

DOSSIER SCIENTIFIQUE DE L'IFN

N° 10

LES ADDITIFS

Septembre 1998

LISTE DES AUTEURS

Monsieur Gérard BRIGAND	SKW BIOSYSTEMS Centre de Recherche 50500 BAUPTE
Madame Catherine CHAUMONTET	INRA Domaine de Vilvert 78350 JOUY-EN-JOSAS
Monsieur Philippe GUION	ORSAN-AMYLUM France 43-47 Avenue de la Grande Armée 75782 PARIS CEDEX
Monsieur H. HOELLINGER	CNRS UMR 1772 Physico-chimie et Pharmacologie Institut Gustave Roussy Pavillon de Recherche N° 2 39 Rue Camille Desmoulin 94805 VILLEJUIF CEDEX
Monsieur Hubert LEROUX	DANISCO INGREDIENTS 5 rue Jean d'Alembert Parc d'activités Pissaloup 78190 TRAPPES
Monsieur Philippe MANCHON	66 Rue Labrouste 75015 PARIS
Madame Paule MARTEL	INRA Domaine de Vilvert 78350 JOUY-EN-JOSAS
Monsieur Hervé NORDMANN	NUTRASWEET Innere Guterstrasse 2-4 CH-6304 ZUG Suisse
Monsieur Gérard PASCAL	CNERNA 16 Rue Claude Bernard 75231 PARIS CEDEX 05
Monsieur Robert RIZZOTTI	SKW BIOSYSTEMS Centre de Service Alimentaire 50500 BAUPTE

Monsieur Georges de SAINT-BLANQUAT Université Bordeaux I
Département Universitaire des Sciences d'Agen
Avenue Michel Serres
47000 AGEN

Madame Claire SERVOZ DGCCRF
Bureau H 2
59 Boulevard Vincent Auriol
Télédoc 051
75703 PARIS CEDEX 13

Monsieur Philippe VERGER Observatoire des Consommations Alimentaires
CNERNA
16 Rue Claude Bernard
75231 PARIS CEDEX 05

AVANT-PROPOS

Le dixième fascicule des **Dossiers Scientifiques de l'Institut Français pour la Nutrition** est consacré à un sujet d'une permanente actualité, aussi bien en termes scientifiques qu'en termes de controverses philosophiques ou commerciales. Il s'agit des **Additifs Alimentaires**.

A l'époque où un nouveau snobisme vante le retour massif à certaines pratiques agro-alimentaires du début du siècle, il est bon de rappeler que notre alimentation actuelle, diversifiée, d'un coût raisonnable pour tous, sécurisante sur le plan hygiénique aussi bien que nutritionnel, doit beaucoup aux additifs alimentaires et aux innovations technologiques. Ceux-ci permettent à tous les acteurs de la chaîne agro-alimentaire de fournir aux consommateurs des produits anciens bien conservés, des produits nouveaux attractifs, des produits exotiques en toutes saisons, de nouvelles saveurs, de nouvelles couleurs, etc... Contrairement à ce que l'on dit souvent, ces préoccupations ont dominé la nutrition depuis les siècles les plus lointains, du simple souci de conservation de la nourriture chèrement acquise, jusqu'au raffinement des palais les plus nobles. La nouveauté de notre époque est d'avoir mis ces additifs et ces technologies à la portée de tous, et d'avoir introduit, en supplément, des contrôles sécuritaires particulièrement drastiques à leur égard, ce qui est bien normal.

Comme ceux qui l'ont précédé, ce Dossier n'est pas une compilation sur le sujet. C'est un exposé, à la portée de tous, de l'histoire très ancienne des additifs, de leur justification technologique, de leurs principaux emplois, des exigences les concernant, des niveaux de leur consommation et de l'imposante réglementation internationale qui les surveille. Un jeu de questions-réponses complète intelligemment cet important travail de synthèse.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à tous les excellents spécialistes du sujet qui, sous la coordination de Georges de SAINT-BLANQUAT, ont contribué à fournir une information claire et objective à tous ceux qui la souhaitent, et même aux autres !

Professeur Pierre LOUISOT
Président de l'Institut Français pour la Nutrition

SOMMAIRE

I - INTRODUCTION ET HISTORIQUE.....	page 1
(HOELLINGER H.)	
II - JUSTIFICATION TECHNOLOGIQUE DES ADDITIFS	page 17
(GUION Ph.)	
1. Contexte réglementaire et administratif	page 17
2. Rôle(s) de l'additif : assurer la maîtrise de l'aliment	page 23
III - PRINCIPAUX EMPLOIS D'ADDITIFS	page 31
1. Les colorants à usage alimentaire (MANCHON Ph.).....	page 31
2. Les conservateurs (de SAINT-BLANQUAT G.).....	page 36
3. Les agents de texture :	
- Les épaississants, les gélifiants et les stabilisants (RIZZOTTI R., BRIGAND G.)	page 44
- Les émulsifiants (LEROUX H.)	page 50
4. Les édulcorants intenses (NORDMANN H.).....	page 61
5. Les antioxygènes (MARTEL P., PASCAL G., CHAUMONTET C.)	page 67
IV - ADDITIFS ET SECURITE ALIMENTAIRE (PASCAL G.)	page 81
1. Principes généraux d'utilisation et d'évaluation de la sécurité des additifs	page 81
2. Un peu d'histoire	page 82
3. Comment s'applique la notion de DJA.....	page 83
4. Quelques problèmes d'actualité concernant le concept de DJA.....	page 87
V - EVALUATION DE LA CONSOMMATION DES ADDITIFS	page 91
(VERGER Ph.)	
1. Evaluation internationale	page 91
2. Evaluation nationale	page 93
3. Correction des données de composition	page 98
VI - LES ADDITIFS ALIMENTAIRES - REGLEMENTATION	page 101
(SERVOZ C.)	
1. Définition.....	page 102
2. La réglementation communautaire	page 103
3. La réglementation nationale	page 108
4. Perspectives d'évolution	page 111
VII - QUESTIONS-REPOSES SUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES	page 115
ANNEXES.....	page 125
- Annexe 1 : Recommandations de la Commission de Technologie Alimentaire concernant la présentation des dossiers	page 125
- Annexe 2 : Liste des colorants alimentaires autorisés	page 129

I - INTRODUCTION ET HISTORIQUE

HOELLINGER H.

Les additifs alimentaires sont les outils indispensables et nécessaires des industries agro-alimentaires. Nulle autre catégorie de composés chimiques n'est, d'une part, aussi dépendante des besoins et demandes humaines et, d'autre part, à la fois tributaire et initiatrice d'avancées technologiques. C'est un domaine passionnant, complexe, bien souvent méconnu. C'est une source inépuisable de controverses. Pourtant que serait notre alimentation moderne sans leur utilisation ?

Mais, tout d'abord, qu'est-ce qu'un additif alimentaire ?

Selon la définition adoptée par l'Union Européenne « on entend par additif alimentaire toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique au stade de leur fabrication, transformation, traitement conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet qu'elle devient elle-même ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires »¹ .

Nous prendrons à notre compte, au sujet de cette définition, quelques remarques formulées par J.L. MULTON (1992).

Le mot "substance" englobe, ici, tout ce qui n'est pas l'aliment ou composant normal de l'aliment. Il s'agit donc d'une notion très large. Le sel de cuisine, le sucre, le blanc d'oeuf seront, dans bien des cas, des additifs. Insistons sur le fait que l'additif est ajouté volontairement et donc en quantité et qualité connues et qu'il doit persister dans l'aliment tel quel, sans subir de transformation. Enfin, et c'est sans doute là un point très important, l'additif alimentaire est ajouté dans un but déterminé. Il doit être technologiquement utile et ne pas modifier les qualités nutritionnelles, organoleptiques et hygiéniques de la denrée.

Cette définition exclue explicitement les contaminants et les substances ajoutées dans un but nutritionnel. Elle permet également de faire la distinction d'avec les auxiliaires technologiques qui, eux, ne doivent, en aucun cas, persister dans la denrée après le traitement technologique.

1. ¹ Directive cadre communautaire N° 89/107/CEE du 21 décembre 1988 transposée en droit Français par décret N° 89.674 du 18 septembre 1989.

Les additifs sont répertoriés par une réglementation de l'Union Européenne selon plusieurs catégories d'effets technologiques qui seront détaillées plus avant. Citons, dès à présent, quelques-unes d'entre elles qui viendront ainsi éclairer les propos ci-après : les conservateurs, les gélifiants, les antioxydants, les acidifiants, les poudres à lever, les colorants, les enzymes...

Ceci étant posé, un bref historique illustrera le fait que les ancêtres de nos additifs modernes - ou plus précisément les pratiques ayant conduit aux additifs alimentaires - remontent pratiquement à *l'Homo Sapiens Sapiens*, et que cette catégorie de composés chimiques a participé à la grande histoire de l'alimentation humaine, des technologies et pratiques agricoles qui l'accompagnent.

1 - LA CONSERVATION DES ALIMENTS DANS LA PREHISTOIRE

C'est maintenant un lieu commun d'avancer que l'une des préoccupations primordiales de l'homme, et cela depuis son origine, consiste à se nourrir.

C'est dans la seconde moitié du paléolithique (environ 50 000 ans av. JC), que s'effectua le passage du nomadisme, de la cueillette et de la chasse, au stade d'une vie sédentaire et agricole. Les premières pierres à broyer découvertes à Florisbad en Afrique du sud et à Touska à 200 km d'Assouan en Egypte date respectivement de 20 000 et de 15 000 ans avant notre ère et seraient contemporaines de la première faucille en silex et de la première pioche en pierre taillée. Mais la proto-agriculture, avec la culture de l'orge, du blé (Emmer et Einkorn) n'apparaît qu'au mésolithique vers 8 000 ans av. JC) grâce au bâton à four, à la houe, la bêche, la griffe. L'élevage, notamment de moutons, et une véritable agriculture avec la domestication du blé, du pois, du pois chiche, de la lentille, de la vesce ne seront couramment pratiqués qu'au néolithique, vers 6 500 ans av. JC. Cette agriculture se verra pourvue, vers - 3 000 ans, de l'araire.

Ces pratiques ont vraisemblablement imposé l'utilisation de moyens "techniques" pour assurer une alimentation pérenne. Divers procédés naturels - physiques et chimiques - furent utilisés pour préserver une partie de la récolte afin d'attendre la suivante, ou pour pouvoir consommer de manière différée des produits de la chasse ou de l'élevage. Il ne s'agit pas là d'utilisation d'additifs, mais des premiers moyens de l'homme pour conserver sa nourriture. Ainsi, on sait que le séchage (suppression de l'activité de l'eau - A_w), l'enfouissage (préservation de la lumière et de l'air) pour les denrées d'origine végétale, ou le séchage, le fumage (imprégnation de composés phénoliques antioxygènes), le boucanage pour celles d'origine animale, furent très tôt employés.

2 - LA CONSERVATION DES ALIMENTS DANS L'ANTIQUITE

L'utilisation de composés naturels, pour la conservation des aliments, apparaît dès la plus haute antiquité. Des informations nombreuses et précises sont disponibles dans les Géoponiques² sur le premier conservateur chimique, le sel de mer (agent anti-microbien et dépresseur de l'activité de l'eau). Dans l'Egypte ancienne, chez les Hébreux ou les Grecs antiques, ce composé était utilisé pour la conservation du poisson et de la viande, notamment du porc. XENOPHON (426-354 av. JC) mentionne, également, dans l'Anabase la salaison du poisson. Les Romains savaient extraire le sel de terre (*sal nativum*) et en faisaient commerce pour l'alimentation et la conservation. Au Moyen Orient et en Afrique le salpêtre (nitrate de potassium, autre anti-microbien efficace) mélangé au sel de mer servait pour la conservation de la viande (sel du désert).

Les nitrites, autres conservateurs, ne feront leur apparition dans l'alimentation humaine - contre le développement du *clostridium botulinum* - qu'en 1891 après que POLENSKI ait démontré que les nitrates étaient réduits en nitrite par les bactéries. LEHMAN confirmera ces résultats en 1899 et précisera que ces composés étaient responsables du maintien de la couleur rose de la charcuterie.

CATO (243-149 av. JC) décrit, par ailleurs, la manière de conserver les olives dans l'huile ou dans la saumure dont la densité était mesurée par flottaison d'un oeuf ou d'une figue séchée.

Bien d'autres méthodes de conservation étaient utilisées sans que les raisons en fussent connues. Ainsi, à travers les siècles, dans de nombreuses régions du monde, bon nombre de plantes ou d'aromates étaient introduites dans les préparations culinaires pour préserver certaines denrées alimentaires. Ce fait s'est trouvé confirmé, en 1952, par CHIPAULT, MUZUNO, HAWKINS et LUNDBERG en caractérisant et chiffrant l'activité anti-oxygène de plantes traditionnelles comme la cardamome, la sauge, le romarin, l'aneth, le basilic, la marjolaine...

MOUREU et DUFRAISSE préconisent, en 1922, l'addition d'aldéhyde salicylique, de tannins, de phénols,... pour protéger le beurre contre l'oxydation.

Les premiers anti-oxygènes de synthèse apparaîtront dans les années 50 avec le diphényl-paraphénylène-diamine et les fameux BHT (butyl-hydroxy-toluène) et BHA (butyl-hydroxy-anisole).

2. ² Recueils de textes les plus divers sur l'agriculture empruntés à des auteurs allant de VARRON à ZOROASTRE, dont la rédaction est attribuée à Cassianus BASUS, originaire de Marathonyme en Bithynie, sous les auspices de Constantin PORPHYROGENETE (Constantinople).

Enfin des méthodes tendant à la diminution de la prolifération bactérienne n'étaient pas absentes de l'arsenal des cuisiniers d'antan, ainsi l'addition de décoction de piment dans le chow éthiopien permettait une meilleure conservation. Le thym, la menthe, la girofle, et surtout l'oignon étaient également utilisés comme conservateur antibactérien comme cela a été démontré depuis par DEANS et RITCHIE (1987) et ZAIKA (1988).

3 - LES FERMENTATIONS

Ces exemples montrent que la préservation de la nourriture fut une préoccupation majeure en toute époque et en tout lieu. Mais les goûts et moeurs évoluèrent. L'homme ne mange pas seulement pour se nourrir et les démarches hédoniques - voire sociologiques ou culturelles - ne sont pas absentes des préoccupations humaines. Ainsi on voit apparaître très tôt, dès le néolithique pour certaines, des technologies plus sophistiquées ayant recours à des phénomènes naturels afin d'obtenir des produits plus élaborés et... appétants. Il en est ainsi des processus faisant intervenir la fermentation.

Des restes de fromage ont été retrouvés en Egypte dans des jarres d'albâtre datant de la 1ère dynastie (3 000 ans av. JC).

On ne sait quelle est l'origine du levain mais les pâtes levées sont connues dès la plus haute antiquité. Elles étaient constituées d'un mélange de sarrasin et de seigle, plus tard de blé et de seigle. Des restes de pain au levain ont été découverts et remonteraient à 10 000 ans av. JC. La panification était très élaborée au temps des Romains. Selon CIRCA (171 av. JC) et PLINIE l'Ancien (23-79) il y avait de nombreux types de pain dans la Rome antique. Telle région, telle fête ou tel repas de circonstance disposait d'un pain particulier : pain d'huître, pain gâteau, pain grillé, pain fabriqué à la hâte (pain minute !)... Curieusement ce n'est qu'en 1670 que le Parlement autorisa officiellement, dans notre pays, la panification à la levure. On verra dans les siècles suivants que, pour améliorer la qualité de panification des farines, les meuniers avaient recours à l'adjonction de farine de fèves et, vers les années 1940, l'addition de carbonate de magnésium (antimottant).

En Mésopotamie, on savait préparer le vinaigre par la fermentation du *Cyperus papyrus L.*, tout comme en Palestine et en Egypte où le raisin était utilisé comme substrat. L'acidification par addition de vinaigre était pratiquée par les Romains pour conserver les légumes et les condiments.

