

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

### **1. DEFINITIONS**

Les additifs sont employés depuis le moment où l'homme a appris à cuisiner la viande et à utiliser le sel afin de préserver la viande ; ce moment peut être considéré comme le commencement de l'utilisation des additifs.

Aujourd'hui, près de 60% des additifs alimentaires consistent en des colorants, des agents d'aromatization et autres, augmentant l'attrait des denrées aux consommateurs. Les besoins d'amélioration des aliments et de leur préservation ont aussi augmenté l'utilisation des additifs. La croissance de la population mondiale et l'accroissement de la demande des aliments rendent l'utilisation des substances qui préservent la qualité des aliments et diminuent leur perte, d'une importance capitale.

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutées intentionnellement aux aliments pour exercer certaines fonctions technologiques spécifiques, par exemple pour colorer, sucrer ou contribuer à la conservation des aliments. La nomenclature distingue 27 classes d'additifs selon leurs effets technologiques sur l'aliment. (tableau 1)

Les principales sont :

- couleur** : les colorants permettent de renforcer la couleur d'origine de l'aliment ou d'en conférer une autre.
- conservation** : les conservateurs prolongent la durée de conservation des aliments en les protégeant des altérations dues aux micro-organismes et les anti-oxygènes prolongent la durée de conservation des aliments en les protégeant des altérations provoquées par l'oxydation.
- goût** : les édulcorants qui confèrent une saveur sucrée, les acidifiants, les correcteurs d'acidité modifiant ou limitant l'acidité ou alcalinité et les exhausteurs de goûts servant à masquer le goût originel en rehaussant une saveur en particulier.
- texture** et autres catégories

Plusieurs techniques sont à la disposition des industriels pour mettre au point des additifs :

- origine naturelle (extraction de végétaux au moyen de solvants)
- reconstitution de substance naturelle par synthèse
- modification de produits naturels
- additifs de synthèse

La plupart des additifs ne peuvent être utilisés que dans certaines denrées alimentaires et en quantité limitée.

**Tableau 1 catégories fonctionnelles des additifs alimentaires**

Catégories fonctionnelles	Définition
1. Régulateur de l'acidité	Additif alimentaire qui contrôle l'acidité ou l'alcalinité d'une denrée alimentaire
2. Antiagglomérant	Additif alimentaire qui réduit la tendance que peuvent avoir les composantes d'une denrée alimentaire à adhérer les unes aux autres
3. Antimoussant	Additif alimentaire qui empêche ou réduit la formation de mousse
4. Antioxydant	Additif alimentaire qui prolonge la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les altérations dues à l'oxydation
5. Agent de Blanchiment	Additif alimentaire utilisé pour décolorer des denrées alimentaires (mais pas la farine). Les pigments ne sont pas des agents de blanchiment

