ❖ **aux denrées alimentaires non transformées :**

- au miel
- aux huiles et graisses d'origine animale ou végétale non émulsionnées
- au beurre
- au lait à la crème pasteurisé ou stérilisé,
- aux produits à base de lait fermenté au moyen de ferments vivants, non aromatisé
- à l'eau minérale naturelle
- au café (sauf le café instantané aromatisé) et aux extraits de café;
- au thé aux feuilles non aromatisées,
- aux sucres;
- aux pâtes sèches
- au babeurre naturel, non aromatisé (à l'exclusion du babeurre stérilisé). [22]

### Les aliments pour bébé :

La Loi sur les aliments et drogues autorise l'ajout de très peu d'additifs dans les aliments et les préparations pour bébés. La lécithine et la carraghénine sont autorisées, ces agents émulsifiants empêchant les ingrédients de se séparer. (Clark, 2005)

### **1.5. La commission du codex Alimentarius :**

La Commission du Codex Alimentarius met en œuvre le Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires dans le but de protéger la santé des consommateurs et d'assurer des pratiques loyales dans le commerce alimentaire :

#### **1.5.1. Étiquetage des denrées alimentaires :**

L'étiquetage des denrées alimentaires est le premier moyen de communication entre le producteur et le vendeur de denrées alimentaires d'une part, et l'acheteur et le consommateur d'autre part.

L'étiquette apposée sur les additifs alimentaires ne doit pas décrire ou présenter le produit de façon fautive, trompeuse, mensongère ou susceptible de créer une impression erronée au sujet de son caractère, à tous égards.

#### **1.5.2. Détails relatifs à l'additif alimentaire :**

- Le nom de chaque additif alimentaire présent doit être indiqué. Le nom doit être spécifique et non générique et doit indiquer la nature véritable de l'additif alimentaire, il faut employer le nom commun ou usuel; s'il n'en existe pas, un nom descriptif approprié doit être utilisé.
- Les additifs alimentaires avec un délai de conservation ne dépassant pas 18 mois porteront la date de durabilité minimale, indiquée au moyen d'expressions telles que: «se conserve jusqu'à ...».
- Il faut donner des indications précises sur la façon dont l'additif alimentaire doit être conservé et utilisé dans les denrées alimentaires.
- Le nom et l'adresse du fabricant, de l'emballleur, du distributeur, de l'importateur, de l'exportateur ou du vendeur de l'additif alimentaire doivent être déclarés.
- Le nom du pays d'origine d'un additif alimentaire doit être déclaré au cas où son omission serait susceptible de tromper le consommateur ou de l'induire en erreur.
- Il faudra mentionner sur l'étiquette si les additifs alimentaires ont été traités par des rayonnements ionisants.

- Les mentions doivent être rédigées dans une langue qui soit acceptable au pays où l'additif alimentaire doit être vendu.

### 1.5.3. Obligation d'information :

Le producteur ou l'utilisateur d'additifs alimentaires déjà autorisés est tenu de transmettre à la Commission toute nouvelle information scientifique ou technique et de communiquer sur demande les usages réels des additifs. Toute modification des méthodes de production ou des matières premières (notamment la taille des particules) engendre un additif différent nécessitant une nouvelle entrée ou une modification dans les listes communautaires. (Commission du Codex alimentarius, 2005)

## 2. principe de précautions :

Dans sa course effrénée due à son mode de vie, le consommateur est devenu « la poule aux œufs d'or » de l'industrie alimentaire qui dans ses divers laboratoires, a toutes les techniques modernes pour nous faire « rêver », avec des recettes prêtes à déguster, après juste « trois minutes », passées dans « l'indispensable » four à micro-ondes.

Ce même consommateur a encore moins le temps de lire la trop discrète liste des ingrédients, écrite en caractères minuscules sur des millions d'emballages, qui pèsent parfois plus lourds que l'aliment qu'ils contiennent.

Les personnes consomment encore plus et le « cycle infernal » continue, au risque de voir la santé de ces consommateurs innocents se dégrader plus ou moins rapidement et sans aucune méfiance de leur part. Fait encore plus grave : aujourd'hui des bébés naissent avec des traces de produits chimiques dans leur sang, il est alors grand temps de tirer la sonnette d'alarme ! Et de tout faire pour préserver la santé des générations les plus jeunes, car elles représentent notre avenir.