Autre exemple de fermentation, les Chinois, 3 à 4 siècles av. JC, obtenaient à des fins de conservation, l'acidification de leurs préparations culinaires à base de légumes, notamment de choux, par fermentation lactique. Ce serait là, paraît-il, l'origine de la choucroute !

La fabrication de la bière et du vin sont, également, des pratiques fort anciennes.

De vieux textes sumériens précisent que 8 bières amères, 8 brunes et 3 mixtes pouvaient être consommées en Mésopotamie. Les Egyptiens, les Hébreux confectionnaient de la bière par fermentation de diverses céréales naturelles ou légèrement grillées (maltage). Aux mêmes époques on trouve également des pratiques de fermentation de figues, de dattes...

Des textes néobabyloniens datant de 3 000 ans av. JC ainsi que le papyrus de Harris de la même époque nous relatent la fabrication du vin. D'autres textes, plus tardifs, nous précisent encore qu'ASSURBANIPAL (668-626 av. JC) était un véritable connaisseur puisqu'il avait lui-même établi une liste des meilleurs vins avec ses appréciations. Sa préférence allait aux vins d'Izalla et d'Helbon (près de Damas) dont les crus étaient également appréciés par le prophète EZECHIEL. PLINIE l'Ancien et XENOPHON détaillent la préparation du précieux breuvage et son utilisation... Le vin n'était-il pas la boisson favorite de Dionisos (Bacchus pour les Romains) ?

Notons que les Egyptiens et les Romains utilisaient l'anhydride sulfureux pour désinfecter les récipients destinés à contenir le vin et pratiquaient sa filtration. Il faudra attendre le début du XIXème siècle pour voir apparaître l'addition de sulfite.

4 - GELIFIANTS, EPAISSISSANTS, EMULSIFIANTS

L'autoclave permit à PAPIN, en 1675, d'extraire la gélatine de bouillon d'os et de proposer ainsi un gélifiant en grande quantité et de bonne qualité.

Bien que les propriétés gélifiantes des fruits fussent connues depuis longtemps la pectine ne fut extraite industriellement qu'au début du XXème siècle.

Déjà au XVème siècle dans le district de Carraghen, sur les côtes d'Irlande, était utilisé en médecine et en alimentation l'« irish moss » une préparation rudimentaire de carraghénanes extraits de mousse ou de lichen. Egalement, depuis les temps les plus reculés, les populations des côtes bretonnes préparaient du flan par simple cuisson du lait en présence de "lichen blanchi" ou de "goemon blanc". Les carraghénanes ne furent extraits industriellement des algues rouges qu'après la dernière guerre mondiale.

Les propriétés épaississantes des graines de caroube étaient déjà connues dans l’Egypte ancienne tout particulièrement pour le collage des bandelettes des momies ! Ce n’est qu’au début du XXème siècle que la farine de caroube fut utilisée dans les industries alimentaires.

Précisons que dans les années 1850, la farine de céréales était déjà utilisée industriellement comme épaississant.

Les Chinois et les Romains utilisaient les alginates à des fins médicales et cosmétiques. C’est en 1930, aux Etats-Unis, que les alginates furent extraits industriellement des algues brunes pour préparer des conserves destinées aux marins.

Utilisant les capacités émulsifiantes du lait, MEGE-MOURIE réalisa en 1866, à la demande des pouvoirs publics, une margarine à base de suif. La lécithine du jaune d’oeuf ne fut utilisée comme émulsifiant qu’au début du XXème siècle.

5 - FLAVEURS, SENTEURS, SAVEURS...

Pour améliorer l’aspect, varier la flaveur des préparations culinaires, les colorants et les arômes étaient fréquemment utilisés et cela, depuis de nombreux siècles. Les plus fameux sont le safran, la cochenille et le curcuma ainsi que le caramel dont on retrouve la présence dans de nombreux mets en Inde et en Asie.

La coloration du beurre en jaune, était obtenu au Moyen Age, avec les fleurs de soucis, pratique qui a donné lieu à réglementation. Sans doute la première réglementation ayant trait à un additif alimentaire ! Il est intéressant de noter également, que PLINE l’Ancien, dans son Histoire Naturelle, signale que l’utilisation de poterie non vernissée pour la cuisson des légumes permet de conserver leur couleur ! Ce phénomène était dû, vraisemblablement, à la présence de carbonate et de bicarbonate dans la terre ayant servie à confectionner les récipients.

Dans les années 1870, contre l’avis de PASTEUR, la couleur verte des petits pois était maintenue, à la cuisson, par des sels de cuivre.

Les premiers colorants synthétiques n’apparaîtront que dans les années 1880 (jaune de quinoléine, 1882).

Enfin l'amélioration de la flaveur passait par l'utilisation de nombreux aromates : thym, origan, fenouil, cannelle, menthe, sauge, ail, oignon... C'est aux Hébreux, semble-t-il, que l'on doit l'aromatisation des vins avec l'absinthe ou de l'huile avec la myrrhe. Les Perses, les Assyriens, les Babyloniens parfumaient également leurs vins à la rose, la figue, le costus... Le vin grec a été involontairement parfumé par la résine servant à étanchéifier le bouchage des amphores le contenant (résiné). Le XVIème siècle verra l'utilisation de nouveaux aromates tels que le gingembre, la vanille, le cacao.

L'art culinaire du XVIIème siècle fait état de sauces parfumées, à l'orange, le citron, l'anis, le romarin, la rose, la violette, l'iris... Les deux siècles suivants ne seront pas marqués par de grandes nouveautés dans le domaine si ce n'est le céleri et quelques fleurs telles la mauve, la capucine ou la pervenche dont les arômes ne sont plus usités de nos jours. Le XXème siècle verra l'avènement, pour l'occident, des cuisines exotiques avec leur cortège de nouveaux ingrédients.

Quand on parle d'améliorer la saveur des mets on ne peut passer sous silence un produit qui est selon son usage nutriment ou additif : le sucre. TYRTAMOS d'ERESE appelé THEOPHRASTE (371-288 av. JC) parle dans son Histoire des Plantes de la canne et de l'extraction de sucre. Les Croisés le découvrent en 1090 lors de la première croisade. Au Moyen Age le commerce du sucre de canne était florissant en Méditerranée. Les premières raffineries de sucre, installées à Venise, datent du XIIIème siècle. Olivier de SERRES observe dans son "Théâtre de l'Agriculture" en 1600 le goût sucré de la betterave. Mais l'industrie sucrière trouva son essor, dans notre pays, grâce à Napoléon 1er qui, pressé par le blocus, encouragea par le décret du 28 mars 1811 le développement de l'extraction du sucre de la betterave selon le procédé découvert par Frédéric ACHARD. Ce n'est qu'en 1879 que fut découvert le pouvoir sucrant du premier édulcorant : la saccharine.

6 - LES ADDITIFS A BUT NUTRITIONNEL

Après de nombreuses observations de goitre endémique sur des populations, notamment alpines, BOUSSINGAULT préconise, en 1833, l'addition d'iode au sel de cuisine pour la prévention du goitre. Pratique qui deviendra effective en 1900. C'est là sans doute, le premier exemple d'utilisation d'un additif dans un but nutritionnel.

Cet exemple sera suivi pour d'autres carences. Ainsi en 1916, au Danemark, la vitamine A sera additionnée dans la margarine et en 1930 aux Etats-Unis, la vitamine D dans le lait.

7 - L'ERE MODERNE

En fait, la notion moderne d'additifs ne remonte qu'à la fin de la dernière guerre mondiale. Cette période a vu l'utilisation extensive et rationnelle des additifs alimentaires dans tous les secteurs d'activité de l'industrie agro-alimentaire. Ceci s'explique par l'enchaînement de besoins dictés principalement par l'accroissement accéléré de la population, par un développement de l'urbanisation séparant de plus en plus le consommateur du producteur et par l'élévation du niveau de vie. Après la dernière guerre mondiale on peut schématiquement distinguer cinq époques.

Dans les années 1945-50 la première nécessité fut de nourrir les populations qui sortaient d'une guerre où les restrictions, voire la famine, étaient courantes. Il fallait donc produire. Ce fut la période de "plus de quantité". Ensuite vinrent les années 60 où, le niveau de vie augmentant, les consommateurs exigèrent "plus de diversité" dans le choix des denrées alimentaires. La diversité étant présente, ce fut la recherche "de la qualité" qui caractérisa les années 60-70 et qui perdure encore. Enfin depuis les années 80, "plus de sécurité" semble être devenue le maître mot de l'industrie agro-alimentaire. On peut prévoir que la tendance des prochaines décennies sera la recherche de "plus de bien être", "plus de santé".

Pour répondre à ces enjeux l'industrie agro-alimentaire s'appuie sur des savoir-faire et des technologies de plus en plus sophistiqués où les additifs alimentaires jouent un rôle souvent important.

8 - LES TECHNOLOGIES MODERNES

Ces techniques ancestrales que nous venons de brièvement décrire se sont améliorées au fil des siècles. Cependant, il faut attendre le XVIIIème siècle, avec le développement de la technologie, de la chimie moderne, de la biologie et de la biochimie pour voir le secteur de l'agriculture commencer à se moderniser, la nutrition s'établir sur des bases scientifiques, la technologie entrer de plein pied dans l'alimentation.

Vraisemblablement la poterie, puis le broyage des grains, le pressage des olives et la maîtrise des fermentations furent les balbutiements d'une évolution technique et technologique étonnamment lente.

Les techniques des fermentations dateraient de 4000 ans av. JC. Les premières pierres à moudre trouvées en Afrique du sud, à Florisbad, remonteraient à 50000 ans avant notre ère. Les techniques de broyage ou de pressage quelque peu mécanisées sont plus récentes. Le moulin olynthien (à mouvements alternatifs) date du 6ème siècle av. JC et le *trapenum* broyeur d'olives de 400 ans av. JC. Il faudra attendre le 2ème siècle av. JC pour voir apparaître les meules rotatives et le premier siècle av. JC pour le moulin à eau petit fils de la noria. Les moulins rotatifs à bras et à manège ne sont mentionnés qu'à partir du second siècle de notre ère. Notons que les moulins à vent à toit tournant n'apparaissent qu'au XVème siècle.

Malgré les écrits fameux tels les Géoponiques de BASUS, le Traité d'Agronomie de MOGON (250 ans av. JC), l'Economie Rurale du polygraphe VARRON (36 ans av. JC) ou les traités plus récents comme celui d'Olivier De SERRES (1600), il a fallu pratiquement 6 000 ans pour passer de l'araire (néolithique) à la charrue réversible (1820).

Les années 1830, avec le début de l'ère industrielle, verront alors de nombreuses inventions appliquées aux industries agro-alimentaires et marqueront le début de son essor.

Nous ne citerons ici, à titre d'exemple, que quelques grandes technologies qui se sont développées durant les deux derniers siècles et qui nous paraissent les plus représentatives.

8.1 - Le froid et la congélation/surgélation

Selon l'historien Hugo OBERMAIER (1877-1946), 100 000 ans avant notre ère, les hommes auraient commencé à utiliser la fraîcheur des grottes pour conserver la viande.

3 000 ans av. JC, les Chinois savaient fabriquer des sorbets. SENEQUE (2-66) signale l'usage de la neige comme réfrigérant et de la paille comme isolant.

Aux XVIème et XVIIème siècles, le commerce de la neige et de la glace provenant des Pyrénées est florissant dans les grandes villes d'Espagne. En 1827 la ville de la Nouvelle-Orléans consomme 350 tonnes de glace naturelle recueillie sur les rivières gelées des Etats-Unis. En 1882 le département des Hautes Alpes exploitait les glaciers et expédiait dans la France entière 25 000 tonnes de glace par mois. Il faut attendre le début du XIXème siècle pour la mise en exploitation du froid artificiel.

En 1755 William CULLEN fabrique un appareil produisant de la glace. Dans les années 1820 Clarence BIRDSEYE met au point un système de réfrigération rapide afin de préserver la couleur, la

texture et la saveur des aliments. Le Français Ferdinand CARRE construit en 1859 une machine à absorption utilisant l'ammoniaque comme fluide frigorigène et fabrique la première machine domestique.

C'est entre 1875 et 1914 que le froid fit son entrée dans le secteur de l'agro-alimentaire.

Cette technique du froid se trouva complétée par la congélation/surgélation qui ouvrit des possibilités de conservation quasi-illimitée. Cette opération rapide effectuée à -35°C permet de congeler à coeur et de conserver toutes les valeurs nutritives de l'aliment.

8.2 - L'extrusion

Cette technique s'est développée entre 1850 et 1900 dans les secteurs du caoutchouc et des matières plastiques. Elle trouva, dès 1935, des applications toutes naturelles dans la fabrication de charcuterie industrielle (saucisses) ou de pâtes alimentaires. Ce procédé se développera pour donner naissance à la cuisson-extrusion qui s'imposera à la fin des années 60 avec le procédé ADM (Atkinson).

8.3 - La pasteurisation, la stérilisation, les conserves

La pasteurisation, traitement thermique de courte durée, permet de prolonger le temps de conservation pour peu que les denrées soient maintenues à une température positive de quelques degrés seulement et dans un emballage étanche.

La stérilisation UHT, consistant en un chauffage à 150°C durant quelques secondes, permet une conservation de plusieurs mois dans un emballage, également, étanche.

L'apertisation, découverte en 1795 par Nicolas APPERT sera développée à l'échelle industrielle en 1921 par William UNDERWOOD.

8.4 - Les micro-ondes

Le four à micro-ondes fut conçu en 1945 par SPENCER aux Etats-Unis et le brevet déposé en 1951. Cette technique trouva très rapidement une exploitation industrielle. Ainsi l'année 1955 verra la création du restaurant Trad's, au 42nd Street à New-York équipé uniquement de fours à micro-ondes.

8.5 - L'irradiation/ionisation

L'utilisation de l'irradiation/ionisation dans le traitement des denrées alimentaires est également une technique récente. Un an après la découverte des rayons X (1895), MINCK mettait en évidence leur effet bactéricide. Puis ce fut PRESCOT, en 1904, et COOLLIDGE en 1925 qui montrèrent les effets stérilisants respectivement du rayonnement alpha du radium et des rayonnement bêta. Les premiers essais d'irradiation alimentaire furent réalisés en 1947 sur des hamburgers au MIT par PROCTOR, VAN DE GRAAFF et FRAM.

En 1950, SPARROW et CHRISTENSEN découvrent l'inhibition de la germination des pommes de terre par de faibles doses de rayonnement. Depuis cette technologie, très réglementée, est appliquée à huit catégories de denrées alimentaires (pomme de terre, riz, poisson...).

D'autres rayonnements sont aussi utilisés actuellement tel le laser pour la découpe ou la décoration, l'infra-rouge pour la cuisson partielle, l'UV à des fins de stérilisation...

8.6 - La texturation des protéines

Les premiers essais de protéines texturées remontent à la fin du XIXème siècle. Des brevets sur les substituts de produits carnés sont déposés par le docteur J.H. KELLOGG entre 1880 et 1920.

Les premières protéines végétales concentrées et isolées ont été obtenues dans les années 30 au Japon puis développées par la suite aux Etats-Unis grâce à BOYER, un ingénieur Français. Il fut le premier concepteur du filage d'isolat de soja à des fins... textiles (1938). Depuis 1965 les techniques des isolats, des filages, des cuisson-extrusions sont utilisées en ligne pour fournir des produits hautement élaborés pour des consommateurs exigeants et... riches.

8.7 - Les hautes pressions

Les hautes pressions sont, sans doute, les dernières nées des technologies modernes. Elles semblent avoir un avenir prometteur si l'on en juge par le niveau d'intérêt et le nombre des travaux développés à ce sujet dans le monde et plus particulièrement au Japon. Cette technique permet de conserver intactes les enzymes et les vitamines, par exemple, alors que les micro-organismes sont détruits. Cependant cette technologie nécessite des installations industrielles coûteuses.