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

6. Agent de charge	Additif alimentaire qui leste une denrée alimentaire sans en modifier sensiblement la valeur énergétique
7. Agent de carbonation	Additif alimentaire utilisé pour apporter du dioxyde de carbone à une denrée alimentaire
8. Support	Additif alimentaire utilisé pour dissoudre, diluer, disperser ou modifier physiquement de toute autre façon un additif alimentaire ou un nutriment sans altérer sa fonction (et sans produire lui-même d'effet technologique) afin de faciliter sa manipulation, son application ou son utilisation de l'additif alimentaire ou du nutriment
9. Colorant	Additif alimentaire qui ajoute de la couleur à une denrée alimentaire ou rétablit sa couleur naturelle
10. Agent de rétention de la couleur	Additif alimentaire qui stabilise, retient ou intensifie la couleur d'une denrée
11. Émulsifiant	Additif alimentaire qui permet d'obtenir ou de maintenir un mélange uniforme à partir de deux ou plusieurs phases immiscibles contenues dans un aliment
12. Sel émulsifiant	Additif alimentaire qui, lors de la fabrication d'aliments transformés, arrange les protéines de manière à empêcher la séparation des graisses
13. Affermissant	Additif alimentaire qui rend ou garde les tissus des fruits ou des légumes fermes ou craquants, ou interagit avec des gélifiants de manière à produire ou à renforcer un gel
14. Exaltateur d'arôme	Additif alimentaire qui exalte le goût et/ou l'odeur naturelle d'une denrée alimentaire
15. Agent de traitement des farines	Additif alimentaire qui, ajouté à la farine ou à la pâte, en améliore la qualité boulangère ou la couleur
16. Agent moussant	Additif alimentaire qui permet de former ou de maintenir une dispersion uniforme d'une phase gazeuse dans un aliment solide ou liquide
17. Gélifiant	Additif alimentaire qui confère une certaine texture à l'aliment au moyen de la formation d'un gel
8. Agent d'enrobage	Additif alimentaire qui, lorsqu'il est appliqué à la surface externe d'un aliment, lui confère un aspect brillant ou le recouvre d'un revêtement protecteur
19. Humectant	Additif alimentaire qui empêche les aliments de se dessécher en combattant l'effet que peut avoir une atmosphère caractérisée par un faible degré d'humidité
20. Gaz de Conditionnement	Additif alimentaire gazeux, qui est introduit dans un conteneur pendant, durant ou après son remplissage avec une denrée alimentaire avec l'intention de protéger l'aliment par exemple de l'oxydation ou de l'altération
21. Agent de conservation	Additif alimentaire qui prolonge la durée de conservation des aliments en les protégeant contre les altérations dues aux micro-organismes
22. Gaz propulseur	Additif alimentaire gazeux qui permet d'expulser un aliment contenu dans un récipient
23. Agent levant	Additif alimentaire ou combinaison d'additifs alimentaires, qui dégage du gaz et, par-là même, augmente le volume d'une pâte
24. Séquestrant	Additif alimentaire limitant la disponibilité des cations
25. Stabilisant	Additif alimentaire qui permet de maintenir une dispersion uniforme de deux ou plusieurs composantes dans un aliment
26. Édulcorant	Additif alimentaire (autre qu'un sucre mono- ou disaccharide), qui confère un goût sucré à l'aliment
27. Épaississant	Additif alimentaire qui augmente la viscosité d'un aliment

## **2. EXIGENCES DE LA LEGISLATION ALIMENTAIRE**

Les additifs sont réglementés dans tous les systèmes juridiques selon le principe de l'autorisation, c'est-à-dire une interdiction totale sauf autorisation. Ainsi, les additifs ne peuvent être utilisés que s'ils sont expressément autorisés. L'approbation n'est accordée que s'il est prouvé qu'une substance et ses utilisations prévues ou prévisibles sont :

- Sans danger pour la santé
- Technologiquement nécessaire
- Pas trompeur pour les consommateurs

L'évaluation des additifs est un processus long et difficile, requérant un dossier aussi volumineux que celui nécessaire à la délivrance de l'autorisation de mise sur le marché d'un médicament : il faut démontrer aussi bien la nécessité d'utiliser un additif que l'efficacité pour le but recherché et l'absence de risque immédiat ou différé pour la santé. L'autorisation est accordée pour une dose et une catégorie de produits définis.

Avant son approbation, un additif doit être audité par des organismes d'experts neutres et indépendants en ce qui concerne sa tolérabilité, par exemple, le Comité mixte d'experts sur les additifs alimentaires (JECFA) de la FAO et de l'OMS pour le Codex Alimentarius (réunions à Rome et Genève) et l'Agence européenne de sécurité des aliments (EFSA) de la Commission européenne (Parme, Italie). Des institutions nationales telles que la Food Safety aux États-Unis (FDA) et l'Institut fédéral allemand pour l'évaluation des risques (BfR) ces comités coopèrent, si nécessaires, ils examinent et évaluent les études et la recherche des preuves concluantes, en ce qui concerne :

- Effets sur les organismes unicellulaires et les cultures cellulaires
- Le Comportement de la substance dans les aliments et dans le tube digestif
- Effets, excrétion et persistance dans le corps dans des tests d'alimentation à court terme
- Effets dose-dépendants sur les organes, les cellules, organites cellulaires et schémas enzymatiques sur périodes plus longues (généralement 90 jours)
- Réversibilité de ces effets par alimentation de certains animaux
- Test d'alimentation à long terme (généralement environ deux ans sur plusieurs générations) dans au moins deux espèces pour tester la cancérogénicité, effets mutagènes ou tératogènes
- Annonce préalable de tous les tests et présentation de tous les protocoles de test et d'alimentation