Il devient donc vital de toujours savoir ce que vous consommez en passant un peu de temps à lire la liste des ingrédients, même si elle est souvent bien cachée et qu'il faudrait vous munir d'une loupe pour la lire. Cette habitude vous permettra de savoir ce que vous achetez et de dépenser moins mais mieux, d'où l'importance ici de la célèbre citation : « Il vaut mieux prévenir que guérir ».

Nous avons le droit de savoir ce que contiennent nos aliments, nous avons le droit de choisir nos aliments et nous avons le droit de dire non et de refuser tout aliment qui pourrait être nocif pour notre santé ou celle de nos enfants. [23]

Les consommateurs peuvent notamment prendre les précautions suivantes :

- lire les étiquettes et choisir des produits qui ne contiennent pas plus de 3 additifs
- choisir, autant que possible, les produits les moins transformés industriellement (des ingrédients de base plutôt que des plats tout prêts)
- privilégier les produits labellisés Agriculture biologique car ils contiennent seulement une trentaine d'additifs autorisés. [24]

## 2.2. Les groupes à risque vis-à-vis les additifs alimentaires:

La grande variabilité individuelle liée aux facteurs génétiques, physiologiques et environnementaux, a pour conséquence des réactions très diverses aux toxiques et aux agents biologiques agresseurs.

Des catégories de population tels que les nourrissons de moins de 6 mois, les jeunes enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes ou qui allaitent, les immunodéprimés et les personnes ayant des conditions génétiques et physiologiques particulières seront selon les cas placées en situation favorable ou défavorable par rapport aux risques associés à un type d'alimentation. Ils devraient éviter ces additifs au maximum.

Pour ce qui est de la femme enceinte, il faut bien comprendre que tout ce que la future maman va avaler (voire même fumer ou se mettre sur la peau) atteindra plus ou moins rapidement l'enfant qu'elle porte.

Il est alors vital d'être extrêmement vigilant durant toute la période de la grossesse, ainsi que par la suite si la mère allaite son enfant. (Soubra, 2008)

## 2.3. Les alternatives à l'utilisation des additifs :

Il existe des alternatives à l'utilisation des additifs alimentaires mais les produits exempts d'additifs présenteront d'autres caractéristiques. Par exemple, ils pourraient se conserver moins longtemps, la présence de sucre (et non d'édulcorant) les rendent plus caloriques etc. Ainsi, il est possible de fabriquer une boisson rafraîchissante dont le goût sucré provient exclusivement du sucre,... mais une telle boisson sera nécessairement plus calorique. D'autre part, on ajoute toujours un agent conservateur aux crevettes épluchées faute de quoi elles seraient très rapidement avariées. L'alternative consiste à les acheter non épluchées, et à les éplucher soi-même. [25]

## Conclusion :

Les molécules ou familles de molécules sur lesquelles nous avons porté notre recherche bibliographique, dans le cadre de ce mémoire, ont été choisies parmi les 300 composés utilisables en alimentation humaine, pour les raisons essentielles suivantes :

- Elles ont fait l'objet de réévaluations récentes soit au plan national, soit au plan international,
- Elles permettent de bien poser les questions auxquelles les toxicologues de l'alimentation vont devoir s'employer à répondre dans les prochaines années.

Sur ce dernier point, l'examen des documents publiés au cours des ces dernières années par différentes instances chargées de codifier les modalités de l'expertise toxicologique, semble bien faire ressortir un consensus au niveau international. Les points sur lesquels l'effort de recherche va devoir porter plus particulièrement concernent :

- La connaissance des réactions qui peuvent se produire, dans l'aliment, entre ses différents composants et donc celle de la nature des molécules réellement ingérées par le consommateur,
- La mise au point de techniques permettant de détecter la potentialité allergène ou sensibilisatrice de certaines molécules et d'explicitier leur mécanisme d'action,
- La recherche, à l'aide de méthodes plus sensibles, des répercussions de l'ingestion des additifs, mais aussi des polluants et contaminants sur les processus de reproduction et sur le comportement de la descendance.
- La mise au point d'une batterie de tests rapides capables de détecter une potentialité carcinogène, mais aussi un pouvoir promoteur éventuel

La recherche du pouvoir promoteur des composés xénobiotiques présents dans les aliments doit en effet constituer une préoccupation majeure du toxicologue, car l'aliment est le vecteur idéal qui peut permettre l'expression du pouvoir promoteur de molécules qui sont ainsi absorbées régulièrement, à petites doses, pendant de longues périodes.