8.8 - Les technologies de l'emballage

L'ensemble des technologies de l'emballage, issu de tous les domaines industriels (construction automobile et aéronautique, électronique...), a permis de mettre sur le marché des denrées alimentaires dans des conditions hygiéniques remarquables tels les produits crus prêts à consommer (4ème gamme). Citons les emballages sous vide, sous atmosphère contrôlée...

Pour être complet il nous faut citer les aliments obtenus par les biotechnologies, aliments diététiques, enrichis, allégés, riches en fibres, les "novel food" qui n'auraient sans doute pas vu le jour sans les additifs alimentaires et les technologies qui les accompagnent.

Enfin on ne peut passer sous silence le fait que les prémices de la biotechnologie remontent à la production industrielle des antibiotiques en 1941 par FLOREY après les travaux de FLEMMING en 1929-1932 sur la pénicilline. Plus récemment notons la fabrication au Japon par des procédés de biotechnologie de l'acide glutamique en 1957, et la même année de la lysine aux Etats-Unis.

9 - LA LEGISLATION, LA REGLEMENTATION

Cette extraordinaire évolution des technologies et des besoins a contribué au développement de l'utilisation des additifs dans l'industrie de transformation alimentaire alors en pleine expansion. En 1970, on relevait 2500 additifs aux Etats-Unis. Actuellement, en Europe, nous disposons de 354 additifs autorisés, dotés chacun d'un numéro précédé de la lettre E, et répertoriés en 24 classes (ou types) d'effets technologiques selon la directive CEE N° 89/107 du 21 décembre 1988 (Tableau 1).

01 . colorants	13 . amidons modifiés
02 . conservateurs	14 . édulcorants
03 . antioxygènes	15 . poudre à lever
04 . émulsifiants	16 . anti-moussants
05 . sels de fontes	17 . agents d'enrobage et de glisse
06 . épaississants	18 . agents de traitement des farines
07 . gélifiants	19 . affermissants
08 . stabilisants	20 . humectants
09 . exhausteurs de goût	21 . séquestrants
10 . acidifiants	22 . enzymes
11 . correcteurs d'acidité et de pH	23 . agents de charge
12 . anti-agglomérants	24 . gaz propulseur et gaz d'emballage

Tableau 1 : Liste des classes d'additifs alimentaires selon la directive CEE N° 89/107 du 21 décembre 1988

Depuis le début du XXème siècle leur pureté, leurs domaines d'emploi et leurs utilisations furent réglementés. L'objectif étant d'éviter tout risque microbiologique et toxicologique pour le consommateur, tout en conférant aux denrées alimentaires de bonnes capacités de traitement industriel, une bonne stabilité, de bonnes caractéristiques organoleptiques et la garantie des qualités nutritionnelles.

Rappelons ici, pour mémoire, quelques dates qui ont marqué l'évolution de la législation dans ce domaine.

En 1889, aux Etats-Unis, s'organise autour de Harvey W. WILEY, le premier Comité pour l'Analyse Nutritionnelle. Cependant il revient à notre pays d'avoir créé le 15 février 1902 la section Hygiène Alimentaire du Comité Consultatif d'Hygiène Publique (ancêtre du présent CSHPF), première instance ayant pour mission de statuer, entre autres, sur l'hygiène alimentaire et de préserver ainsi la santé de la population. Trois ans plus tard, le 1er août 1905, une disposition ministérielle interdit la falsification des denrées alimentaires.

En 1909, grâce au Docteur ROUX, la France se dote d'une liste positive de substances pouvant être utilisées dans l'alimentation et dont l'innocuité était reconnue, et le 15 avril 1912 un décret établit une liste positive de colorants et de conservateurs. Ce décret faisait également obligation de consulter le CSHPF et l'académie de Médecine pour tout ce qui touchait l'addition de composés étrangers dans l'alimentation.

Le 9 décembre 1958, les Etats-Unis éditaient une première liste de 188 composés ayant le statut GRAS (Generally Reconized As Safe).

Le 12 février 1973 paraissait, en France, le décret concernant les procédures d'emploi des additifs alimentaires et des auxiliaires technologiques, encore en vigueur actuellement, et le 18 décembre 1978 le décret instituant l'étiquetage des denrées alimentaires.

La circulaire du 8 août 1980 du JO du 25 septembre 1980 relative à la composition du dossier de demande d'emploi d'un additif alimentaire ou d'un auxiliaire technologique, détaille tout particulièrement le chapitre ayant trait à l'étude toxicologique.

Le 15 mai 1985 était institué par décret la numérotation selon le code CEE (100 pour les colorants, 200 pour les conservateurs, 300 pour les antioxygènes...).

La directive cadre CEE 89/107 relative au rapprochement des législations des Etats membres de l'Union Européenne concernant les additifs pouvant être employés dans l'alimentation humaine paraît le 21 décembre 1988.

L'ensemble des textes législatifs et réglementaires concernant les additifs alimentaires sera développé dans un autre chapitre.

En France, l'utilisation d'un nouvel additif ou l'extension de son utilisation à des préparations alimentaires autres que celles initialement prévues par le décret du 14 octobre 1991, exige, de la part de l'industriel, le dépôt auprès de la Direction Générale de la Consommation de la Concurrence et de la Répression des Fraudes (DGCCRF) d'un dossier constitué en majeure partie d'une évaluation toxicologique (circulaire du 8 août 1980) du produit concerné. Ce dossier est examiné par les experts du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) et par l'Académie de Médecine. Si l'innocuité du produit est reconnue, il donne lieu, par l'intermédiaire de la DGCCRF, à un arrêté ministériel autorisant l'emploi de l'additif dans des conditions définies.

Les conditions d'emploi des additifs alimentaires sont déterminées, après étude du dossier toxicologique, à partir de la dose journalière admissible (DJA) calculée sur les bases d'une dose sans effet et de coefficient de sécurité. Deux autres paramètres entrent également en compte : le bénéfice technologique et le niveau de consommation. Pour ce faire le groupe de travail du CSHPF en charge de ces demandes s'appuie sur les avis et études du Comité de Technologie Alimentaire (CTA, décret du 28 juillet 1989) et de l'Observatoire des Consommations Alimentaires (OCA, décret du 8 juin 1990).

Ces dispositions ont pour objectif essentiel de protéger la santé du consommateur.

L'application de ces décisions est assurée par la DGCCRF selon les lois en vigueur en France. Cependant ces dispositions réglementaires sont maintenant assujetties aux dispositions européennes en la matière. Ces notions seront développées dans un autre chapitre de ce dossier.

En fait la réglementation, qu'elle soit nationale ou européenne, s'appuie essentiellement sur les travaux et les recommandations du Codex Alimentarius qui élabore les normes internationales sur la base des travaux de diverses structures internationales telles que :

- Le Comité Mixte FAO/OMS pour les additifs alimentaires, le JECFA (Joint Expert Committee for Food Additives), fondé en 1956 qui évalue le dossier toxicologique des composés et établit leur DJA.

- Le Comité du Codex sur les Additifs Alimentaires et les Contaminants, fondé en 1964, qui examine pour chaque aliment le bien fondé technologique d'un additif et sa dose d'emploi.

- Le Conseil Scientifique pour l'Alimentation Humaine (CSAH, mis en place en 1974), instance consultative européenne, est chargé d'élaborer des recommandations pour le compte de la Commission de l'Union Européenne sur les additifs, les auxiliaires technologiques et en général tout ce qui touche à l'alimentation humaine.

- La Food and Drug Administration (FDA), organisme chargé, aux Etats-Unis, de statuer sur tout ce qui concerne la santé humaine (médicaments, polluants, nutriments, produits chimiques industriels, additifs alimentaires, ...).

10 - EN GUISE DE CONCLUSION...

L'agriculture ne peut se passer d'utiliser des composés chimiques - car c'est bien de cela dont il s'agit - pour garantir une production suffisante en qualité et en quantité en luttant contre les ravageurs et en enrichissant les terres. De même notre alimentation ne peut se passer de l'appui technologique des additifs alimentaires tant nous recherchons de nouveaux produits, de nouvelles saveurs, de nouvelles saveurs, tant nous avons besoin de conserver et d'assurer une hygiène irréprochable de nos aliments. Dire que les additifs alimentaires sont néfastes pour la santé, procède d'une méconnaissance des effets, des conditions d'emploi, des structures et réglementations qui régissent leurs utilisations pour la plus grande sécurité des consommateurs. Puisse ce dossier convaincre les réticents, et éclairer les professionnels de l'agroalimentaire sur l'intérêt des additifs alimentaires et le niveau de sécurité élevé atteint dans leur utilisation.

BIBLIOGRAPHIE

ARDEN M.F., ARDEN C. - Guide des additifs alimentaires. De Vecchi éditeur, Paris, 1988.

CHIPAULT, MIZUNO, HAWKINS, LUNDBERG - Food Res., 1952, **17**, 46-52.

DEANS S.G., RITCHIE G. - Antibacterial properties of plant essential oils. J. Food Microbiol., 1987, **5**, 165-180.

- DUMAS M. - Histoire Générale des Techniques. Presses Universitaires de France, Paris, 1987.
- FARBS P., ARMELAGOS G. - Consuming passions. The anthropology of eatings. Houghton Mifflin Company, Boston, 1980.
- FORBES R.J. - Studies in ancient technology. Brill E. J. Ed., Leiden, 1965.
- FLANDRIN J-L., LATERZA M. - Histoire de l'alimentation. Fayard Ed./Laterza Ed., Paris/Rome, 1996.
- Hydrocolloïdes. Documentation SBI - System Bio-Industries.
- JAUBERT J-N. - Les arômes alimentaires. Que sais-je ? Presses Universitaires de France, Paris, 1983.
- La nourriture des anciens égyptiens. Egypt travel magazine, N° 22, 6-10, mai 1956.
- Les technologies de conservation des aliments : appertisation, surgélation, ionisation. IFN, Dossier Scientifiques N° 2, 1993, 86 pages.
- MERMELSTEIN N.H. (Chairman) - Symposium on history of foods sciences and technology. Food Technology, 1975, **29**, 22-53.
- MOUREU C., DUFRAISSE C. - Sur l'autoxydation : les antioxygènes. C. R. Acad. Sci. (Paris) , 1922, **174**, 258-160.
- MOUREU C., DUFRAISSE C. - Sur l'oxydation : sur les phénomènes divers se rapportant à l'action antioxygène (II). C. R. Acad. Sci. (Paris) , 1922, 175.
- MOLL N., MOLL M. - Additifs alimentaires et auxiliaires technologiques. Masson Editeur, Paris, 1990.
- MULTON J.L. - Additifs et auxiliaires de fabrication dans l'industrie agro-alimentaire. Technique et Documentation Lavoisier/Apria, Paris, 1992.
- SCRIBAN R. - Biotechnologie. Technique et Documentation Lavoisier, Paris, 1982.
- Technologies agro-alimentaires : les hautes pressions, les atmosphères modifiées. IFN, Dossier Scientifique N° 3, 1993, 86 pages.
- THURERY J. - Les micro-ondes et leurs effets sur la matière. Applications industrielles, agroalimentaires et médicales. Technique et Documentation, Lavoisier. Paris, 1983.
- VASSEUR L.V., BIMBENET J.J., HILLARET M. - Les industries de l'alimentation. Que sais-je ? Presses Universitaires de France, Paris, 1966.
- ZAICA L.L. - Spices and gerbs : their antimicrobial activity ans its determination. J. Food Safety, 1988, **9**, 98-118.

II - JUSTIFICATION TECHNOLOGIQUE DES ADDITIFS

GUION Ph.

Ce chapitre ne traitera que des additifs à but technologique (ou additifs), tels que colorants, conservateurs, émulsifiants, etc.... Le cas des vitamines, minéraux, acides aminés, etc... (parfois qualifiés d'additifs à but nutritionnel), qui sont réservés (sauf exception) en France aux aliments destinés à une alimentation particulière (produits diététiques et de régime) ne sera pas évoqué ici. Voir également le chapitre "Additifs alimentaires - Réglementation" de C. SERVOZ.

1 - CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET ADMINISTRATIF

Ainsi que l'indique le chapitre "Additifs alimentaire - Réglementation" de ce dossier la réglementation relative aux additifs alimentaires est désormais harmonisée au niveau communautaire et applicable dans tous les Etats membres, même si certains n'ont pas encore, ou seulement partiellement, transposé dans leur droit national les textes communautaires. Sans attendre cette harmonisation, les Etats membres, dont la France, avaient mis en place des dispositifs réglementaires et administratifs et donc posé divers principes, pour l'autorisation de substances comme additifs alimentaires.

Nous décrirons, ci-après, la façon dont la notion de "justification technologique" d'un additif a été prise en compte, parmi d'autres critères, dans les textes communautaires et français pour son autorisation d'emploi.

1.1 - Contexte communautaire

* L'article 2, paragraphe 3 de la Directive du Conseil 89/107 CE du 21 décembre 1988 (1) relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine (dite "Directive cadre") indique que : *« les additifs sont incorporés dans une liste sur la base des critères généraux décrits à l'annexe II ».*

Ces critères, au nombre de trois, sont les suivants :

- l'absence de danger pour la santé du consommateur de l'additif aux doses d'emploi proposées,
- l'emploi de l'additif n'induit pas le consommateur en erreur, et
- *« l'existence d'un besoin technologique pour cet additif ».*

On soulignera qu'une substance candidate au statut d'additif devra satisfaire à chacun de ces critères. Ainsi une substance dont l'évaluation toxicologique conclurait à la parfaite innocuité mais qui ne pourrait justifier d'un "besoin technologique" serait rejetée.

Afin d'éclairer la notion de "besoin technologique", il est important d'examiner la façon dont celle-ci est introduite dans l'Annexe II de la Directive 89/107/CEE :

- « si un besoin technologique suffisant peut être démontré et si l'objectif recherché ne peut être atteint par d'autres méthodes économiquement et technologiquement utilisables »,

et plus loin,

- « l'emploi d'un additif alimentaire peut être envisagé seulement s'il est prouvé que l'emploi proposé de l'additif comporte des avantages démontrables au bénéfice du consommateur ; en d'autres termes, il convient de faire la preuve de ce qu'on appelle communément un "besoin" ».

Dans ces phrases, on retiendra les termes "démonstration" ou "faire la preuve" et "au bénéfice du consommateur".

Les termes "démonstration" ou "faire la preuve" impliquent que la firme souhaitant mettre sur le marché un nouvel additif ou, pour un additif déjà autorisé, souhaitant une utilisation dans d'autres denrées alimentaires que celles pour lesquelles il est déjà autorisé doit réaliser diverses études montrant non seulement l'efficacité de l'additif mais aussi que l'objectif/la fonctionnalité ne peut être atteint(e) par d'autres méthodes ; c'est-à-dire, par exemple, soit par l'emploi d'additifs déjà autorisés, soit par le recours à des procédés physiques (cuisson, réfrigération, ultrafiltration, etc...), et ce pour un coût moindre.

En ce qui concerne le "bénéfice pour le consommateur" l'annexe précise cette notion en énumérant des objectifs (et en même temps des limites) fixés pour l'emploi des additifs, à savoir :

« a) conserver la qualité nutritive des aliments ; une diminution délibérée de la qualité nutritive d'un aliment n'est justifiée que si l'aliment ne constitue pas un élément important d'un régime normal, ou si l'additif est nécessaire pour la production d'aliments destinés à des groupes de consommateurs ayant des besoins nutritionnels particuliers ;

b) fournir les ingrédients ou constituants nécessaires à des produits alimentaires fabriqués à l'intention de groupes de consommateurs qui ont des besoins nutritionnels particuliers ;

c) accroître la conservation ou la stabilité d'un aliment ou améliorer ses propriétés organoleptiques, à condition de ne pas altérer la nature, la substance ou la qualité de l'aliment d'une manière susceptible de tromper le consommateur ;

d) aider à la fabrication, à la transformation, à la préparation, au traitement, à l'emballage, au transport ou à l'entreposage des aliments, à condition que l'additif ne soit pas utilisé pour déguiser les effets de l'emploi de matières premières défectueuses ou de méthodes indésirables (y compris antihygiéniques) au cours de n'importe laquelle de ces activités ».