En considérant les risques que pourrait comporter au point de vue de la santé, l'addition de substances chimiques aux aliments, le Comité mixte de FAO et OMS, à établi, les principes généraux qui doivent régir l'emploi des additifs alimentaires. Ce Comité a convenu que :

**A-** L'emploi des additifs est admissible dans les cas suivants :

1. préservation des propriétés nutritives d'un aliment ;
2. amélioration de l'appétit à la conservation ou de la stabilité des aliments, sans toutefois que l'emploi des additifs conduise à délaisser les méthodes traditionnelles de conservation ;
3. augmentation de l'attrait des denrées pour les consommateurs, sans toutefois qu'il puisse en résulter une tromperie du consommateur, qui doit être informé par l'étiquetage de la présence d'un additif dans son aliment ;
4. amélioration technologique dans l'industrie alimentaire.

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

**B**-L'emploi des additifs doit être refusé dans les cas suivants :

1. pour dissimuler les effets techniques défectueux de fabrication et de manipulation ;
2. pour induire le consommateur en erreur ;
3. lorsqu'ils diminuent sensiblement la valeur nutritive d'un aliment ;
4. lorsque l'effet désiré peut être obtenu par des méthodes de fabrication économiquement et techniquement satisfaisantes.

L'emploi des additifs est fondé sur les trois principes suivants : l'innocuité, l'honnêteté et l'avantage pour le consommateur.

### ➤ **innocuité des additifs**

Il est indispensable que l'utilisation même prolongée d'un additif alimentaire ne présente aucun danger en regard de la santé de l'individu ou de la population. L'additif alimentaire doit être sans risque appréciable pour la consommation humaine. Dans tous les cas, même si l'on possède que quelques indications seulement mettant en doute l'innocuité d'un additif à la dose proposée, son utilisation sera de facto interdite.

### ➤ **Bénéfice pour le consommateur**

Pour satisfaire le deuxième principe, i.e. honnêteté, l'utilisation d'un additif alimentaire doit être efficace et ne doit pas donner lieu à des pratiques frauduleuses. Un additif ne peut pas servir pour tromper le consommateur palliant une défiance de la qualité de la composition de l'aliment.

L'utilisation d'un additif alimentaire doit apporter certains avantages, par exemple en améliorant ou en maintenant la valeur nutritive, en augmentant la quantité, la disponibilité ou la qualité d'un aliment ou encore, en accroissant son aptitude à être consommé.

Les besoins auxquels les additifs peuvent servir sont classifiés en quatre catégories :

1. Besoin économique : afin de prévenir les détériorations des aliments ou de faciliter et/ou de prolonger le transport ;
2. Besoin technologique : important en particulier pendant la production afin de la faciliter, et de permettre le développement de nouveaux aliments ;
3. Besoin nutritionnel : visant à restituer, i.e. à remplacer les nutriments perdus pendant la production, ou de supplémenter les aliments par des nutriments afin d'améliorer leur qualité ;
4. Besoin d'améliorer ou de maintenir l'apparence des aliments.

### **3. EVALUATION DU RISQUE POUR LE CONSOMMATEUR**

Un additif alimentaire fait l'objet d'une évaluation toxicologique particulièrement approfondie avant d'être autorisé à être utilisé dans une denrée alimentaire. L'examen des données toxicologiques par les divers organismes nationaux et internationaux, la détermination de la Dose Journalière Admissible (DJA) et les propositions de critère de pureté constituent les étapes principales pour l'emploi d'un additif.

1- Evaluation du risque et notion de DJA

L'évaluation du risque comprend 4 étapes :

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

- **L'identification du danger** qui permet d'identifier quels sont les effets indésirables pouvant être induits par la molécule considérée.
- **La caractérisation du danger** qui permet d'identifier les doses induisant les effets indésirables et surtout les doses sans effet indésirable. L'étape ultime de la caractérisation du danger est la détermination de la Dose Journalière Admissible ou DJA. La DJA est la quantité qu'un individu peut consommer tous les jours de sa vie sans courir de risque pour sa santé. Elle est déterminée à partir de la Dose Sans Effet ou DSE chez l'animal le plus sensible affectée de 2 facteurs de sécurité, l'un inter- spécifique (10) et l'autre intra-spcifique (10). Elle sera donc égale à la DSE divisée par 100, et sera exprimée en mg/kg pc /j. Les études toxicologiques chez plusieurs espèces de mammifères requises pour identifier la Dose Sans Effet toxique et proposer DJA sont les suivantes :
  - Toxicité subchronique : 1/10 durée de vie
  - Toxicité chronique : vie entière
  - Cancérogenèse
  - Etudes sur la reproduction
  - Etudes de tératogenèse

Pour les additifs alimentaires. Plusieurs types de DJA peuvent être fixés en complément de la DJA classique, ci-dessus décrite.