Un aspect essentiel qui a été souligné à plusieurs reprises dans cette recherche, concerne l'extrapolation des résultats de l'expérimentation animale à l'homme. Les difficultés de cette extrapolation conduisent souvent, aujourd'hui, à prendre quelques libertés avec le principe de la détermination de la DJA tel qu'il avait été posé par son promoteur.

Il était en effet admis à l'origine que les hygiénistes retiendraient, pour établir la DJA, les effets nocifs observés chez l'espèce la plus sensible au xénobiotique étudié. L'examen du dossier toxicologique des antioxydants, et en particulier des BHA et BHT, montre que ce principe n'est plus systématiquement appliqué, lorsque des conséquences comme l'atteinte pulmonaire provoquée par le BHT chez la souris ou la potentialité carcinogène du BHA sur la partie antérieure de l'estomac "forestomach" du rat ne se manifestent que chez une espèce animale qui présente des particularités vis-à-vis de l'homme.

Cette tendance est raisonnable, scientifiquement fondée, mais se heurte encore au niveau insuffisant de nos connaissances dans les domaines de la physiologie, de la biochimie et de la toxicologie clinique.

Enfin, si la précision de l'évaluation toxicologique des xénobiotiques présents dans nos aliments peut être améliorée, il conviendrait que, parallèlement, l'on puisse mieux apprécier leur niveau réel de consommation chez les populations et surtout chez les populations à risques. L'action des industriels de la chimie et de l'agro-alimentaire, des analystes et toxicologues, des épidémiologistes et des pouvoirs public doit converger dans cette direction.

## Bibliographie

### Livres et articles :



- **Alais. C., Linden. G., Mielo. L.,** 2008, « Les additifs».in biochimie alimentaire, 6ème éd. P : 241-251.paris : Dunod.
- **Aquatic Toxicology.** Vol 30, no 3, P 271-283
- **Béraud. J., Dorsainvil. E.,Tandeau. A.,** 2008. « Additifs alimentaires et auxiliaires technologiques».in microbiologie hygiène : bases microbiologiques, sous la dir.de Cristain carip, p.351-359.paris: Lavoisier
- **Clark. L.,** 2005. «L'innocuité des aliments pour bébés». Documentation, Vol. 22, no 4, p 2-3.
- **Combes. M., Haveland. N.,** 1982. « Mutagenicity studies of urine and faecal samples from rats treated orally with the food colourings brown FK and Red 2G». Food and Chemical Toxicology , Vol 22, no 8, P 593-597
- **Commission du Codex alimentarius, FAO/OMS,** 2005. Etiquetage des denrées alimentaires, rédigé par Filippo. Quatrième édition. Rome : codex alimentarius, 13 p.
- **Debache. R.,** 1990. «Les additifs». In Toxicologie et Sécurité des Aliments. p.247-277. Paris : Technique et Documentation-Lavoisier.
- **Edwards. C., Combes. D.,** 1984, Mutagenicity studies of urine and faecal samples from rats treated orally with the food colourings brown FK and Red 2G1984, vol. 22, n°8, pp. 593-597
- **Greer. W., Shomer. I., Goldstein. E., YAPHE . W.,** 1984. Analysis of carrageenan from *Hypnea musciformis* by using k and i- carrageenases and <sup>13</sup>C- N.M.R. Spectroscopy. Carbohydrate Research, vol 129, pp. 189 -196.
- **Hasegawa. Y., Ohkawa. Y., Nishi. N.,** 1984. «Does potassium sorbate induce genotoxic or mutagenic effects in lymphocytes? ». Toxicology in Vitro, Vol 24, no 3, P. 790-794
- **Hesser. J.E.,** 1984. toxicological aspects of dyes  
Allergologie et Immunologie Clinique. vol. 276 p. 491-508
- **Ito, N., Fukushima, S., Hagiwara, A., Shibata, M., Ogiso, T.** 1983. Carcinogenicity of butylated hydroxyanisole in F344 rats. *J. Natl. Cancer Inst.* Vol: 70:343-352.
- **Kada. T., Tsuji. K., Osawa. T.,** November 1974. «Formation of mutagens by sorbic acid-nitrite reaction: effects of reaction conditions on biological activities». Mutation Research /Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis, vol, 73, no 1, p.21-28