A ces éléments on rajoutera comme bénéfice potentiel un moindre coût de la denrée, pour un ensemble de qualités similaires.

A titre d'exemple dans le cas de l'objectif décrit sous le point c) qui concerne en particulier le statut microbiologique de la denrée (= sa charge microbienne) qui conditionnera sa stabilité dans le temps, la durée de sa conservation et, éventuellement ses propriétés organoleptiques, l'évaluation présidant à l'autorisation d'emploi d'un conservateur (antibactérien, bactériostatique) pourra s'appuyer sur l'emploi du dit conservateur vis-à-vis de la mise en oeuvre par l'industriel de Bonnes Pratiques de Fabrication ou d'une démarche de type HACCP (Hazard Analysis and Control of Critical Points = étude des risques et contrôles des points critiques) telle que préconisée par la Directive 93/43/CE (dite "Directive Hygiène").

* Chaque additif alimentaire autorisé a une fonction dans la denrée alimentaire. Les divers additifs alimentaires ont été regroupés en catégories suivant la fonction principale (un additif peut avoir plusieurs fonctionnalités) qui leur est normalement associée. Cependant le classement d'un additif dans une catégorie n'exclut pas la possibilité pour cet additif d'être autorisé pour d'autres fonctions.

L'annexe I de la Directive 89/107/CE recense 24 catégories : colorants, conservateurs, antioxygènes, etc...

Les trois directives d'application :

- Directive 94/35/CE du 30 juin 1994 concernant les édulcorants,
- Directive 94/36/CE du 30 juin 1994 concernant les colorants,
- Directive 95/2/CE du 20 février 1995 concernant les additifs autres que les colorants et les édulcorants,

donnent (en leur article 1) des définitions pour les catégories d'additifs qu'elles couvrent.

Cependant, l'homogénéité de la terminologie entre ces divers textes n'est pas absolue. Ainsi dans la Directive 95/2/CE on note une définition de catégorie qui apparemment ne correspond pas à l'une des catégories énumérées dans la Directive cadre 89/107 : il s'agit des "agents moussants". Sauf à interpréter ce terme en "stabilisants de mousse" et se souvenir que les stabilisants de mousse sont inclus dans la catégorie "stabilisant".

Par ailleurs une catégorie est encore vide : celle des agents de traitement de la farine, substances sur lesquelles le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine doit finir de se prononcer. Le Royaume Uni utilise certains de ces agents de traitement de la farine, mais pas d'autres Etats membres.

Le nombre de catégories d'additifs peut évoluer (s'accroître) en fonction de la mise au point de nouvelles substances répondant à de nouvelles fonctionnalités. Le cas est prévu puisque toutes ces directives peuvent être modifiées même si le processus est compliqué et, surtout, très long ; ce qui, au-delà de la nécessaire prise en compte de la sécurité et du bénéfice pour le consommateur, représente un frein à l'innovation.

* La réglementation (Directive 79/122/CE) relative à l'étiquetage* (2) et la présentation des denrées alimentaires destinées au consommateur final impose de fournir la liste des ingrédients composant la denrée.

Les additifs, qui sont des ingrédients, sont obligatoirement désignés par le nom de la catégorie à laquelle ils appartiennent suivi de leur nom spécifique ou de leur numéro CEE (E XXX). Dans le cas où un additif peut avoir plusieurs fonctions, est indiquée celle correspondant à sa fonction principale dans le cas de la denrée alimentaire concernée.

* Définition du terme "étiquetage" selon la Directive 79/112 : « *les mentions, indications, marques de fabrique ou de commerce, images ou signes se rapportant à une denrée alimentaire et figurant sur tout emballage, document, écriteau, étiquette, bague ou collerette, accompagnant ou se référant à cette denrée alimentaire* »

Il existe une dérogation à cette règle dans le cas des amidons modifiés. Pour les produits répertoriés dans cette catégorie l'indication du nom spécifique ou du numéro CEE n'est pas requise, le terme général "amidon modifié" peut être utilisé.

Ainsi, si le consommateur ne connaît pas nécessairement le détail de la définition légale d'une catégorie d'additif, le nom de cette catégorie (conservateur, colorant, émulsifiant, etc...) le renseigne sur la fonction de l'additif ou des additifs utilisé(s) dans la denrée alimentaire qu'il achètera.

1.2 - France : un cadre déjà existant avant l'harmonisation européenne

* Les critères, dont celui de "besoin technologique", retenus au niveau de l'Union Européenne pour l'autorisation d'emploi d'une substance comme additif alimentaire avaient déjà été posés en France.

Ainsi la Circulaire du 8 août 1980 (3) fixant des lignes directrices pour la constitution de dossiers de demandes d'autorisation pour les additifs indique dans son préambule que « *toute demande d'autorisation d'emploi de substances destinées à être utilisées volontairement en alimentation doit poursuivre un double objectif, après que leur **intérêt** pour les utilisateurs et pour l'ensemble des consommateurs aura été prouvé dans une étude préalable* ».

La démonstration de "l'intérêt" de la substance (ou en d'autres termes du "besoin technologique") apparaît même comme une condition préalable qui, à défaut d'être satisfaite, entraîne l'inutilité d'un examen plus approfondi de la substance.

L'Annexe I, 2ème partie, paragraphe 4 de la circulaire précise que la demande d'autorisation comportera des indications sur les « *justifications, de caractère technique ou autre, en faveur de l'emploi de la substance ; effets attendus, avantages escomptés ; s'il y a lieu, revue des autres procédés utilisés pour obtenir les mêmes résultats ; intérêt pour le consommateur* ».

* Au plan français, l'instance en charge de l'évaluation de la justification technologique de l'emploi d'un additif alimentaire est la Commission de Technologie Alimentaire (CTA). La CTA a été créée par le Décret N° 89-530 du 28 juillet 1989 (4) avec pour mission « *d'évaluer sur le plan technologique les pratiques et procédés dans la fabrication et la conservation des denrées alimentaires* ». Elle se compose de 11 membres issus de l'enseignement, de la recherche publique ou de l'industrie.

On notera que sa mission est assez générale puisqu'elle examine l'ensemble "des pratiques et des procédés", l'emploi d'un additif dans les aliments n'étant qu'un aspect de ceux-ci.

Afin de guider le pétitionnaire dans la constitution de son dossier de demande d'autorisation des recommandations ont été élaborées par la CTA (5). (Voir Annexe 1 de ce dossier).

De 1985 à 1995 (6), sur les 274 dossiers examinés par la CTA, 200 (73 %) ont concerné les additifs, dont 114 portant sur des additifs inscrits à l'inventaire et 86 sur les autres additifs. Sur ces 200 dossiers, 166 ont fait l'objet d'un avis favorable, ou partiellement favorable, 9 d'un avis défavorable et 25 d'une demande au pétitionnaire d'un complément d'informations.

Ainsi, durant ces six années, une part importante de l'activité de la CTA a été consacrée aux additifs. Le nombre important de demandes d'autorisation a correspondu à une évolution importante de la filière agro-alimentaire, les demandes les plus nombreuses provenant, dans l'ordre, du secteur des fruits et légumes transformés, des produits laitiers, des conserves, des céréales, des viandes et produits carnés, etc...

1.3 - International : les travaux du Codex alimentarius

Dans le domaine des échanges internationaux, il existe un organisme émanant des Nations Unies appelé la Commission du Codex alimentarius qui a la charge d'élaborer des normes qui ont pour but de protéger la santé des consommateurs et d'assurer la loyauté des pratiques suivies dans le commerce international des produits alimentaires.

Le Codex alimentarius (7) est un recueil de normes alimentaires internationalement adoptées et présentées de manière uniforme. Il sert de référence en cas de litiges entre pays.

Il existe, ainsi, une norme générale du Codex alimentarius pour les additifs alimentaires (8) qui retient, pour l'emploi de ceux-ci dans les denrées alimentaires, des critères tout-à-fait similaires à ceux existant au niveau de l'Union européenne. Leur définition est rédigée en des termes légèrement différents, mais la philosophie reste la même. Ainsi dans le cas de la nécessité technologique et justification d'emploi :

« L'emploi des additifs alimentaires ne se justifie que lorsqu'un tel emploi comporte un avantage, ne représente pas un risque pour la santé du consommateur, et répond à un ou plusieurs des objectifs et besoins exposés aux alinéas a) à d) ci-après (identiques à ceux énumérés dans l'Annexe II de la Directive 89/107), et seulement si ces objectifs ne peuvent pas être atteints par d'autres méthodes technologiquement et économiquement applicables ».

Cette norme est actuellement en cours de révision et proche de son adoption, sans que des modifications significatives soient apportées à ces définitions.

2 - ROLE(S) DE L'ADDITIF : ASSURER LA MAITRISE DE L'ALIMENT

2.1 - Maîtriser la nature

Dominer la nature pour disposer en toute saison d'aliments en quantité suffisante, sains et aussi variés que possible pour assurer sa survie a été une démarche constante de l'Homme. De tout temps, il lui a fallu se procurer une nourriture, pas toujours aussi abondante que souhaitable, pas toujours présente au moment et au lieu désiré, puis en assurer la conservation et la protection pour les périodes de l'année (par exemple l'hiver sous nos latitudes) durant lesquelles Dame Nature se montre moins généreuse de ses ressources.

Le salage, la fumaison, le séchage, l'utilisation du salpêtre, le soufrage ont été parmi les premières techniques développées par l'Homme pour assurer cette conservation des aliments. (Voir également le chapitre "Principaux emplois d'additifs " de ce dossier).

L'Homme a également recherché une amélioration de la présentation et du goût de ses aliments, car depuis longtemps, au-delà du fait de satisfaire un besoin : calmer sa faim, l'ingestion d'aliments est liée à une notion de plaisir et, aussi, de partage. Dans nombre de civilisations l'hospitalité ne commence-t-elle pas par le partage d'aliments ?

Au fil des siècles, nos conditions de vie ont beaucoup évolué. Le mouvement s'est accéléré ces dernières décennies avec, notamment :

- une urbanisation de plus en plus poussée,
- le travail des femmes, de plus en plus fréquent,
- le développement de la civilisation dite "des loisirs".

L'urbanisation s'est traduite par une séparation des activités avec, dans le cas des aliments et en caricaturant la situation, à une extrémité de la chaîne le producteur et à l'autre extrémité le consommateur, ce dernier n'ayant plus aucune ou, au mieux, qu'une vague idée de ce qu'est l'agriculture et l'élevage. Les circuits commerciaux se sont multipliés, et ce plus seulement à l'échelle d'un seul pays.

Le travail des femmes auxquelles il était (et est encore) généralement confié l'achat des aliments et leur préparation culinaire, l'élévation du niveau de vie, l'accès aux loisirs se sont traduits par une diminution du budget ménager et du temps consacré à l'achat des aliments et à leur préparation.

Dans son histoire, de chasseur-cueilleur, l'Homme est passé à l'état d'agriculteur-éleveur, puis de pousseur de "caddie" dans les supermarchés. Les habitudes alimentaires se sont modifiées parallèlement.

Le consommateur, qui est aussi souvent le cuisinier, fait de plus en plus appel à des aliments déjà transformés, dont le degré d'élaboration les rend aptes sinon à une consommation immédiate du moins à une préparation impliquant moins d'interventions de sa part. Cela va du riz précuit ou d'une salade déjà triée et lavée aux innombrables potages "minute", plats cuisinés, appertisés ou surgelés ne nécessitant plus qu'un ajout d'eau et/ou un chauffage avant leur ingestion. La cuisine traditionnelle (souvent limitée au "week-end") fera, elle aussi, souvent appel au flacon de vinaigrette, aux pommes frites précuites ou, encore, au fond de sauce déshydratée qu'il ne reste plus qu'à délayer avec, parfois, un ajout personnel pour "la note maison".

La journée continue, l'éloignement du lieu de travail du lieu de résidence (pour les banlieusards) ont favorisé le développement de la restauration collective sur le lieu de travail (cantines) et autour de celui-ci (brasseries, chaînes de restauration rapide, etc...). Cette restauration collective, en partie sous la dépendance des Industries Agro-alimentaires, requiert des matières premières de qualité constante tout au long de l'année. Il en résulte des techniques de préparation différentes, faisant appel à des matières premières déjà modifiées et standardisées. Les préparations ainsi obtenues doivent non seulement être conservées à l'abri des altérations mais aussi conserver leurs aspects et leurs textures originels après conservation.

Rien de tout ceci ne pourrait être réalisé sans additifs.

2.2 - Maîtriser l'évolution technologique

Les objectifs de l'Industrie Agro-alimentaire vis-à-vis des consommateurs, ses clients, sont :

- l'*accessibilité* dans la *diversité*,
- la *commodité*,
- une *qualité régulière* pour un *coût raisonnable*.

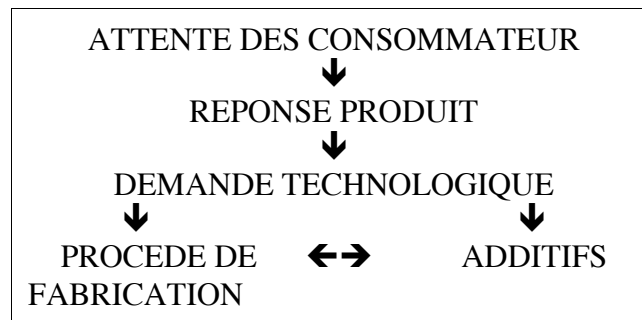
L'accessibilité, c'est la mise à disposition du produit quel que soit le lieu et, dans une certaine mesure, la saison. La commodité, c'est la facilité de la mise en oeuvre des produits.

Pour atteindre ces objectifs l'Industrie Agro-alimentaire se trouve d'abord confrontée aux mêmes difficultés que la ménagère, qu'il s'agisse de la préparation d'une mayonnaise, d'une béchamel, d'un cake, d'un bavarois ou d'un dessert lacté. On parlera de difficultés technologiques dans un cas et de "tour de main", de "savoir-faire" dans l'autre. Il lui faut résoudre les mêmes problèmes techniques : assurer la liaison de phases non miscibles (eau, huile), épaissir, dorer, relever le goût, sucrer, stabiliser, foisonner, conserver.

Pour ceci l'Industrie utilise, comme la ménagère, des émulsifiants, des épaississants, des gélifiants, des arômes, des colorants. L'usage rationnel des additifs alimentaires est le prolongement logique et industriel des pratiques ménagères. Les additifs permettent :

- d'assurer la stabilité physique de l'aliment (émulsifiants, antiagglomérants, gélifiants),
- de lui conférer une texture appropriée (épaississants),
- d'améliorer ou diversifier son aspect, son goût, et donc son appétence (colorants, agents de sapidité),
- de garantir sa qualité hygiénique (conservateurs, antioxygènes), sa valeur nutritionnelle,
- d'influer favorablement sur les coûts.

La démarche suivie peut être résumée par le schéma suivant :



2.3 - Maîtriser la qualité

L'additif contribue à la qualité des denrées alimentaires, concept que l'on peut décliner en trois notions essentielles (Figure 1).

Figure 1 : Additifs et maîtrise de la qualité.

a) La qualité hygiénique ou sanitaire

De nombreux produits alimentaires non conservés à basse température, présentent plus ou moins rapidement, un développement de micro-organismes altérant la qualité du produit et pouvant provoquer des intoxications graves, voire mortelles (botulisme) en cas de consommation. Si les chaînes de froid existent, elles sont mal applicables à certains produits (destruction des structures des produits riches en eau, synérèse à la décongélation). Dans ce cas l'utilisation de conservateurs permet d'éviter la dégradation sanitaire du produit.