**DJA temporaire** : On peut fixer une DJA temporaire en attendant que des données complémentaires soient fournies dans un délai déterminé. Cette mesure suppose que les données toxicologiques sont déjà suffisantes pour assurer la sécurité d'emploi de l'additif pendant la période d'application de la DJA temporaire.

**DJA sans limite ou non spécifiée** : ceci signifie que compte tenu des données chimiques, biochimiques et toxicologiques disponibles, la dose journalière totale de la substance, du fait de son ou de ses emplois aux concentrations nécessaires pour obtenir l'effet souhaité et de son niveau de fond admissible dans les aliments, ne constitue pas un danger pour la santé. Pour cette raison et pour les raisons indiquées lors des évaluations individuelles, l'établissement d'une DJA exprimée en mg/kg de poids corporel n'est pas jugé nécessaire.

**DJA non fixée** : cette conclusion correspond aux situations suivantes :

- aucun renseignement disponible quant à l'utilisation comme additif alimentaire,
- suppression de la DJA pour insuffisance de données toxicologiques ou renseignements complémentaires demandés non fournis.
- absence d'informations suffisantes pour démontrer l'innocuité ou de normes appropriées.

#### **4. IMPACT SUR LA SANTE ET ASPECT TOXIQUE DES ADDITIFS ALIMENTAIRES**

Parmi tous les aliments, rares sont ceux qui ne contiennent pas de colorants (naturels ou synthétiques). Or, l'absorption de ceux-ci n'est pas toujours sans conséquences pour notre santé. En effet, certains sont responsables d'intolérances. D'autres sont mutagènes et gèno-toxiques donc on déduit que ces derniers sont la cause de deux genre de pathologie Les additifs sont en grande partie des haptènes, c'est-à-dire de petites molécules qui deviennent

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

immunogènes après couplage à une protéine porteuse. Ils ont longtemps défrayé la chronique avec le glutamate et le syndrome du restaurant chinois ou les sulfites et l'allergie au vin. Ces réactions sont en fait assez rares. Chez le chien, ces allergies ne sont que suspectées (bisulfite de sodium, glutamate de sodium, colorants azoïques, nitrite de sodium, BHA/BHT, épices, alginate de sodium, gommes végétales, propylène glycol, éthoxyquine). (tableau 2).

### **a. Colorants alimentaires**

Les additifs de couleur normalement naturels produisent rarement des effets indésirables, mais il a été constaté que les couleurs naturelles produisent également de nombreux dysfonctionnements physiologiques dans le corps. Une étude a suggéré que les personnes souffrant d'œdème de Quincke et d'urticaire présentaient diverses réactions allergiques contre le carotène et la canthaxanthine. Un colorant à base de carotène, l'Annatto, a également été signalé dans le choc anaphylactique et a confirmé la présence d'un anticorps IgE spécifique de l'Annatto. Certains autres colorants comme le safran, le carmin, la curcumine et l'énocianina (extrait de peau de raisin) ont également été signalés pour des anticorps IgE spécifiques contre ces colorants. De l'asthme, de l'urticaire et une hypersensibilité ont été signalés en 1959 en raison de l'utilisation de colorantes anilines tartrazine, un colorant artificiel. Une autre étude a également montré que ces substances colorantes peuvent provoquer des migraines, une vision trouble, des démangeaisons, une rhinite, une suffocation, une faiblesse, une sensation de chaleur, des palpitations, un prurit et de l'urticaire.