- **Lueck. J.**, 1980. « Molecular analysis of yeast population dynamics: Effect of sulphur dioxide and inoculum on must fermentation». *International Journal of Food Microbiology*, Vol, 41, no 3, Pages 169-175
- **Marino. K., Mitchel. H.**, 1972. Mixed-function oxygenase system components and antioxidant enzymes in different marine bivalves: Its relation with contaminant body burdens. **Moneret. D., Andre. L.**, 1983. «Asthme et intolérance aux benzoates». *Archives de Pédiatrie*, Vol 3, no 10, 1996, P 984-987
- **Moneret. D., Aubert. B.**, 1978. «Le risque de sensibilisation aux colorants alimentaires et pharmaceutiques», *Archives de Pédiatrie*, Vol 7, no 15. P, 139-142
- **Rustia. M., Shubik. p., Patil. K.**, 1980. Lifespan carcinogenicity tests with native carragenan in rats hamsters. *Cancer lett.*, vol: 11, pp. 1-10.
- **Shigeoka T., Izawa O, Kitazawa K., Yamauchi F., Murata T.**, 1984. Studies on the metabolic fate of sucrose esters in rats. *Ed. Chem. Toxicol.*, vol: 22, pp. 409-414.
- **Simon R.A.** 1984. Oral presentation given at the open meeting of the ad hoc review panel on the reexamination of the gras status of sulfiting agents held, Bethesda, M.D.
- **Sondergaard. D., Olsen. p.**, 1982. The effects of butylated hydroxytoluene (BHT) on the rat thyroid. *Toxicol. Letters*, vol: 10, pp. 239-244.
- **Soubra. L.**, 2008, «Évaluations scientifiques des risques toxiques liés à certaines substances chimiques (additifs alimentaires) et contaminants (mycotoxines)». Thèse pour obtenir le grade de Docteur, Paris, l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech), 198 p.
- **Stockes. J.D., Scudder. C.L.**, 1974. The effects of butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene on behavioural development of mice. *Developmental psychobiology*, vol: 7, pp. 343-350.
- **Takahashi. O., Higara. K.**, 1978 b. Dose – response study of hemorrhagic death by dietary butylated hydroxytoluene (BHT) in male rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, vol: 43, pp. 399-406.
- **Takahashi. O., Hiraga. K.**, 1978 a. Ef – fects of low levels of low levels of butylated hydroxytoluene on the prothrombin index on male rats. *Ed. Cosmet. Toxicol.*, vol: 16, pp. 475-477.
- **Vorhess. C.V., Butcher. R.E., Brunner. R.L., Soboika. T.J.** 1981. Developmental neurobehavioural toxicity of butylated hydroxyl toluene in rats. *Ed. Cosmet. Toxicol.*, vol: 19, pp. 153-162.
- **Vorhess C.V., Butcher R.E., Brunner R.L., Soboika T.J.** 1981. Developmental neurobehavioural toxicity of butylated hydroxyl toluene in rats. *Ed. Cosmet. Toxicol.*, vol: 19, pp. 153-162.
- **Watanabe. K., Reddy B.S., Wong. C.Q., Weisburger. J.H.**, 1978. Effect of dietary undegraded carragenan on colon carcinogenesis in F 344 rats treated with azoxymethane or methylnitrosourea. *Cancer Res.*, vol: 38, pp. 4427-4430.

- **Yoshimoto. M., Yamaguchi. M., Hatano. S., Watanabe. T., 1984.** configurational changes in rat liver nuclear chromatin caused by dyes. Ed. Chem. Toxicol., vol: 22, pp. 337-344