La toxine botulique est l'une des toxines les plus virulentes que l'on connaisse. Elle est produite par *Clostridium botulinum*, un germe tellurique, qui peut se développer dans les viandes conservées dans de mauvaises conditions. Il a été la cause de nombreux décès avant que ne soit trouvée la technique de protection des viandes par les nitrates. Quoique provoquant des intoxications moins dramatiques, tout en restant très graves, d'autres micro-organismes tels que *Listeria*, *Escherichia coli*, *Salmonelles*, *Staphylocoques* sont combattus avec succès par l'emploi de certains acides organiques, sulfites ou phosphates.

Les antioxygènes retardent les processus de dégradation dus à l'oxygène, par exemple le rancissement des huiles, qui au-delà du mauvais goût imparti au produit les contenant, peuvent provoquer la formation de composés toxiques ou entraîner une perte de nutriments essentiels. Il s'agit, par exemple, des acides gras polyinsaturés et des vitamines liposolubles que l'organisme humain ne synthétise pas et qu'il lui faut trouver dans les aliments pour couvrir ses besoins.

b) La qualité organoleptique (saveur, couleur, odeur, texture)

D'autres additifs sont indispensables au maintien ou à l'amélioration des propriétés sensorielles des aliments tels que l'arôme, le goût, la couleur, la texture.

Ces qualités organoleptiques rendent les aliments appétents, agréables à consommer et en jouant sur elles on peut aussi jouer sur la diversité des aliments.

Des études de comportement et des tests réalisés avec les consommateurs ont montré que la couleur est indissociable de la qualité du produit. Un sirop de menthe qui n'est pas vert ou de cassis qui n'est pas rouge n'est pas reconnu donc non consommé, bien que les goûts de ces sirops soient par ailleurs les mêmes. Or la couleur d'un aliment résulte fréquemment de molécules peu résistantes aux traitements de transformation et/ou de préparation de cet aliment (qu'il s'agisse de traitements culinaires domestiques ou de procédés industriels) et doit souvent être restaurée en fin de traitement.

D'autres produits modifient la texture d'un aliment avec des notions très subtiles, mais néanmoins réelles, d'onctuosité ou de moelleux d'une crème ou d'une mousse. Ils répondent ainsi au plaisir recherché par le consommateur lors de la consommation de ces aliments. Ce sont les émulsifiants et/ou les épaississants. Ces deux fonctions technologiques, apparemment simples, justifient, à elles seules, la présence sur le marché d'au moins deux douzaines de substances.

Les additifs assurent ainsi la production régulière d'aliments de qualité, faciles d'emploi, au meilleur coût.

2.4 - Pourquoi tant d'additifs ? pourquoi tant de conservateurs ? d'antioxygènes ? de gélifiants ? d'émulsifiants ?...

Si l'on regarde attentivement la liste de la quarantaine de substances autorisées comme conservateurs, on s'aperçoit qu'elle ne représente qu'une quinzaine de "familles", chacune se déclinant en une variété de sels ou de dérivés (esters,...) justifiés par exemple par des critères de solubilité, de stabilité ou d'impératifs nutritionnels. Ainsi le sel de calcium d'une substance sera utilisé à la place d'un sel de sodium dans un aliment destiné à un groupe de population astreint à un régime très pauvre en sodium.

L'oxydation peut être combattue par une dizaine de produits, dont certains se révèlent plus efficaces que d'autres dans un milieu donné. Des synergies entre produits peuvent également exister procurant un effet plus important tout en utilisant moins de chacun des produits. C'est le cas des mélanges sorbates/benzoates et BHA/BHT/gallates.

Les nitrates, souvent décriés, n'ont pas encore pu être remplacés dans les produits de charcuterie-salaisons. Aucun produit n'a encore été trouvé possédant leur palette d'actions (couleur, stabilité, bactériostatique).

Chaque additif a sa spécificité et son utilité.

Dans notre monde actuel et compte tenu du mode de vie qui lui est associé, les additifs sont partie intégrante des aliments.

BIBLIOGRAPHIE

1. Directive du Conseil (89/107/CEE) du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine.
Journal Officiel des Communautés Européennes N° L 40 du 11 février 1989.
2. Directive du Conseil (79/112/CEE) du 18 décembre 1978 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant l'étiquetage et la présentation des denrées alimentaires destinées au consommateur final ainsi que la publicité faite à leur égard.
Journal Officiel des Communautés Européennes N° L 33 du 8 février 1979.
3. Circulaire du 8 août 1980 relative aux demandes d'autorisation d'emploi de substances destinées à être introduites intentionnellement dans les aliments (additifs et auxiliaires technologiques).
Journal Officiel - N.C. du 25 septembre 1980.
4. Décret N° 89-530 du 28 juillet 1989 portant création de la Commission de Technologie Alimentaire.
Journal Officiel de la République Française du 2 août 1989.
5. Recommandations de la Commission de Technologie Alimentaire concernant la présentation des dossiers (adoptées le 18 septembre 1991).
Bulletin Officiel de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes, 31 octobre 1991.
6. Bilan de six années d'activité de la Commission de Technologie Alimentaire, années 1989 à 1995.
Ind. Alim. Agr. novembre 1996 : 864-867.
7. Commission du Codex alimentarius.
Manuel de procédure, 9ème édition, 1995.
Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires.
8. Codex alimentarius, 2ème édition (révisée en 1995).
Volume 1A : Dispositions générales.
Section 5 : Principes généraux pour l'utilisation des additifs alimentaires.

RESUME

Pour qu'une substance puisse être employée comme additif dans une denrée alimentaire, l'industriel qui souhaite la mettre sur le marché ou qui souhaite l'utiliser doit démontrer, outre sa parfaite innocuité aux doses d'emploi préconisées, que son emploi proposé comporte des avantages démontrables au bénéfice du consommateur. En d'autres termes il convient de faire la preuve d'un "besoin" (justification technologique). Cette preuve doit être établie au moyen d'études appropriées montrant non seulement l'efficacité de l'additif, mais aussi que l'objectif/la fonctionnalité ne peut être atteint(e) par d'autres méthodes, c'est-à-dire, par exemple, soit par l'emploi d'additifs déjà autorisés, soit par le recours à des procédés physiques (cuisson, réfrigération, etc...), ou soit par de bonnes pratiques (par exemple : hygiéniques). Cet impératif d'une justification technologique est mentionné aussi bien dans les textes réglementaires communautaires que français ou, dans un contexte international, dans la norme générale pour les additifs alimentaires du Codex alimentarius.

Sans les additifs alimentaires de nombreux aliments quotidiens ne seraient plus disponibles sur le marché. Les additifs alimentaires permettent de maîtriser la nature pour disposer en toute saison d'aliments en quantité suffisante, sains et aussi variés que possible alors que l'urbanisation a éloigné l'Homme des ressources naturelles, elles-mêmes saisonnières. L'usage rationnel des additifs alimentaires est le prolongement logique et industriel des pratiques ménagères. Les additifs permettent d'assurer la stabilité physique de l'aliment, de lui conférer une texture appropriée, d'améliorer ou diversifier son aspect, son goût, et donc son appétence, de garantir sa qualité hygiénique, et d'influer favorablement sur les coûts. Disposer d'un nombre suffisant d'additifs présente deux intérêts : le premier est de pouvoir utiliser le meilleur additif adapté à chaque cas particulier et donc d'optimiser les résultats, le second est que la diversité des additifs alimentaires conduit à une consommation relativement faible de chacun d'entre eux alors que l'utilisation d'un petit nombre d'additifs pourrait conduire à un cumul important des doses de l'un d'entre eux.

III - PRINCIPAUX EMPLOIS D'ADDITIFS

BRIGAND G., CHAUMONTET C., LEROUX H., MANCHON Ph, MARTEL P., NORDMANN H.,
PASCAL G., RISSOTTI R., de SAINT-BLANQUAT G.

1 - LES COLORANTS A USAGE ALIMENTAIRE

MANCHON Ph.

Depuis la préhistoire, l'Homme a tiré des couleurs de minéraux, de végétaux et d'animaux pour donner un aspect plus plaisant à son corps, à son habitation, à ses temples ou à ses aliments. Depuis plus d'un siècle, se sont ajoutés de nombreux colorants de synthèse dont un certain nombre ont été utilisés pour colorer les aliments. La notion de couleur associée à tel ou tel aliment est profondément inscrite dans la culture et les comportements humains. Aussi bien dans le langage courant que dans le caractère indispensable de la couleur pour la valeur hédonique de la nourriture : à la fois satisfaction sensorielle et facteur d'assimilation.

De nos jours, l'emploi de colorants alimentaires semble indispensable dans un certain nombre de cas. En effet, la fabrication industrielle des aliments demande souvent qu'on les colore pour répondre aux attentes réelles des consommateurs. Cela doit cependant être accompagné d'une vigilance pour que la coloration ne serve pas à masquer un défaut et d'une éducation du public pour qu'il exige plutôt un bon goût qu'une coloration intense.

1.1 - Les colorants employés pour l'alimentation (voir la liste en Annexe 2)

a) Colorants naturels

- Les extraits d'insectes Cochenille (E 120), sont pratiquement les seuls colorants d'origine animale.

- Les colorants minéraux (E 170 à 175) sont d'emploi assez, voire très, limité.

- Venant des végétaux, les chlorophylles (E 140, E 141), la curcumine (E 100), les dérivés caroténoïdes ou congénères (E 160a,b,c,d et E161b), les anthocyanes (E 163) et le rouge de betterave (E 162) [lui-même mélange de plusieurs types, dont E 160], sont plus variés que les catégories précédentes et d'un emploi plus général. L'orcéine, extraite de lichens n'est plus autorisée dans l'Union Européenne. S'ajoute, bien évidemment à cette classe de colorants, le charbon végétal (E 153). Actuellement des extraits végétaux odoriférants qui contiennent des caroténoïdes ou des flavonoïdes, sont aussi candidats à figurer sur la liste des colorants autorisés.

b) Colorants industriels dérivés des sucres

- Les caramels colorants (E 150a,b,c,d) jouent un rôle notable dans les boissons. Ils sont différents des caramels culinaires ou pâtisseries qui ne sont pas considérés comme additifs.

c) Colorants synthétiques

- Reproduisant par voie chimique des molécules naturelles ou très voisines, quelques colorants dits "identiques au naturel" évitent la destruction des organismes vivants et assurent des spécifications plus suivies (E 101, E 160e,f, E 161g).

- Les autres colorants, non-naturels, sont quelques molécules choisies parmi plusieurs milliers des matières colorantes fabriquées par l'industrie chimique depuis tantôt un siècle et demi. Pour les aliments, on utilise soit des dérivés hétérocycliques (E 132, E 127, E104), soit des dérivés azoïques (E 102, E 110, E 122, E 123, E 124, E 128, E 129, E 151, E 155, E 180), soit des dérivés du triphénylméthane (E 131, E 133, E 142).

1.2 - Emergence et évolution de la réglementation des colorants

C'est la production des couleurs synthétiques qui a poussé en premier les pouvoirs publics à réglementer l'addition de colorants aux aliments, parce que les produits industriels pouvaient contenir des éléments nocifs (Cf. les instructions du Ministre de l'Intérieur en mai 1889, août et septembre 1890 et l'ordonnance de Police du 31 décembre 1890). Ce sont alors essentiellement les teneurs en Cuivre, Arsenic et Plomb qui doivent être surveillées, dans les couleurs synthétiques ou les pigments minéraux. Les couleurs de toute autre origine n'étaient pas réglementées. C'est l'arrêté du 28 juin 1912, en application de la Loi de 1905 qui allait changer les choses en introduisant la notion de "liste positive" pour les colorants ; ce qui allait modifier les mentalités. Cependant l'idée qu'on mettait si peu de colorant qu'il ne pouvait être dangereux était communément admise. Dans le même temps, les toxicologues prouvaient que certains colorants azoïques étaient cancérigènes pour les animaux. C'est entre 1906 et 1933 que plusieurs chercheurs ont montré la cancérisation par divers azoïques, spécialement par le *p*-diméthylamino-azobenzène, dit "jaune de beurre", car il servait à donner sa couleur jaune à la margarine. C'est l'origine de la notion de toxique pouvant agir à long terme en petite quantité, "par accumulation" et cela lança des études sur le mécanisme de cancérisation par les produits chimiques ingérés. Dans les années 1920 on a banni les azoïques liposolubles, alors qu'on admettait que les colorants azoïques hydrosolubles étaient sans danger ; mais on a continué à autoriser des nouveaux colorants.

Ce n'est qu'après la seconde guerre mondiale que les toxicologues ont réalisé de nombreux tests biologiques qui ont abouti à une sérieuse remise en cause de la plupart des colorants autorisés. Ce point de vue scientifique s'est traduit alors par une réglementation plus exigeante, ce qui a amorcé, entre 1940 et 1960, la décroissance du nombre de colorants portés sur les listes d'autorisation (par exemple : les ponceaux de Cumidine). Pour établir ces listes et les modalités d'autorisation, les différentes autorités nationales, communautaires et internationales sont conseillées par des instances scientifiques où siègent des chercheurs toxicologues. En France, la réglementation doit être conforme aux directives européennes. La directive 94/36 qu'on trouvera en annexe est le résultat de la huitième modification de la première directive sur les colorants.

Les colorants autorisés à ce jour dans l'alimentation sont tous des produits hydrosolubles ; la polarité qui découle de cette propriété assure de toute façon une absorption intestinale minimale de ces molécules.

Les quantités de colorants employées sont très faibles ; ils ont en effet un pouvoir de coloration intense ; souvent dix grammes d'une couleur suffisent à colorer convenablement une tonne de produit alimentaire fini !

Le désir des pouvoirs publics des pays développés de sauvegarder la santé publique et la conscience des biologistes qu'ils pouvaient apporter quelque chose pour éclairer les choix des décisionnaires ont permis de réaliser de nombreuses études, surtout pendant les Trente Glorieuses (1955 - 1985). De nos jours, un certain nombre de colorants sont "admis", mais peuvent toujours faire l'objet de retrait des listes si de nouvelles données amenaient quelques soupçons sur leur innocuité. La recherche sur leurs effets est sans doute moins intense mais persiste, notamment dans le domaine des allergies. Elle s'oriente actuellement vers d'autres colorants extraits de végétaux ou produits par des microorganismes.

1.3 - Quelques soucis se sont manifestés depuis une trentaine d'années

a) L'Amarante

Un colorant azoïque hydrosoluble, l'Amarante, reconnu comme de bon usage alimentaire jusqu'en 1968, se démarquait des azoïques liposolubles à pouvoir cancérigène, aussi bien par ses effets sur le métabolisme que par son excrétion importante. Des expériences réalisées par des chercheurs soviétiques allaient jeter sur lui une suspicion de possible cancérogénèse et même d'action fœtotoxique. Mais les chercheurs "occidentaux" allaient mettre en doute ces résultats, et obtenir des résultats contraires, même s'ils ont donné lieu, pour certains d'entre eux, à controverse. Sous l'égide de la FAO et de l'OMS, un grand programme de "révision" de la toxicité éventuelle de 25 colorants a été lancé par la FDA entre 1972 et 1975. Une étude complémentaire a été réalisée en Europe, à l'initiative de la CIAA, quelques années plus tard, sur quelques colorants, dont l'Amarante.

On peut donc dire que l'Amarante est aujourd'hui le colorant synthétique le mieux connu quant à ses effets biologiques. Mais les soupçons dont il a été l'objet sont à l'origine de restrictions d'emplois d'une prudence écartant même les dangers non confirmés.

b) La Tartrazine

Le métabolisme de cette molécule est un peu moins "rapide" que pour d'autres colorants azoïques. Malgré un danger éventuel d'accumulation qui pourrait résulter de cela, aucun effet nocif n'avait été relevé quant, vers 1974, l'opinion publique commença à s'inquiéter de l'ensemble des colorants, à la suite des informations circulant sur l'Amarante. Vers cette époque, on a soulevé la possibilité d'une action sensibilisante de la Tartrazine. En effet, des malades allergiques peuvent présenter des réactions d'intolérance, pouvant, à la limite, aller jusqu'au choc anaphylactique avec divers colorants, comme avec d'autres substances chimiques. Mais on a montré aussi que de telles réactions peuvent être dues aussi bien aux impuretés contenues dans les préparations qu'aux molécules colorantes elles-mêmes.