Le bleu brillant FCF utilisé dans certains produits laitiers, sucreries et boissons a été interdit dans la plupart des pays européens en raison de son effet cancérigène démontré lors d'une étude sur les tumeurs induites par le goudron chez le rat. Le FCF vert rapide, qui donne une couleur verte aux pois verts, aux légumes, au poisson, aux desserts, aux mélanges de boulangerie secs et aux sauces, a montré des aberrations chromosomiques chez la souris et une inhibition de la libération des neurotransmetteurs chez le rat après absorption dans les intestins. L'indigotine, utilisée comme matière colorante dans les comprimés et les gélules, l'enrobage, les glaces, les confiseries, les biscuits, les bonbons et certains produits de boulangerie, s'est révélée être une allergène, comme l'asthme professionnel.

### **b. Antioxydants**

Les antioxydants naturels et synthétiques sont utilisés dans l'industrie alimentaire pour prolonger la apparence et durée de conservation des denrées alimentaires. Antioxydants naturels comme la vitamine C, la vitamine E, et quelques épices et herbes comme l'origan, le basilic, le romarin, le poivre, la muscade, la cannelle, et le thym sont utilisés normalement tandis que les antioxydants synthétiques, qui sont principalement phénoliques dans la nature, comme l'hydroxyl anisole butylé, l'hydroxyl toluène butylé et le gallate de propyle, sont utilisés en raison de leur grande disponibilité et de leurs bonnes performances. Diverses études suggérées que l'utilisation prolongée d'antioxydants synthétiques peut produire diverses maladies ou troubles physiologiques comme l'asthme, les douleurs articulaires, la dermatite et les problèmes d'estomac et des yeux. Parfois l'obésité, urticaire et transpiration excessive ont également été signalées. Une étude basée sur l'homme de l'hydroxyl anisole butylé et l'hydroxyl toluène butylé ont signalé une rhinite, des maux de tête, l'asthme, les maux de dos, la diaphorèse ou la somnolence. Une autre étude chez le rat, la souris, le porc et le singe ont montré une cancérogénicité du foie. Certains

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

antioxydants synthétiques produisent des métabolites toxiques après traitement thermique de denrées alimentaires, comme les gallates, qui se décomposent au-delà de 148 C°.

### **c. Édulcorants**

Les édulcorants naturels sont des glucides obtenus à partir de légumes, d'arbres, de graines, de racines et des noix. Les édulcorants naturels couramment utilisés sont le miel, la mélasse, le sirop d'érable, la noix de coco sucre, nectar d'agave, sucre de datte et xylitol. Les édulcorants artificiels comprennent des substituts de glucides qui remplacent les édulcorants naturels dans les boissons et les aliments en raison de leur très faible ou aucune valeur énergétique et disponibilité rentable avec une valeur édulcorante plus élevée que naturelle des édulcorants. Les édulcorants artificiels sont largement utilisés dans la cuisson, les boissons gazeuses, les bonbons, les aliments en conserve, en poudre mélanges à boisson, confitures, pudding, produits laitiers et gelées. Selon la FDA, le cinq principaux édulcorants artificiels sont l'aspartame, le néotame, la saccharine, l'acésulfame potassium, et sucralose. Une étude sur la saccharine a montré sa forte association avec la leucémie, le lymphome et myélome chez l'homme et cancer de la vessie chez le rat. Une étude combinée de la toxicité des cinq Les édulcorants artificiels approuvés par la FDA ont été conduits sur des lignées cellulaires du côlon et du rein et les résultats indiquent que les cellules du côlon sont plus sensibles que les cellules rénales aux édulcorants artificiels tandis que la saccharine et le sucralose causent plus de dommages à l'ADN. Dans deux autres études, les sucres artificielle ont potentialisé les effets du diabète de type 2.

L'exposition des souris transgéniques à l'aspartame augmente le risque de cancer. Chez la souris. L'acésulfame-k assimilé par l'organisme n'a pas été métabolisé mais se transforme en l'acétoacétamide, qui est toxique pour le corps. Le sucralose est excrété dans les fèces et seulement 11%, 27% est absorbé par l'intestin, filtré par le rein, et excrété par l'urine. Selon la FDA, il est sans danger pour l'homme, mais une étude suggère qu'à des doses plus élevées, des altérations neurotoxiques sont induites par le sucralose .

Le cyclamate, un édulcorant synthétique, est métabolisé par les bactéries de l'intestin en cyclohexylamine, qui produit une toxicité.