Produced with ScanTOPDF

## Site web :



- [1] Additif alimentaire. En ligne. < [http://sante-guerir.notrefamille.com/v2/services-sante/article-sante.asp?id\\_guerir=11628](http://sante-guerir.notrefamille.com/v2/services-sante/article-sante.asp?id_guerir=11628)>. Consulté le 04/03/2010
- [2] Additifs et arômes alimentaires. En ligne. <[http://www.cnrs.fr/inc/communication/images/imageschimietous/minidossiers/Additifs\\_alimentaires.pdf](http://www.cnrs.fr/inc/communication/images/imageschimietous/minidossiers/Additifs_alimentaires.pdf)>. Consulté le 21/01/2010
- [3] M el atyqy. Les additifs alimentaires. En ligne. <[http://www.azaquar.com/iaa/index.php?cible=gia\\_additifs\\_2](http://www.azaquar.com/iaa/index.php?cible=gia_additifs_2)>. Consulté le 04/03/2010
- [4] Société suisse de nutrition.2008, «les additifs». In feuille d'information sur les additifs alimentaires. En ligne. < [http://www.sge-ssn.ch/fileadmin/pdf/100ernaehrungsthemen/50inhaltsstoffe/Feuille\\_d\\_info\\_les\\_additifs.pdf](http://www.sge-ssn.ch/fileadmin/pdf/100ernaehrungsthemen/50inhaltsstoffe/Feuille_d_info_les_additifs.pdf)>. consulté le 16/01/2010
- [5] «les additifs alimentaires », En ligne. < [http://www.eufic.org/jarticle/fr/guide-alimentation-nutrition/additifs\\_alimentaires/expid/basics-additifs-alimentaires/?Lowres=1](http://www.eufic.org/jarticle/fr/guide-alimentation-nutrition/additifs_alimentaires/expid/basics-additifs-alimentaires/?Lowres=1)>consulté le 27/01/2010
- [6] EUFIC.12/2009. Quelques additifs alimentaires démystifiés. En ligne < <http://www.eufic.org/article/fr/nutrition/comprendre-alimentation/artid/Quelques-additifs-alimentaires-demystifies/?lowres=1>>consulté le 21/01/2010
- [7] Food today.12/2004.«Des produits à tout faire». In les additifs alimentaires. <<http://www.food.gov.uk/safereating/chemsafe/additivesbranch/emulsifiers> >. Consulté le 21/01/2010
- [8] «Définitions des Codes».12/12/2006. In aliment et nutrition. En ligne. <[http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/diction/dict\\_def\\_codes-fra.php](http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/securit/addit/diction/dict_def_codes-fra.php)>. Consulté le 06/03/2010

- [9] «Enzymes alimentaires». 04/03/2009. En ligne.  
<[http://www.azaquar.com/iaa/index.php?cible=gia\\_additifs\\_2](http://www.azaquar.com/iaa/index.php?cible=gia_additifs_2)>. Consulté le 06/03/2010
- [10] «Les édulcorants». En ligne.  
<[http://www.lediet.fr/new\\_dico\\_paragraphe.html?id1=8&id2=50](http://www.lediet.fr/new_dico_paragraphe.html?id1=8&id2=50) >. Consulté le 29/01/2010
- [11] «Additifs alimentaires : les ingrédients dangereux présents sur l'étiquette de vos aliments». In Additifs Alimentaires : informations. En ligne. < <http://www.danger-sante.org/category/additifs-alimentaires/>>. Consulté le 22/01/2010
- [12] Pascal Farcy. Les additifs alimentaires suspects pour la santé. En ligne. < [http://europa.eu/legislation\\_summaries/consumers/consumer\\_safety/l32042\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/consumer_safety/l32042_fr.htm)>. Consulté le 27/01/2010
- [13] «les additifs alimentaires ». En ligne. < [http://www.eufic.org/jarticle/fr/guide-alimentation-nutrition/additifs\\_alimentaires/expid/basics-additifs-alimentaires/? Lowres=1](http://www.eufic.org/jarticle/fr/guide-alimentation-nutrition/additifs_alimentaires/expid/basics-additifs-alimentaires/?Lowres=1)> consulté le 27/01/2010
- [14] Jean-Louis Multon, 2000. Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agroalimentaires. In FICHE DESCRIPTIVE. en ligne  
<[http://www.unitheque.com/medecine/Additifs\\_et\\_auxiliaires\\_de\\_fabrication\\_dans\\_les\\_industries\\_agroalimentaires-31902.html](http://www.unitheque.com/medecine/Additifs_et_auxiliaires_de_fabrication_dans_les_industries_agroalimentaires-31902.html)>. Consulté le 20/05/2010
- [15] Use of sulfites and metabisulfites for the manufacturing of cosmetic or pharmaceutical, in particular dermatological compositions having an inhibitory effect on melanogenesis or a skin whitening activity. En ligne. <<http://www.freepatentsonline.com/EP0887072.html>>. Consulté le 15/06/2010
- [16] Bernard Lepage. 2001. le bonheur est dans les antioxydants. In Nutra Canada, En ligne. <<http://www.lhebdomekinacdeschenaux.com/Societe/Environnement/2010-02-01/article-618446/Nutra-Canada,-le-bonheur-est-dans-les-antioxydants/1>>. Consulté le 19/05/2010
- [17] dávalos herrera alberto, 2004. phénoliques antioxydants dans la nature: l'élaboration de méthodes, de l'évaluation des biens et les premières études de biodisponibilité. en ligne. <[http://www.kriptia.com/fr/ciencias\\_tecnologicas/tecnologia\\_de\\_los\\_alimentos/antioxidantes\\_en\\_los\\_alimentos/1](http://www.kriptia.com/fr/ciencias_tecnologicas/tecnologia_de_los_alimentos/antioxidantes_en_los_alimentos/1) >. Consulté le 29/03/2010