La Tartrazine a aussi été accusée de faciliter la nervosité des écoliers, mais les premières observations tendant à accréditer cet effet ne résistaient pas à une critique sérieuse. Des observations bien menées n'ont pu confirmer cette inquiétude.

Les experts et hygiénistes, dans leur ensemble et pour tous les pays, n'ont pas considéré que le risque de sensibilité à la Tartrazine était suffisamment répandu dans les populations, en dehors des malades sensibles par ailleurs à de multiples substances, pour entraîner des décisions de retrait.

c) L'Erythrosine

Molécule dérivée du xanthène portant quatre atomes d'Iode, ce colorant pouvait poser des questions quant au mécanisme de transport de l'Iode dans l'organisme. On a montré qu'elles ne se posaient pas sous cet aspect. Des expérimentateurs ont observé un impact thyroïdien avec des adénomes folliculaires chez des rats recevant dans leur régime une quantité importante d'Erythrosine (2 700 à 2 800 mg/kg.jour). On a pu expliquer cette action par une inhibition de l'enzyme transformant la thyroxine en triiodothyronine. Le jeu subtil des équilibres entre les différentes hormones thyroïdiennes et le rétrocontrôle de leur sécrétion s'en trouve troublé ; les hormones hypothalamique et hypophysaire (TRH et TSH) aidant, la thyroïde réagit par une hyperplasie et une hypertrophie. Les adénomes bénins qui en résultent sont parfaitement réversibles si l'on arrête le traitement par l'Erythrosine. L'évolution de ces adénomes en tumeurs malignes est controversée.

On dispose aussi d'observations chez l'Homme pour ce colorant. La dose sans effet est de 60 mg/jour par personne. Cette dose ne peut en aucune façon être atteinte par l'ingestion des cerises, bonbons ou boissons colorés par l'Erythrosine.

d) La Cantaxanthine

Caroténoïde de synthèse identique au naturel qui se rencontre chez des champignons, des crustacés, des poissons, etc..., ce colorant a donné des soucis à la suite de son emploi en doses massives dans certains traitements médicamenteux et dans les "pilules à bronzer". Il peut se déposer dans certaines parties de l'œil, notamment la rétine ("paillettes d'or" périmaculaires).

Comme la cantaxanthine est aussi donnée aux poissons d'élevage (truite saumonée) et aux poules pour que les jaunes des œufs soient bien jaunes, on avait craint que l'apport supplémentaire de ce colorant puisse rejoindre les doses qui avaient présenté ces inconvénients. En réalité on est très loin du compte si l'on admet qu'un adulte peut ingérer sans danger jusqu'à 3 mg par jour. Néanmoins les restrictions restent sévères puisque le seul emploi autorisé concerne les saucisses de Strasbourg.

1.4 - Les colorants en tête pour semer la rumeur

La révision, en 1974, par le Comité scientifique de l'Alimentation humaine, siégeant auprès de la C.E.E. a jeté naguère quelque trouble dans l'opinion publique. Dans son souci de la simplification de la liste européenne et d'harmonisation entre les Etats membres, il a décidé, de supprimer neuf colorants (E 103, E 105, E 111, E 121, E 125, E 126, E 130, E 152, E 181). Leur retrait n'était pas lié à des mauvaises informations sur le plan toxicologique ; il a simplement été dicté par le fait que leur dossier, sans être le moins du monde inquiétant, était moins complet que celui des colorants maintenus.

Mais l'information a été déformée : elle a été mêlée avec les soucis relatifs aux interprétations correctes à faire à propos de l'Amarante et de la Tartrazine. Une rumeur est née . . . (étudiée comme telle par les sociologues) difficile à extirper de la mentalité des consommateurs (voir le chapitre questions/réponses, plus loin dans ce dossier). Elle n'est point encore éteinte. Elle a laissé des traces : la lettre E suivie de trois chiffres est souvent ressentie comme un signal de défiance au lieu d'un sigle de confiance, par un certain nombre de consommateurs.

1.5 - Conclusion

Les colorants alimentaires sont actuellement autorisés après des études approfondies qui, malgré les inquiétudes qu'ils ont pu susciter par le passé, doivent donner tout apaisement sur leur innocuité. Cependant l'étiquetage informatif est nécessaire, pour eux comme pour tout additif, de façon à prévenir toute personne qui pourrait présenter une intolérance à tel ou tel d'entre eux.

3 - LES AGENTS DE TEXTURE

3.1 - Les épaississants, les gélifiants et les stabilisants

RIZZOTTI R., BRIGAND G.

La texture est une caractéristique fondamentale d'un produit alimentaire. Dans les aliments "simples" (fruits, légumes, viandes), elle contribue à leur spécificité au même titre que l'arôme et le goût. Dans les aliments complexes, elle peut être modifiée ou créée par le "formulateur" qui a alors à sa disposition toute la gamme des polyosides épaississants, gélifiants et stabilisants.

a) Nature et origine

Il y a plus de trente polyosides répertoriés à la CEE avec un code E--- attribué et des spécifications précises. Nous nous attachons à décrire les principaux :

	Carraghénanes	Alginates	Pectine	Xanthane	Guar	Caroube	CMC et autres dérivés de la cellulose	Amidons modifiés
<i>Code</i>	E407	E401---	E440	E415	E412	E410	E---466	E 1404---
<i>Fonction</i>	gélifiant	épaississant gélifiant	gélifiant	épaississant	épaississant	épaississant	épaississant	épaississant
<i>Origine</i>	algues	algues	pomme/citron	fermentation	graines	graines	cellulose chimiquement modifiée	grains tubercules

Tableau I : Principaux polyosides utilisés comme épaississants, gélifiants, stabilisants.

Excepté la gomme de xanthane et plus récemment la gomme gellane(E418) qui sont obtenues par fermentation, les polyosides sont d'origine végétale : algues, fruits, graines... Il faut également distinguer :

- Les polyosides naturels.
- Les polyosides modifiés ou semi-synthétiques, dérivés chimiques des premiers (amidons et celluloses modifiés).

Tous ces produits sont des polymères (macromolécules) avec généralement des masses moléculaires très élevées, et ils sont constitués d'enchaînements de sucres (glucose, mannose, galactose...) portant souvent des substituants tels que des fonctions acides carboxyliques, acétyles, sulfonates...

b) Fonction des texturants

Ce sont des macromolécules hydrosolubles, (hydrocolloïdes) capables, à des faibles doses, de lier une quantité importante d'eau et, par leur présence dans la phase aqueuse du produit alimentaire, de modifier son comportement. Cette modification rhéologique dépend, en plus de la dose utilisée, de la longueur des macromolécules mais aussi de leur rigidité et de leurs possibilités d'association.

Épaississement

S'il n'y a pas d'association forte entre les macromolécules, il y a seulement gêne à la mobilité (viscosité) qui dépend de l'espace occupé par la macromolécule en mouvement (volume hydrodynamique).

- plus la masse moléculaire est élevée, plus la viscosité est élevée.

- plus la molécule est rigide, plus la solution est visqueuse et se fluidise sous action mécanique (rhéofluidification).

Ainsi les solutions d'épaississants, tels que les gommes de guar et de caroube ou la carboxyméthyl-cellulose (CMC) par exemple, ont une viscosité indépendante de la vitesse d'agitation (comportement de fluide newtonien), si leur masse moléculaire est faible alors qu'elles sont rhéofluidifiantes pour des masses moléculaires élevées.

La constitution particulière de la macromolécule de xanthane lui confère une rigidité importante. Les solutions sont semi-gélifiées au repos, mais s'écoulent comme un liquide au-delà d'une certaine sollicitation (seuil d'écoulement).

Gélification

Si les macromolécules peuvent se rapprocher et créer entre elles des zones de jonction, elles forment alors un réseau tridimensionnel figeant la phase aqueuse ([Figure 1](#)).

Les zones de jonction sont le plus souvent obtenues par association de zones régulières des macromolécules :

- sous forme de spires ([Figure 2](#)), comme dans le cas des agars et des carraghénanes ; les gels sont alors thermoréversibles et parfois mécaniquement réversibles (thixotropie),

- sous forme de rubans plissés (pectines LM, alginate) réticulés par des ions calcium ([Figure 3](#)).

Si les zones de jonction ne sont pas trop importantes (maîtrise de la quantité de Calcium), ces gels peuvent être réversibles mécaniquement et thermiquement.

Figure 1

Figure 2

Figure 3

On peut également obtenir des gels par association de macromolécules différentes non gélifiantes (synergies) à condition qu'elles aient des parties lisses permettant leur rapprochement. C'est le cas, par exemple, des mélanges de gomme xanthane et de gomme de caroube.

La plupart des gélifiants peuvent être fonctionnels même dans des milieux simples tels que l'eau et une faible quantité d'électrolytes (potassium ou calcium pour les carraghénanes, calcium pour les alginates et les pectines LM). En revanche, les pectines HM (hautement méthoxylées) demandent un extrait sec important (60 %) et un pH faible < 3.

Stabilisation

Lorsque l'on cherche à éviter une séparation de diverses phases de l'aliment, on pourra utiliser :

- des hydrocolloïdes épaississants qui gêneront la mobilité par l'augmentation de la viscosité.

Ceux présentant un seuil d'écoulement seront particulièrement recherchés.

- dans le cas où l'augmentation de viscosité est une gêne (boissons), des gélifiants ayant des propriétés de thixotropie, utilisés à faible dose, permettent de créer un réseau tridimensionnel agissant comme un véritable filet. Les particules seront bloquées si les forces de jonction sont supérieures à celles qui provoquent leur déplacement.

c) Apport des texturants en formulation

La texture des produits traditionnels préparés selon les recettes d'origine et des techniques classiques est apportée par les ingrédients utilisés mais :

- si l'on s'écarte de la recette de base, en diminuant, par exemple, pour des raisons diététiques la quantité de sucre et/ou de matières grasses, la texture et la perception des arômes sont modifiées.

- si l'on s'écarte de la technique traditionnelle de fabrication, les actions mécaniques associées aux traitements thermiques détruisent souvent de façon irréversible la texture d'origine du produit. Il est nécessaire dans ces cas d'utiliser des texturants pour restaurer l'allure physique du produit.

Il est également possible, grâce aux texturants, de s'écarter de la tradition et de créer des nouveaux produits alimentaires de conception originale.

Il est difficile de passer en revue l'ensemble des produits alimentaires faisant appel aux texturants. Nous avons choisi quelques exemples illustrant leur intérêt.

Modification des formules de base

- Les confitures

Le consommateur souhaite retrouver les mêmes textures même quand la composition change comme dans le cas des confitures allégées.

Dans les confitures traditionnelles, on ajoute de la pectine HM pour compenser les variations de teneurs en pectine des fruits. Eu égard à la haute teneur en sucre, la confiture est bactériostatique et se conserve sans précaution.

Dans les confitures "plus de fruits, moins de sucre", la diminution d'extrait sec oblige à utiliser des pectines LM. De plus le produit doit être pasteurisé et sa durée de vie est limitée après ouverture du pot, s'il n'est pas conservé au froid, à moins d'ajouter un conservateur.

Dans le cas des confitures à calories réduites par utilisation de fructose et à l'extrême d'édulcorants, l'extrait sec est encore plus faible et il devient de plus en plus délicat de retrouver la texture d'origine. Il faut alors combiner les pectines avec d'autres texturants tels que guar, caroube, xanthane, amidons.

- Les glaces

La glace est une émulsion de matières grasses et d'air répartis dans une phase aqueuse et stabilisés traditionnellement par la lécithine d'oeuf. En l'absence d'oeuf, la stabilité est assurée par l'utilisation d'un émulsifiant et de divers polysaccharides stabilisants dans la phase aqueuse (guar, caroube, alginate...). Les stabilisants aident également à maîtriser l'évolution de la taille des cristaux au cours de la vie du produit.

- Les sauces type mayonnaise - Sauce salade

La stabilité d'une mayonnaise classique est assurée par la lécithine du jaune d'oeuf et les polysaccharides de la moutarde.

Les consommateurs américains d'abord, et européens ensuite, ont demandé un produit équivalent et moins calorique, c'est-à-dire contenant plus d'eau.

Grâce à ses propriétés spécifiques, la gomme xanthane redonne à ce type de produit :

- stabilité et maintien de l'émulsion pendant le stockage
- facilité d'utilisation : fluidification par agitation
- texture agréable à la dégustation.

- Les viandes

Par expulsion de leur jus de cuisson, certaines viandes deviennent sèches et peu agréables à consommer. La rétention du jus par les protéines de la viande peut être nettement renforcée en utilisant des carraghénanes gélifiants. On améliore ainsi la tenue, la tranchabilité et le caractère juteux des viandes de volaille, et des viandes comme le jambon peuvent être cuites directement dans l'emballage.

Modification des technologies

- Les desserts laitiers - Fabrication en continu

En formule traditionnelle, les flans contiennent du lait, des oeufs, de la farine, du sucre, de la vanille. La gélification est obtenue par cuisson au four dans des conditions très précises. Pour améliorer le côté diététique et rendre la fabrication plus industrielle, une autre solution a été recherchée. On s'est souvenu d'une pratique largement répandue depuis très longtemps le long des côtes bretonnes, normandes, irlandaises et canadiennes qui consistait à faire cuire des algues dans le lait. Au refroidissement il se formait un flan très apprécié. Industriellement, on utilise les carraghénanes extraits de ces algues qui grâce à leur réaction de synergie avec la caséine du lait peuvent être employés à un faible dosage. Avec une technologie très sûre, (traitement UHT en continu et conditionnement ultra propre), on peut ainsi préparer une gamme complète de desserts allant du lait gélifié, flan nappé, crème dessert, aux desserts multicouches suivant le type de carraghénane utilisé (Tableau II).

DESSERT	Laits gélifiés Flans en pots individuels	Laits gélifiés Flans avec nappage	Custard Type Crème dessert	Liégeois Type desserts multicouches	Desserts Foisonnés Type mousse
Formule	Liquide : Lait pour 100 % Poudre (pour arômes) : Sucre 10 - 14 % Poudre (pour texture) : Amidon 1,5 à 2				
Traitements	Mélanger les poudres. Disperser dans le lait. Chauffer				
CONDITIONNEMENT	Conditionner à chaud	Conditionner à chaud	Conditionner à chaud ou conditionner à froid	Conditionner après refroidissement. Ajout de la crème fouettée.	Introduction d'air ou foisonnement par de l'azote. Conditionner à froid.

Tableau II : Les différents types de desserts laitiers fabriqués avec des carraghénanes.

- Les produits laitiers - Crèmes UHT

Un traitement à très haute température (UHT) suivi d'un conditionnement aseptique permet d'améliorer la conservation des crèmes de lait et leur facilité d'utilisation.

Mais le risque de séparation de la matière grasse persiste ; ce problème a pu être résolu par l'utilisation à très faible dose (0,02 %), de carraghénane gélifiant, qui par synergie avec la caséine crée un véritable réseau qui emprisonne les globules gras et les empêche de remonter.

- Les produits laitiers acides de longue conservation

Lorsque l'on traite thermiquement un produit laitier fermenté de type yaourt sur un appareil en continu, on casse mécaniquement de façon irréversible sa texture. Au cours du traitement thermique les protéines ont tendance à se déshydrater provoquant un "sablage" caractéristique qui rend le produit inconsommable. Pour protéger les protéines au cours du traitement thermique et redonner la texture souhaitée au produit fini, on utilisera un ensemble d'hydrocolloïdes compatibles à la fois avec la technologie et l'environnement :

- stabilité et légère viscosité dans le cas des boissons apportées par la pectine HM
- épaissi dans le cas des produits dits brassés
- gélifié dans le cas des produits fermes.

d) Conclusion

On aurait pu multiplier les exemples pour montrer l'intérêt d'utiliser des texturants :

- pour stabiliser des laits chocolatés, des soupes (soupes de poisson), des crèmes fouettées en aérosols,

- pour créer une grande diversité de produits en poudre pour la ménagère et les collectivités : flans, mousses, crèmes pâtisseries en particulier celles stables au four grâce à la formation d'un gel alginaté de calcium,

- en tant qu' "améliorants" en Boulangerie-Pâtisserie permettant de redonner à la pâte la rhéologie recherchée suite à des modifications de formule (fibres, réduction calories...) ou de technologie,

- maintenir stables au four des fourrages aux fruits,

- restructurer des produits alimentaires par la formation d'un gel d'alginate de calcium et sa thermorésistance : fourrage piment d'olives, bardes de lard, légumes et fruits restructurés, encapsulation levure, boulettes de viande pour aliments animaux familiaux.