Le néotame subit une hydrolyse par l'enzyme estérase et produit du néotame et du méthanol désestérifiés. Le 3 -3 groupe diméthyl butyle du néotame désestérifié bloque les peptidases et entraîne une diminution de la production de phénylalanine à l'inhibition de la rupture de la liaison peptidique entre l'acide aspartique et le fragment la phénylalanine.

### **d. Conservateurs alimentaires**

Les conservateurs sont généralement des acides organiques faibles comme l'acide acétique, l'acide benzoïque, l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide sorbique et l'acide propionique. Les conservateurs ne se dissocient pas complètement et n'acidifient pas le cytoplasme, ce qui altère les fonctions de la membrane et entraîne une perturbation du transport des nutriments, entraînant la mort du microbe. Les conservateurs alimentaires lorsqu'ils sont utilisés pendant une plus longue durée peuvent entraîner des maux de tête, une perte progressive de concentration mentale et une faible réponse immunitaire. L'utilisation à long terme de ces additifs peut augmenter le risque de maladies cardiovasculaires et dégénératives et parfois de cancer. Certains conservateurs synthétiques provoqueraient des problèmes respiratoires, des réactions allergiques, un choc anaphylactique et diverses autres

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

complications de santé. L'acide borique est utilisé comme conservateur alimentaire à une concentration de 4 g / L, mais il a été déclaré toxique pour la santé humaine car il supprime la libération de sperme par les testicules et réduit la fertilité en abolissant la synthèse d'ADN dans les spermatozoïdes. Il a été rapporté que le vinaigre provoque des lésions œsophagiennes, une hypokaliémie, une ostéoporose et une hyperréninémie lors d'une exposition à long terme. On a signalé que les sulfites provoquaient des allergies, des palpitations cardiaques, des maux de tête et un cancer. Les nitrates et les nitrites se transforment en acide nitreux après digestion avec des aliments et sont suspectés de précipiter le cancer de l'estomac. Les benzoates sont également suspectés d'asthme, d'éruptions cutanées et d'allergies, et les sorbates sont suspectés de provoquer de l'urticaire et de la dermatite

### **e. Agents aromatisants**

Certains aromatisants comme la 2-éthyl 4, 5-diméthylthiazoline était très toxique en raison du cycle thiazole dans la fraction structurale de la coenzyme pyrophosphate de thiamine. Cette coenzyme participe au transfert et à la formation de la dégradation des aldéhydes et des cétoles. Les thioesters de furane et deux autres esters, le carboxylate d'éthyle et de méthylhexane ont également montré une toxicité grave. Certains aromes, dont la fraise, la vanille, le chocolat, le tutti-frutti et les biscuits ont un potentiel cytotoxique, génotoxique et mutagène, certaines études ont signalé une altération du nombre de cellules polychromatiques ou immatures dans la moelle osseuse, une réduction de l'érythropoïèse et une production érythrocytaire micro nucléée. Une autre étude a rapporté que le benzoate de potassium, le benzoate de sodium et le nitrate de potassium étaient génotoxiques et cytotoxiques pour les cellules sanguines périphériques humaines. Il a été rapporté que l'acide borique, le citrate de sodium et de potassium et l'acide citrique étaient génotoxiques et cytotoxiques dans le tissu méristématique des racines d'*Allium cepa*. Les complexes aromatisants naturels sont obtenus à partir de pulpe, d'écorce, de feuille, de bourgeon, de fleurs, d'écorce ou de légumes en utilisant diverses méthodes de transformation, et il est nécessaire d'évaluer leur toxicité.

### **f. Émulsifiants**

Les émulsifiants sont utilisés pour améliorer la texture des aliments transformés et pour prolonger la prévention de la séparation des mélanges. Les émulsifiants sont principalement utilisés dans les sauces crémeuses, bonbons, glaces, margarine, pâtisseries et mayonnaise. Le plus utilisé des émulsifiants sont le polysorbate-80 et la carboxyméthylcellulose dans diverses préparations.

Au cours des études de toxicité pharmacologique, ces émulsifiants ont montré une toxicité comme une perturbation des bactéries intestinales, des réponses immunitaires retardées, l'obésité et le syndrome du côlon irritable.