[18] «Un lien clair entre additifs alimentaires et hyperactivité chez les enfants». En ligne. <http://www.psychomedia.qc.ca/pn/modules.php?name=News&file=article&sid=553>. Consulté le 08/06/2010

[19] Claude Y. GERBAULET. 1999. ELEMENTS DE NUTRITION. En ligne. <<http://pagesperso-orange.fr/cyag/nutrition/elements.htm>>. Consulté le 15/04/210

[20] Procédure d'autorisation pour les additifs, les enzymes et les arômes. 2009. En ligne. [http://europa.eu/legislation\\_summaries/consumers/product\\_labelling\\_and\\_packaging/sa0005\\_fr.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/sa0005_fr.htm). Consulté le 11/06/2010

[21] Food Today. 05/2001. L'évaluation de l'innocuité des additifs alimentaires au sein de l'Union Européenne <http://www.eufic.org/article/fr/Securite-alimentaire-qualite-aliments/additifs-alimentaires/artid/evaluation-innocuite-additifs-alimentaires-ue/>. consulté le 05/05/2010

[22] Nabil el alami. Utilisation des additifs alimentaires. En ligne. <<http://www.alwatan.ma/html/Guides%20PDF/Guides%20de%20l'investisseur/Agroalimentaire/Additif%20alimentaire.pdf>>. Consulté le 18/01/2010

[23] Corinne Gouget .2008. Additifs alimentaires Danger. En ligne. <<http://www.dgdiffusion.com/extraits/produits/9782911806698.pdf>>. Consulté le 29/01/2010

[24] Audrey. 2008. Tout savoir sur les additifs alimentaires. En ligne. <<http://www.campagnesetenvironnement.fr/mieux-reglementer-l-utilisation-des-produits-1233.html>>. Consulté le 16/03/2010

[25] FAC. 2009. Additifs. En ligne. <[http://www.dietetique.com.fr/index.php?option=com\\_content&view=article&id=35:les-additifs-alimentaires&catid=13&Itemid=34](http://www.dietetique.com.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=35:les-additifs-alimentaires&catid=13&Itemid=34)>. Consulté le 21/01/2010

### Liste des additifs alimentaires à éviter, par code :

- E102 Tartrazine
- E104 Jaune de quinoléine
- E110 Jaune orange "S"
- E122 Azorubine
- E123 Amarante
- E124 Ponceau 4R, Rouge cochenille A
- E127 Erythrosine
- E128 Rouge 2G
- E129 Rouge "Allura" AC
- E131 Bleu patenté V
- E132 Indigotine
- E133 Bleu brillant FCF
- E142 Vert brillant BS
- E150c Caramel ammoniacal
- E150d Caramel au sulfite d'ammonium
- E151 Noir brillant BN
- E154 Brun FK
- E155 Brun HT
- E161g Canthaxanthine
- E171 Dioxyde de titane
- E173 Aluminium
- E174 Argent
- E175 Or
- E180 Litholrubine-BK
  
- E210 Acide benzoïque
- E211 Benzoate de sodium
- E212 Benzoate de potassium
- E213 Benzoate de calcium
- E214 p-hydroxybenzoate d'éthyle
- E215 Ethyl p-hydroxybenzoate de sodium
- E216 p-hydroxybenzoate de propyl
  
- E217 Propyl p-hydroxybenzoate de sodium
- E218 p-hydroxybenzoate de méthyle
- E219 Méthyl p-hydroxybenzoate de sodium
- E220 Dioxyde de soufre
- E221 Sulfite de sodium
- E222 Sulfite acide de sodium
- E223 disulfite de sodium
- E224 disulfite de potassium
- E226 Sulfite de calcium
- E227 Sulfite acide de calcium
- E228 Sulfite acide de potassium
- E230 Biphényle
- E231 Orthophénylphénol
- E232 Orthophénylphénate de sodium
- E234 Nisine
- E235 Natamycine
- E239 Hexaméthylènetétramine
- E242 Dicarbonate de diméthyle
- E249 Nitrite de potassium
- E310 Gallate de propyle
- E311 Gallate d'octyle
- E312 Gallate de dodécyle
- E315 Acide érythorbique
- E316 Érythorbate de sodium
- E320 Butylhydroxyanisol (BHA)
- E321 Butylhydroxytoluène (BHT)
- E338 Acide orthophosphorique
- E339 Orthophosphates de sodium
- E340 Orthophosphates de potassium
  