Ceci met bien en évidence tout l'intérêt qu'apportent les texturants en permettant de disposer d'un ensemble d'outils performants et sûrs, pour développer des produits bons et sains répondant exactement à l'attente des consommateurs.

3.2 - Les émulsifiants

LEROUX H.

Les émulsifiants sont la gamme d'additifs la plus utilisée dans l'industrie alimentaire. Environ 80 % des émulsifiants alimentaires appartiennent à la famille des monoglycérides et des esters de monoglycérides. La lécithine vient en seconde position suivie par d'autres produits comme les sucroglycérides et sucro-esters.

Les émulsifiants sont des composés amphiphiles : ils ont une structure qui comporte à la fois des fonctions hydrophiles et hydrophobes. C'est cette structure particulière qui est à la base de leurs propriétés émulsifiantes. En effet, ils se localisent à l'interface des phases eau/huile et stabilisent ainsi un système instable par nature.

Il faut noter que cette définition fonctionnelle n'est pas exhaustive et les fonctionnalités des émulsifiants sont beaucoup plus étendues : stabilisation des interfaces eau/air, formation de complexes avec l'amidon et les protéines, modification des formes cristallines, enrobage, lubrification, régulateurs de viscosité, agglomération des globules de matières grasses.

Ces propriétés ont des conséquences importantes pour les applications des émulsifiants dans les différents segments de l'industrie alimentaire.

a) Origine des émulsifiants

Monoglycérides et diglycérides (E 471)

- Procédé de fabrication

Les monoglycérides sont obtenus par glycérolyse (interestérisation) des triglycérides et du glycérol. Les triglycérides peuvent être d'origine animale (suif, saindoux) ou végétale (huiles de palme, soja, tournesol). La tendance aujourd'hui est en faveur des triglycérides d'origine végétale.

Selon les conditions de la réaction, on obtient un mélange contenant de 40 à 60 % de monoesters, 30 à 40 % de diesters et 10 à 20 % de triesters. Comme seuls les monoesters possèdent les propriétés recherchées, on purifie ce mélange en pratiquant une distillation moléculaire pour obtenir un monoglycéride contenant 95 % de monoester.

Stéaroyl-lactylates de sodium et de calcium (E 481, E 482)

Ils sont obtenus par estérification d'acide stéarique avec l'acide lactique en présence d'hydroxydes de sodium ou de calcium.

Ce type d'émulsifiant a des fonctionnalités étendues ; il est utilisé surtout dans les industries de cuisson.

Les esters de monoglycérides (E 472a, b,c,e)

Si on fait réagir sur les monoglycérides distillés des acides organiques : acide lactique, citrique, acétique ou tartrique, on obtient les esters de monoglycérides qui ont des fonctionnalités spécifiques et sont d'une grande importance pour certaines applications :

- *Esters diacétyl-tartriques de monoglycéride (DATEM) utilisés en panification comme agent conditionnant des pâtes.*
- *Esters lactiques de monoglycérides utilisés comme agent de foisonnement dans les desserts et les pâtisseries.*
- *Esters acétiques de monoglycérides utilisés comme agent filmogène dans les enrobages.*
- *Esters citriques de monoglycéride utilisés comme émulsifiant dans les émulsions de charcuterie.*

Esters de polyols (E 475, E 476, E 477, E 491, E 492)

On peut fabriquer des émulsifiants en utilisant des polyols autres que le glycérol :

- *propylène glycol ce qui donne les esters de propylène glycol*
- *di, tri ou tétraglycérol ce qui donne les esters de polyglycérol*
- *sorbitol ce qui donne les esters de sorbitol.*

Sucroglycérides et sucroesters (E 473, E 474)

Les sucroesters sont des esters d'acides gras provenant de l'estérification du saccharose par les esters méthyliques d'acides gras. Les sucroglycérides sont des mélanges obtenus par transestérification du saccharose et des triglycérides.

Les sucroesters sont définis par les teneurs en mono, di, tri, tétra, penta esters. Certains d'entre eux sont très hydrophiles.

Lécithines (phospholipides) (E 322)

Les lécithines sont obtenues par extraction de l'huile de soja au cours du procédé de raffinage. Les lécithines commerciales sont des mélanges de phospholipides (50 %), de triglycérides (35 %) et de glycolipides (10 %).

Les fractions de phospholipides les plus importantes sont la phosphatidylcholine (PC), la phosphatidyléthanolamine (PE) et phosphatidylinositol. La chaîne d'acides gras de l'huile utilisée pour la fabrication de la lécithine caractérise aussi les phospholipides.

Les applications des lécithines sont très diverses : boulangerie, chocolaterie, margarinerie.

Il est possible d'enrichir la lécithine en privilégiant certains constituants. On prépare ainsi des lécithines fractionnées dans l'éthanol et on obtient des fractions alcools-solubles et alcools-insolubles. (Voir dossier IFN N° 1 sur les lipides).

b) Caractéristiques et fonctionnalités des émulsifiants

Emulsification

Une émulsion est une dispersion de gouttelettes d'un liquide non miscible dans un autre liquide. D'autres substances peuvent être dispersées dans des liquides en donnant une mousse (gaz et liquide) ou une suspension (solide et liquide).

Les émulsifiants ont la propriété d'être absorbés en formant des films interfaciaux entre deux substances non miscibles. Ceci les rend indispensables dans l'industrie alimentaire qui utilise

fréquemment des mousses, suspensions et en particulier les émulsions. La propriété des émulsifiants de se fixer à l'interface de deux liquides non miscibles est due à leur structure moléculaire. La figure 4 ci-dessous montre comment une molécule de monoglycéride s'oriente à l'interface d'une phase aqueuse et huileuse. Le groupe polaire de la molécule a une affinité pour l'eau (hydrophile) dans laquelle il se dissout, alors que la partie acide gras hydrocarbonée de la molécule a une affinité pour l'huile (lipophile), et se dissout dans la phase grasse. Les émulsions d'eau et d'huile peuvent être du type huile dans eau (H/E), par exemple la crème glacée dans laquelle l'huile est la phase dispersée et l'eau la phase continue, ou du type eau dans huile (E/H), par exemple la margarine dans laquelle l'eau est la phase dispersée et l'huile la phase continue.

La structure de l'interface peut être beaucoup plus compliquée que celle indiquée sur les figures, en fonction de l'influence d'autres facteurs comme la concentration d'émulsifiant.

Les caractéristiques hydrophiles/lipophiles d'un émulsifiant sont parfois exprimées selon la table de la balance hydrophile/lipophile (valeur HLB) dans laquelle les substances ayant une valeur HLB faible sont relativement lipophiles et agissent comme émulsifiant eau dans huile alors que les substances ayant une valeur HLB élevée sont plus hydrophiles et donnent des émulsions huile dans l'eau. Cependant, dans l'industrie alimentaire, l'échelle HLB est d'une utilité restreinte en raison de la composition complexe des produits alimentaires.

D'autres effets, comme la formation de charges électriques aux interfaces (répulsion des gouttelettes), la taille des gouttelettes et la viscosité de la phase continue sont importants pour obtenir la meilleure stabilité possible.

Un exemple d'application bien connu est la margarine qui est une émulsion eau dans l'huile.

Dans les sauces émulsionnées, il s'agit d'émulsions huile dans eau comme la mayonnaise. Ces systèmes complexes comportent une grande variété de constituants dans la phase aqueuse : protéines, polysaccharides, acides, sels minéraux.

a

b

c

Figure 4 : a - Molécule de monoglycéride à l'interface eau/huile.
b - Emulsion huile dans eau.
c - Emulsion eau dans huile.

Etat physique : polymorphisme des émulsifiants

Pour les différents types d'émulsifiants, ce polymorphisme dépend de la structure chimique, de la température et de la teneur en eau et se traduit par des structures appelées mésophases.

En effet, les émulsifiants forment des cristaux liquides dans l'eau à une certaine température T_c (point Kraft) qui correspond à la pénétration des molécules d'eau entre les couches des groupes polaires de l'émulsifiant. On obtient les mésophases : Lamellaire, Hexagonale, Cubique.

La figure 5 montre le diagramme de phase d'un monoglycéride distillé et saturé :

Figure 5 : Diagramme de phase d'un monoglycéride distillé industriel.
(Krog. Chem. Phys. Lipides 2 (1968) 129-143)

Les fonctionnalités du monoglycéride distillé et ses applications seront différentes selon sa forme cristalline. Les mésophases lamellaires sont importantes pour les effets d'aération, stabilisation des émulsions, complexation de l'amidon.

Figure 6 : Représentation schématique de la formation d'une mésophase lamellaire liquide - cristalline et de la phase gel cristallin.
(Krog. Cereal Chem. 58 (3) 158-164)

Quand on refroidit la mésophase lamellaire à 45-50°C, avec 60 % d'eau, on obtient un gel alpha-cristallin qui permet l'effet de foisonnement dans les gâteaux.

Si on acidifie le gel, on obtient la forme bêta qui n'a plus l'effet d'aération mais qui conserve l'effet de complexation de l'amidon.

En fonction des points de fusion, il est possible de prévoir les formes stables et métastables des différents émulsifiants : par exemple, les esters lactiques de monoglycérides sont stables sous la forme alpha à température ambiante, par contre les monoglycérides distillés et saturés sont plus difficiles à stabiliser sous la forme alpha-cristalline.

Monoglycéride distillé et saturé

Ester lactique de monoglycéride

Applications :

- pâtisserie aérées (génoises) :

Il s'agit d'une émulsion/mousse contenant des particules de farine en suspension, du sucre et des protéines (oeufs).

Le monoglycéride sous forme alpha va jouer le rôle d'agent de foisonnement. La forme alpha du monoglycéride sera stabilisée par l'addition d'un ester lactique de monoglycéride (stable sous la forme alpha). L'émulsifiant forme un film à l'interface huile/air ce qui stabilise les inclusions d'air créées par l'action mécanique du batteur.

- crèmes desserts aérées, crèmes glacées :

Dans les crèmes desserts foisonnées, un émulsifiant comme l'ester lactique de monoglycéride va, dans un premier temps, avec les protéines, permettre la stabilisation de l'émulsion huile dans eau en formant un film alpha cristallin à la surface des globules gras et dans un deuxième temps, provoquer une réagglomération partielle et contrôlée des globules gras. Les inclusions d'air sont ainsi piégées dans cette structure en réseau ce qui stabilise le foisonnement.

Dans les crèmes glacées, le rôle d'un monoglycéride est du à sa capacité de former un complexe matière grasse/protéines. Le monoglycéride se place à l'interface matière grasse/protéine et eau. Pendant la congélation, l'émulsifiant présent dans la membrane du globule gras facilite une déstabilisation de cette membrane. On obtient ainsi une agglomération de ces globules, c'est ce réseau qui stabilise la texture de la crème glacée. Il s'agit d'un système complexe constitué de matière grasse, d'air et d'eau, cette dernière phase étant congelée.

Figure 7 : Interfaces matières grasses/protéines/eau.
(Stig Groven, Danisco Ingrédients)

Contrôles de cristallisation des matières grasses

Les triglycérides présentent différentes formes cristallines, on dit qu'ils sont polymorphes. En général, seule une de ces formes convient dans le produit alimentaire. Il s'agit des formes alpha, bêta et bêta prime. Quand une matière grasse est fondue et refroidie rapidement, elle cristallise sous la forme alpha qui est la plus instable avec le point de fusion le plus bas et elle aura tendance à revenir à la forme bêta qui a un point de fusion plus haut.

Cette transformation peut être empêchée par l'addition d'émulsifiant comme le tristéarate de sorbitol par exemple.

Application :

- effet anti-blanchiment (Anti-Bloom) dans le chocolat :

La cause la plus importante du blanchiment du chocolat est le caractère polymorphe du beurre de cacao. En effet, le beurre de cacao présente six formes cristallines différentes (γ , α , β'' , β' , β_2 , β_1). Il a été démontré que le blanchiment est la transformation d'une forme instable vers une forme stable. Si on favorise une forme stable par l'addition d'un émulsifiant, on évite la transformation cristalline indésirable et donc le blanchiment. L'ajout d'un tristéarate de sorbitan va permettre de stabiliser le beurre de cacao dans sa forme cristalline la plus stable : β_2 en abaissant son point de fusion.

D'autres émulsifiants sont utilisés dans les chocolats de couverture pour améliorer la rhéologie de cet enrobage :

- *la lécithine*

- *le polyricinoléate de polyglycérol*

La lécithine a un effet sur la viscosité et le polyricinoléate de polyglycérol a un effet sur le seuil d'écoulement.

Ces deux émulsifiants utilisés conjointement ont un effet synergétique qui permet d'abaisser à la fois le seuil d'écoulement et la viscosité des chocolats de couverture.

Dans la confiserie de sucre, les monoglycérides sont utilisés dans les caramels et les toffees pour obtenir une dispersion fine de la matière grasse, pour diminuer le collant sur les emballages et pour avoir une meilleure consistance.

Dans les chewing-gums, les monoglycérides et les esters acétiques de monoglycérides sont utilisés comme assouplissants dans la gomme base ce qui donne une meilleure plasticité.

Complexation de l'amidon

L'amidon est constitué d'amylose et d'amylopectine, carbohydrates composés d'unités de glucose. Quand l'amidon est mélangé à l'eau, puis chauffé, il gonfle et forme un gel dans lequel les deux constituants recristallisent lentement : c'est la rétrogradation de l'amidon qui est responsable du rassissement du pain.

Certains émulsifiants comme les monoglycérides distillés forment des complexes insolubles avec l'amylose et retardent ainsi la rétrogradation.

La formation de ce complexe est rendue possible par la structure du monoglycéride distillé qui pénètre à l'intérieur de la molécule en hélice de l'amidon.

Figure 8 : Formation du complexe amylose/monoglycéride.

Applications :

En panification, les monoglycérides distillés sont donc utilisés comme agents antirassissants ; ils jouent le rôle d'agents anti-collants dans les pâtes alimentaires, les flocons de pomme de terre et les céréales.

Dans les produits extrudés à base de farine, les monoglycérides facilitent le procédé d'extrusion par leur effet de lubrification.

Interaction avec le gluten

Certains émulsifiants comme les esters diacétyl tartrique de monoglycéride (DATEM) qui sont anioniques interagissent avec les protéines de la farine. Le DATEM remplace une partie des lipides de la farine associés au gluten. Il établit des liaisons hydrogènes avec ces protéines.

Le réseau de gluten est ainsi renforcé ce qui améliore sa viscosité et son élasticité lors de la production du gaz carbonique pendant la fermentation.

Applications :

Les émulsifiants qui interagissent avec les protéines de la farine sont utilisés dans les produits de cuisson à levure biologique : le pain, les viennoiseries et les pains spéciaux.

Ils permettent d'augmenter la tolérance des pâtes donnant une texture de mie plus fine, une augmentation du volume et un meilleur aspect.

c) Conclusion

Les émulsifiants présentent une grande diversité de possibilités d'emploi. En effet, leur utilisation en tant qu'émulsificateur n'est qu'une petite partie de leurs applications comme nous venons de le démontrer. Ils représentent une source d'innovation dans pratiquement tous les segments de l'industrie alimentaire.