Une autre étude a montré que les émulsifiants favorisent la translocation bactérienne dans laquelle les bactéries se déplacent à travers les cellules épithéliales et finalement la maladie de Crohn se produit.

Augmentation de la perméabilité de l'intestin par laquelle les bactéries intra-macrophages comme *Escherichia coli* envahit et entraîne la formation d'abcès, de granulomes et de fistules. Une recherche récente a également suggéré que les émulsifiants favorisent l'inflammation de bas grade, qui altère le microbiote de l'intestin et fournit des conditions suffisantes pour développer une maladie inflammatoire de l'intestin ou cancer colorectal.



## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

### **g. Acidifiants et régulateurs d'acidité**

Les acidifiants sont principalement utilisés dans les boissons gazeuses, la gelée, les bonbons, les confitures, les bonbons, les nutriments cuits au four, nourriture aux fruits et marmelade. Diverses études ont suggéré que ces additifs présentent des types de toxicité. L'acide acétique, utilisé comme acidifiant, a été signalé comme provoquant des allergies, des douleurs buccales, des réactions épidermiques, une acidose et une insuffisance rénale avec réduction de l'efficacité de la coagulation. L'acide citrique, un acide largement utilisé régulateur, est signalé pour la toxicité des cellules dentaires, les changements nécrotiques dans les hépatocytes, le décrétement de la chromatine et incrément de la production d'érythrocytes micronucléés. Une autre étude indique que l'acide citrique potentialise les abrasions chromosomiques et diminue l'indice mitotique

### **h. Agents moussants**

Les agents moussants physiques et chimiques sont utilisés pour produire de la mousse. Chlorofluorocarbures et les hydrocarbures à bas point d'ébullition sont appelés agents moussants liquides. Le dioxyde d'azote et de carbone sont considérés aussi comme gaz moussant.

Généralement, deux types de complications sont associés à un moussage excessif dans les processus biologiques. L'agent moussant augmente le volume liquide des bioréacteurs, ce qui diminue les concentrations de biocatalyseurs et la performance des cellules. La formation de mousse est également associée aux protéines et aux enzymes de dénaturation, ce qui augmente le vieillissement dans les cellules. Le bicarbonate de sodium se décompose à 140 C° et produit du dioxyde de carbone et de l'eau, utilisé avec de l'acide citrique ou du citrate de sodium comme mousse mais peut entraîner une hypertension légère en raison d'une augmentation de la concentration de sodium dans le corps.

### **i. Agents gélifiants**

Normalement, les hydrocolloïdes sont utilisés comme agents gélifiants pour conférer une amélioration de la qualité et augmenter la durée de conservation. Les gélifiants sont principalement utilisés dans la confiture, la gelée, la marmelade et les produits restructurés des aliments et ont également la capacité de changer la rhéologie des systèmes alimentaires comme le comportement d'écoulement et la texture . Dans certaines formulations, comme les soupes, les sauces, garnitures, sauces et vinaigrettes, ces agents sont utilisés pour conférer de la viscosité et la sensation en bouche . Les études de toxicité des gélifiants ont montré qu'après une utilisation à long terme, ils peuvent être responsables d'une augmentation du poids du foie, des ganglions lymphatiques, et la rate. L'inflammation granulomateuse du foie et des cellules réticuloendothéliales une hyperplasie des ganglions lymphatiques mésentériques est également signalée

### **j. Humectant**

Les humectant sont principalement utilisés pour maintenir l'humidité dans les préparations. Couramment utilisé les humectants sont la glycérine et le propyl glycol. Les études de toxicité réalisées ont montré une maladie pulmonaire obstructive chronique et un cancer, mais n'étaient pas sûrs des résultats qui ont montré que ces conditions médicales sont dues au tabagisme ou aux humectants, comme conduite chez un animal exposé à la fumée.

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

### **k. Propulseurs**

Les propulseurs sont utilisés dans la préparation des aérosols, mais en raison de troubles cardiaques et réponses respiratoires rapportées chez les utilisateurs d'aérosols, leur utilisation était restreinte. Les hydrocarbures halogéné comme les chlorofluorocarbures ont été utilisés comme propulseurs car ils étaient inertes et à l'état liquide à basse pression. Résultats de FC11 dans le sang de 12 patients asthmatiques et le changement des fonctions cardiaques dans certaines études animales a incité le dépistage de la toxicité des propulseurs.