- E341 Orthophosphates de calcium
- E380 Citrate de triammonium
- E385 Ethylènediaminetétracétate de calcium disodium (EDTA)
- E418 Gomme gellane
- E 420 Sorbitol
- E 421 Mannitol
- E431 Stéarate de polyoxyéthylène
- E432 Polysorbate 20
- E433 Polysorbate 80
- E435 Polysorbate 60
- E436 Polysorbate 65
- E442 Phosphatides d'ammonium
- E459 Bêta cyclodextrine
- E477 Ester de propane-1,2-diol d'acides gras
- E479b Huile de soja thermooxydée
- E491 Monostéarate de sorbitane
- E492 Tristéarate de sorbitane
- E493 Monolaurate de sorbitane
- E494 Monooléate de sorbitane
- E495 Monopalmitate de sorbitane
- E496 Polyéthylène glycol 6000
- E512 Chlorure d'étain II
- E520 Sulfate d'aluminium
- E521 Sulfate d'aluminium sodique
- E522 Sulfate d'aluminium potassique
- E523 Sulfate d'aluminium ammonique
- E541 Phosphate acide d'aluminium sodique
- E620 Acide glutamique

- E621 Glutamate monosodique
- E622 Glutamate monopotassique
- E623 Diglutamate de calcium
- E624 Glutamate d'ammonium
- E625 Diglutamate de magnésium
- E900 Diméthylpolysiloxane
- E905 Cire microcristalline
- E 950 Acésulfam-K
- E 951 Aspartame
- E 952 Acide cyclamique (cyclamates)
- E 954 Saccharine
- E 966 Lactitol
- E 967 Xylitol
- E1201 Polyvinylpyrrolidone
- E1202 Polyvinylpolypyrrolidone
- E1505 Citrate de triéthyle
- E1520 Propylène glycol

Produced with ScanTOPDF

**Liste des additifs alimentaires à éviter, par nom :**

- Acésulfam-K (E 950)
- Acide benzoïque (E210)
- Acide borique (E284)
- Acide cyclamique (cyclamates) (E 952)
- Acide érythorbique (E315)
- Acide glutamique (E620)
- Acide orthophosphorique (E338)
- Aluminium (E173)
- Amarante (E123)
- Argent (E174)
- Aspartame (E 951)
- Azorubine (E122)
- Benzoate de sodium (E211)
- Benzoate de potassium (E212)
- Benzoate de calcium (E213)
- Bêta cyclodextrine (E459)
- Biphényle (E230)
- Bleu brillant FCF (E133)
- Bleu patenté V (E131)
- Brun FK (E154)
- Brun HT (E155)
- Butylhydroxyanisol (BHA) (E320)
- Butylhydroxytoluène (BHT) (E321)
- Canthaxanthine (E161g)
- Caramel ammoniacal (E150c)
- Caramel au sulfite d'ammonium (E150d)
- Chlorure d'étain II (E512)
- Cire micro cristalline (E905)
- Citrate de triammonium (E380)
- Citrate de triéthyle (E1505)
- Dicarbonat de diméthyle (E242)
- Diglutamate de calcium (E623)
- Diglutamate de magnésium (E625)
- Diméthylpolysiloxane (E900)
- Dioxyde de soufre (E220)
- Dioxyde de titane (E171)
- Disulfite de potassium (E224)
- Disulfite de sodium (E223)
- Ethylènediaminetétracétate de calcium disodium (EDTA) (E385)
- Ethyl p-hydroxybenzoate de sodium (E215)
- Erythorbate de sodium (E316)
- Erythrosine (E127)
- Ester de propane-1,2-diols d'acides gras (E477)
- Gallate de dodécyle (E312)
- Gallate de propyle (E310)
- Gallate d'octyle (E311)
- Gomme gellane (E418)
- Glutamate d'ammonium (E624)
- Glutamate monopotassique (E622)
- Glutamate mono sodique (E621)
- Hexaméthylènetétramine (E239)
- Huile de soja thermooxydée (E479b)
- Indigotine (E132)
- Jaune de quinoléine (E104)
- Jaune orange "S" (E110) Rouge 2G (E128)
- Lactitol (E 966)
- Litholrubine-BK (E180)
- Mannitol (E 421)
- Méthyl p-hydroxybenzoate de sodium (E219)
- Monolaurate de sorbitane (E493)
- Monooléate de sorbitane (E494)
- Monopalmitate de sorbitane (E495)
- Monostéarate de sorbitane (E491)
- Natamycine (E235)
- Nisine (E234)
- Nitrate de potassium (E252)
- Nitrate de sodium (E251)
- Nitrite de sodium (E250)
- Nitrite de potassium (E249)
- Noir brillant BN (E151)
- Or (E175)
- Orthophénylphénol (E231)
- Orthophénylphénate de sodium (E232)
- Orthophosphates de calcium (E341)
- Orthophosphates de potassium (E340)
- Orthophosphates de sodium (E339)
- Phosphate acide d'aluminium sodique (E541)
- Phosphatides d'ammonium (E442)
- p-hydroxybenzoate de méthyle (E218)
- p-hydroxybenzoate de propyl (E216)
- p-hydroxybenzoate d'éthyle (E214)
- Polyéthylène glycol 6000 (E496)
- Polysorbate 20 (E432)
- Polysorbate 80 (E433)
- Polysorbate 40 (E434)
- Polysorbate 60 (E435)