D'autres études ont rapporté que l'utilisation de propulseurs peut provoquer une hypotension, diminution du volume courant, de la bradycardie ou de la tachycardie. Une autre étude sur le fluoroalkane, qui est également utilisé comme propulseur dans les aérosols, l'a trouvé très toxique pour le cœur et produit un bloc auriculo-ventriculaire, une dépression des ondes T et une bradycardie sinusale induite par l'asphyxie). La liste détaillée des additifs alimentaires est résumée dans

**Tableau2 Usage et toxicité des additifs alimentaires**

<b>Classe de l'additif</b>	<b>Usage</b>	<b>Exemple</b>	<b>Effets toxiques signalés</b>
<b>Acidifiants</b>	Acidité, goût acide	-Hydroxyde d'ammonium, Sulfate de calcium, acide citrique, Diacétate de sodium	Gain de poids, acidité
<b>Régulateurs d'acidité</b>	Régulateur de pH	-Acide sorbique, -Acide acétique, -Acide benzoïque - Acide propionique, -Acide citrique	Aberration chromosomique, mutation, toxicité des cellules dentaires
<b>Agents antiagglomérant</b>	Abaisse l'adhérence des molécules	-Ferrocyanure de sodium et- Ferrocyanure ferrique -Silicate de calcium, -Aluminosilicate de sodium	Toxicité neuronale
<b>Agent anti-mousse</b>	Prévient la formation des mousses	Fluides silicone	-neurotoxiques, -lésions focales, - collapsus pulmonaire, -hémorragie
<b>Antioxydants</b>	Protection de la détérioration	Origan, basilic, romarin, poivre, muscade, cannelle et thym, BHA (hydroxyanisole butylé), BHT (hydroxytoluène butyl) et propyle gallate	Asthme, douleurs articulaires, dermatite, estomac et problèmes oculaires
<b>Colorants</b>	Coloration des aliments	Érythrosine, Tartrazine, Jaune de quinoléine, Carmosine	Hyperactivité, asthme, migraine, maux de tête, dommages à l'ADN, Cancer
<b>Réteneurs de couleur</b>	Stabilisateur de couleur	Acide ascorbique	Vieillessement, cancer
<b>Emulsifiants</b>	Uniformité de mélanges	Polysorbate-80 et carboxy méthylcellulose	Perturbation des bactéries de l'intestin, obésité et syndrome du côlon irritable
<b>Exhausteurs de saveur</b>	Renforcement de goût et Couleur	Glutamate monosodique, aspartame, acésulfame K, saccharine,	Cancer, Dommages à l'ADN, Anomalies fœtales, Tumeurs des poumons

## **Toxicologie et Sécurité Microbiologique des Aliments / Additifs alimentaires**

<b>Agents moussant</b>	Dispersion uniforme	-Lauryl éther sulfate de sodium Lauryl sulfate d'ammonium, -Bicarbonate de sodium	-Inactive les enzymes, -Vieillessement
<b>Agents gélifiant</b>	Formation de gel	Norsorex	Génotoxicité
<b>Agents de vitrage</b>	Donner du brillant à la surface	Acide stéarique, cire d'abeille, Cire de candelilla	Augmentation du foie, Lymphé mésentérique Rate, Cellule réticuloendothéliale Hyperplasie
<b>Humectants</b>	Prévention du séchage	Glycérine, propylène glycol	-Inflammation interstitielle chronique -Métaplasie squameuse -Formation de la gale
<b>Préservatifs</b>	Prévention de la croissance des micro-organismes	Benzoate de sodium, Sodium métabisulfite,, Nitrate de potassium, Benzoate de calcium et Acide benzoïque	Asthme, Neurotoxicité, Cancérogène, Anomalies fœtales
<b>Propulseurs</b>	Aident à expulser la nourriture de son récipient	Fréon 11, Fréon 12, Dichloro-tétra-fluoroéthane	Toxicité Cardiaque et respiratoire
<b>Édulcorants</b>	Substances Sans sucre qui donnent goût sucré t	Aspartame, Néotame, Saccharine, Acésulfame et Sucralose	Leucémie, lymphome, myélome, cancer