- Polysorbate 65 (E436)
- Polyvinylpolypyrrolidone (E1202)
- Polyvinylpyrrolidone (E1201)
- Ponceau 4R, Rouge cochenille A (E124)
- Propylène glycol (E1520)
- Propyl p-hydroxybenzoate de sodium (E217)
- Rouge "Allura" AC (E129)
- Saccharine (E 954)
- Sorbitol (E 420)
- Stéarate de polyoxyéthylène (E431)
- Sulfate d'aluminium (E520)
- Sulfate d'aluminium ammonique (E523)
- Sulfate d'aluminium potassique (E522)
- Sulfate d'aluminium sodique (E521)
- Sulfite acide de calcium (E227)
- Sulfite acide de potassium (E228)
- Sulfite acide de sodium (E222)
- Sulfite de calcium (E226)
- Sulfite de sodium (E221)
- Tartrazine (E102)
- Tétraborate de sodium (E285)
- Tristéarate de sorbitane (E492)
- Vert brillant BS (E142)
- Xylitol (E 967)

**Abstract:**

Today, food additives are part of our consumer society, they are allowed in the first place to make food safe, easy to use and attractive. These are natural or synthetic substances added intentionally to food.

However, doubts hanging over the safety of many of these molecules. The only real risk is that of allergies or intolerances. Also, some additives are suspected to be carcinogenic when used improperly.

Food safety and risk management require precautionary principle and regulation more restrictive and stringent. Regulatory mechanisms differ somewhat from one region to another (internationally-Codex Alimentarius, the European level, national level) but they all aim to ensure consumer safety.

The label indicates the use of additives to give the consumer the opportunity to avoid certain additives.

**Keywords :**

*Food additives, consumer, risks, food security.*

Produced with Scantopdf

## الملخص:

اليوم ، المضافات الغذائية هي جزء من مجتمعتنا الاستهلاكي ، و هي مرخصة في المقام الأول لتجعل المواد الغذائية آمنة وسهلة الاستخدام وجذابة. هي عبارة عن مواد طبيعية أو اصطناعية تضاف بصفة مقصودة في المواد الغذائية. ومع ذلك ، الشكوك تخيم على سلامة الكثير من هذه المواد. الخطر الحقيقي الوحيد يتمثل في أعراض الحساسية . بعض هذه المضافات أيضا يشتبه أن تكون مسببة للسرطان عند استخدامها بشكل غير صحيح و مفرط.

سلامة الأغذية وإدارة المخاطر تتطلب إتباع نهج وقائي وأنظمة أكثر تقييدا وصرامة. الآليات التنظيمية تختلف إلى حد ما من منطقة إلى أخرى (هيئة الدستور الغذائي، على الصعيد الدولي، على الصعيد الأوروبي، المستوى الوطني)، لكنها تهدف جميعا لضمان سلامة المستهلك.

الملصق يشير إلى استخدام مواد مضافة لإعطاء الفرصة للمستهلك لتجنب بعض المضافات.

## الكلمات الرئيسية:

المضافات الغذائية. المستهلك. مخاطر. الأمن الغذائي