Le métabolisme des monoglycérides ayant une chaîne d'acides gras de C_{12} à C_{20} est similaire à celui des triglycérides (matières grasses et huiles). Les monoglycérides n'ont pas d'effet sur la digestion comparable à celui des fibres. La valeur en calories d'un monoglycéride pour 100 g est de 850 Kcal/3600 Kj.

4 - LES EDULCORANTS INTENSES

NORDMANN H.

4.1 - Acésulfame K (E950)

Découvert de manière fortuite en 1967, l'acésulfame fait partie de la famille des dihydroozathiazinone dioxydes. Parmi les différents composés qui ont été testés, c'est le sel de potassium du 6-méthyl.-1.2.3-oxathiazine-4(3H)-one-2.2-dioxyde qui présente les meilleures propriétés sensorielles et techniques.

L'acésulfame K est obtenu à partir de dérivés de l'acide acétoacétique. Il se présente sous forme d'une poudre incolore, voire blanche, et n'est pas hygroscopique. Il possède une bonne stabilité en solution et supporte bien la cuisson.

Il possède un pouvoir sucrant environ 200 fois supérieur à celui du saccharose. Son goût sucré est rapidement perceptible.

D'un point de vue physiologique, l'acésulfame K ingéré n'est pas métabolisé mais éliminé tel quel dans les urines. La Dose Journalière Admissible fixée par la Commission mixte d'experts sur les additifs alimentaires (JEFCA) est de 15 mg/kg de poids corporel.

On le retrouve dans des denrées telles que les édulcorants de table, les boissons, les produits laitiers, les confitures et les marmelades, la confiserie, le chocolat, les gommes à mâcher, les produits de pâtisserie, les conserves en saumure ou au vinaigre, ainsi que les produits d'hygiène buccale et des produits pharmaceutiques.

4.2 - Aspartame (E951)

Contrairement à la plupart des édulcorants intenses, l'aspartame est un élément nutritif apportant 4 kcal/g. Toutefois, l'intensité édulcorante est telle que cet apport calorique est négligeable.

L'aspartame est un dipeptide de l'acide L-aspartique et de la L-phénylalanine sous la forme de son ester méthylé.

Il se présente sous forme d'une poudre blanche mais existe également en granulés. Sa stabilité est excellente en dessous de 8 % d'humidité. En solution, une partie de l'aspartame peut être hydrolysée, ce qui s'accompagne d'une réduction du pouvoir sucrant qui est, toutefois, moindre par rapport à la perte d'aspartame.

L'aspartame a aussi un effet renforçateur de certains arômes notamment ceux des fruits.

Récemment, une forme d'aspartame résistante à la cuisson a été développée.

De tous les édulcorants intenses, l'aspartame est celui dont le goût se rapproche le plus de celui du saccharose. Aucun arrière-goût amer, chimique ou métallique ne peut lui être attribué. Son pouvoir sucrant se situe entre 180 et 200 fois celui du saccharose.

L'aspartame figure parmi les additifs qui ont fait l'objet du plus grand nombre d'études physiologiques, ce qui a permis d'établir la preuve de son innocuité. Il se décompose au niveau de l'intestin en ses deux acides aminés constituants, la phénylalanine et l'acide aspartique, qui sont ensuite absorbés dans l'organisme au même titre que les mêmes acides aminés provenant d'autres aliments courants. La Dose Journalière Admissible fixée par le JEFCA est de 40 mg/kg de poids corporel, ce qui correspond, en termes de saveur sucrée, à 5 fois la consommation journalière moyenne de sucre pour une personne de 60 kg.

L'aspartame est actuellement utilisé dans plus de 5 000 produits à basses calories. Parmi les denrées susceptibles de le contenir, citons les boissons, les gommes à mâcher, les crèmes-desserts, les produits laitiers, les confitures, les produits de confiserie. C'est actuellement l'édulcorant le plus largement utilisé en France. Il est aussi employé dans les produits de la pharmacie.

4.3 - Cyclamates (E 952)

Les cyclamates comprennent l'acide cyclohexylsulphamique et ses sels de sodium et de calcium. Leur saveur sucrée a été découverte en 1937. Ils sont obtenus par sulfonation de la cyclohexilamine.

Les cyclamates se présentent sous l'aspect d'une poudre cristalline blanche. Ils sont très solubles dans l'eau et supportent de hautes températures.

Le pouvoir sucrant des cyclamates est de 30 à 40 fois supérieur à celui du saccharose. Il peut être doublé lorsque les cyclamates sont utilisés en association avec la saccharine, dont ils permettent de masquer l'amertume.

La Dose Journalière Admissible est fixée à 11 mg/kg de poids corporel. Les cyclamates ont été interdits en 1970 aux Etats-Unis par la Food and Drug Administration. Les problèmes toxicologiques étaient liés à leur conversion possible, dans l'intestin, en composés suspectés d'être cancérigènes. Actuellement, un grand nombre d'études ont montré que la consommation contrôlée de cyclamates ne présente aucun risque pour la santé.

Les cyclamates sont habituellement utilisés en association avec la saccharine. On les retrouve notamment dans les boissons, les confitures, les gommes à mâcher, les conserves de fruits et de nombreux produits de confiserie.

4.4 - Néohespéridine dihydrochalcone ou NHDC (E 959)

Les dihydrochalcones de certaines flavanones naturellement présentes dans divers végétaux sont dotées d'un pouvoir sucrant extraordinairement élevé. La plus intéressante de cette famille de composés est la néohespéridine dihydrochalcone (NHDC), édulcorant découvert dans les années soixante.

La NHDC est produite par hydrogénation de la néohespéridine. Celle-ci est le principal flavanone naturel de l'orange amère. La NHDC est stable à un pH et aux températures généralement mis en oeuvre lors de la fabrication des boissons édulcorées.

Avec un pouvoir sucrant d'environ 400 à 1 500 fois celui du sucre, la NHDC présente une saveur sucrée persistante à laquelle est associée une sensation de fraîcheur comparable à celle de la menthe. L'association de la NHDC à d'autres édulcorants intenses permet aussi de corriger et d'améliorer sensiblement l'arôme (l'amertume) de nombreuses denrées alimentaires et d'obtenir un effet de synergie. Il faut toutefois noter qu'à doses trop élevées, la NHDC a un arrière-goût de réglisse.

Dans l'organisme, la NHDC n'est pas absorbée en l'état. La flore intestinale la convertit en métabolites identiques ou similaires à ceux dérivés des dihydrochalcones flavanones naturels.

La Dose Journalière Admissible est fixée à 5 mg/kg de poids corporel.

La NHDC est intéressante principalement dans les gommes à mâcher, les bières, les boissons rafraîchissantes, les préparations de fruits, les glaces, les yaourts et dans les édulcorants de table.

4.5 - Saccharine (E 954)

Synthétisée pour la première fois en 1879, la saccharine est le plus ancien des édulcorants non caloriques.

La saccharine ou 1.2-benzisothiazoline-3-one 1.1-dioxyde peut être obtenue soit à partir du toluène (procédé Remsen-Fahlberg) soit à partir de l'anhydride phytalique (procédé Maumee).

Elle a généralement l'aspect d'une poudre cristalline blanche. Ses sels de sodium et de calcium sont très solubles dans l'eau. La saccharine résiste bien à la cuisson et à la conservation.

La saccharine présente un pouvoir sucrant d'environ 300 à 400 fois supérieur à celui du saccharose. Elle possède un léger arrière-goût métallique et amer, qui peut être atténué par l'association avec d'autres édulcorants intenses.

Du point de vue physiologique, la saccharine n'est pas métabolisée et est excrétée telle quelle par voie urinaire. Les éventuels effets toxiques suspectés à son sujet en 1977 n'ont trouvé aucune confirmation au travers des nombreuses études menées depuis cette date.

La Dose Journalière Admissible est de 5 mg/kg de poids corporel.

La saccharine possède un champ d'application particulièrement étendu. Elle convient spécialement pour les préparations alimentaires nécessitant l'utilisation de la chaleur en milieu aqueux, les pâtisseries et les plats cuisinés. On la retrouve également dans des boissons, des desserts lactés ou des produits de confiserie.

4.6 - Thaumatines (E 957)

Les thaumatines sont des édulcorants de nature protéique extraits du *Thaumatococcus Danielli*, un fruit ouest-africain plus communément appelé "fruit miraculeux du Soudan".

Trois protéines sucrantes d'un poids moléculaire proche de 22 000 peuvent être extraites de ce fruit : les thaumatines O, I et II. Elles sont constituées de 207 acides aminés et comprennent 8 ponts disulfure. Relativement sensibles à la chaleur, elles résistent cependant à une température de 100°C pour un pH de 5,5. Elles doivent être conservées en milieu stérile.

Le pouvoir sucrant des thaumatines est particulièrement élevé : 1 500 à 2 500 fois supérieur à celui du saccharose. Leur saveur sucrée est persistante et présente un arrière-goût de réglisse. Les thaumatines peuvent être utilisées comme exhausteurs de goût.

La nature protéique des thaumatines leur confère une valeur calorique de 4 kcal/g. Les faibles quantités mises en oeuvre justifient l'appellation d'édulcorant virtuellement acalorique. Elles sont reconnues comme étant des substances inoffensives et figurent sur la liste "GRAS" aux Etats-Unis ("generally recognized as safe").

La thaumatine est souvent utilisée en association avec la réglisse ou d'autres substances qui permettent d'obtenir des saveurs sucrées plus acceptables.

4.7 - Autre édulcorants intenses

La liste des substances dotées de propriétés édulcorantes et dont l'apport énergétique est nul ou négligeable est encore longue. Certaines d'entre elles sont en cours d'approbation pour l'Europe. C'est le cas du sucralose et de l'alitame.

4.8 - Intérêt nutritionnel

a) Hygiène dentaire

Bien que les édulcorants intenses soient issus d'une famille extrêmement hétéroclite, aucun d'entre eux n'est fermentescible par les bactéries de la flore buccale. Ils ne participent donc pas à la formation de la plaque dentaire ni à la production d'acide cariogène. Tous les édulcorants intenses sont non cariogènes. Leur emploi contribue de manière significative à une bonne santé dentaire.

b) Contrôle du poids

La surcharge pondérale est le résultat d'un déséquilibre entre les apports et les dépenses énergétiques. La réduction de la quantité d'énergie ingérée constitue une mesure prioritaire pour prévenir et pour traiter l'excès de poids. Bien que certains édulcorants intenses possèdent une valeur énergétique, la contribution calorique liée à leur consommation est négligeable. Tous les édulcorants intenses permettent, de ce fait, de réduire de manière significative le contenu énergétique de nombreux produits alimentaires, tout en maintenant la saveur sucrée.

L'intérêt des édulcorants dans la perte de poids a récemment fait l'objet d'une controverse. On les a accusés de stimuler l'appétit par le biais d'une sécrétion céphalique d'insuline. Ces affirmations ont été clairement démenties par une série d'études. Aucune différence significative ne peut être observée dans la sécrétion insulinaire consécutive à l'ingestion d'une solution contenant des édulcorants intenses par rapport à celle qui suit l'ingestion d'eau pure. Les édulcorants intenses ne stimulent donc ni la sécrétion d'insuline, ni la faim.

Toutefois, il faut bien se garder de croire que les édulcorants permettent de faire maigrir par eux-mêmes. C'est l'apport calorique global qui reste l'élément déterminant le plus important. Le recours aux produits contenant des édulcorants intenses permet de maintenir le plaisir du goût sucré tout en limitant l'apport énergétique par rapport aux produits traditionnels.

c) Diabète

Contrairement aux glucides, l'ingestion d'édulcorants intenses n'entraîne pas de sécrétion d'insuline, hormone absente ou déficiente chez les personnes diabétiques. Le contrôle de la consommation en sucre mais aussi en énergie est une mesure diététique élémentaire dans la prise en charge des patients diabétiques. Les édulcorants intenses offrent aux diabétiques la possibilité d'apprécier la saveur sucrée de nombreux produits avec une plus grande liberté.

4.9 - Aspects réglementaires

Dans la législation européenne, tous les édulcorants intenses sont considérés en tant qu'additifs alimentaires. Depuis 1995 leur utilisation est harmonisée au niveau de l'Union Européenne grâce à la directive 94/35/CE. A fin 1996 la directive 96/83 est venue compléter la directive précédente en élargissant le champ d'emploi en termes d'édulcorant, catégorie et dose maximum d'emploi. L'acésulfame-K, l'aspartame, la saccharine, le cyclamate, la thaumatine ainsi que la néohespéridine DC sont également listés dans la directive de la Commission concernant les critères de pureté n° 95/31/CE. Récemment, une directive concernant l'étiquetage des produits contenant des édulcorants est entrée en vigueur. Elle impose la mention "avec édulcorant" près de la dénomination de vente. Les produits contenant de l'aspartame doivent mentionner "contient une source de phénylalanine".

4.10 - Innocuité

Les édulcorants intenses visés par la nouvelle directive ont tous reçu l'approbation du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH) de la Commission Européenne. Leur innocuité est garantie dans les limites d'utilisation déterminées pour chacun d'entre eux. Précisons que le maintien de l'autorisation d'un édulcorant est subordonné à des évaluations régulières. Un paramètre important est le respect de la Dose Journalière Admissible (DJA). L'innocuité des édulcorants intenses dans l'alimentation est confortée par des études de consommation menées en Allemagne, au Danemark et en Grande-Bretagne. Celles-ci rapportent que, dans les conditions de consommation courantes, la Dose Journalière Admissible n'est pratiquement jamais atteinte.

5 - LES ANTIOXYGENES

MARTEL P., PASCAL G., CHAUMONTET C.

5.1 - Le rôle des antioxygènes en tant qu'additifs alimentaires

a) Nécessité technologique

Dans le domaine agro-alimentaire, les antioxygènes sont principalement utilisés pour prévenir ou retarder les phénomènes d'oxydation des aliments.

Les composants des aliments qui sont particulièrement sujets à l'oxydation, et qu'il convient de protéger, sont les composants qui comportent des doubles liaisons dans leur structure chimique : acides gras insaturés (constituants des triglycérides et des phospholipides, acides gras libres des graisses et des huiles), certains acides aminés (lysine, méthionine), vitamines (A, E), stérols, et pigments.

En effet, c'est au niveau des doubles liaisons que se déclenchent les processus de dégradation oxydative. Dans le cas des acides gras, par exemple, l'oxydation conduit à la formation de radicaux libres peroxydes et d'hydroperoxydes qui sont des espèces chimiques très réactives, donnant naissance à des réactions en chaîne se propageant au sein des lipides et des autres composants fragiles ; plusieurs facteurs interviennent sur la vitesse d'autoxydation des acides gras : le degré d'insaturation des acides gras, la pression d'oxygène, les radiations (rayons ultraviolets, radiations ionisantes), les pigments et enzymes qui agissent comme catalyseurs, et la présence de traces de métaux (cuivre, fer).

L'oxydation de ces composants provoque une altération des propriétés des aliments :

- propriétés sanitaires (génération de produits toxiques : par exemple, l'ingestion de lipides rances s'accompagne de symptômes de toxicité ; les hydroperoxydes des acides linoléique et linoléique sont mutagènes) ;

- propriétés nutritionnelles (destruction d'acides gras et acides aminés essentiels, et de vitamines) ;

- propriétés organoleptiques (flaveur, texture et couleur dégradées).

Aussi, l'industrie agro-alimentaire s'emploie-t-elle à prévenir les phénomènes d'oxydation afin de préserver la qualité des aliments au cours des procédés technologiques, du transport et du stockage. Pour supprimer ou ralentir l'auto-oxydation des lipides, deux types de mesures préventives peuvent être envisagées :

- supprimer les facteurs favorables à la propagation des réactions d'oxydation (emballage sous vide, emballage non métallique, conservation au froid et à l'abri de la lumière, ...)

- utiliser un catalyseur négatif qui réduise la vitesse d'auto-oxydation et empêche la réaction en chaîne de se propager : **un antioxygène**. L'antioxygène agit le plus souvent en bloquant la propagation de la réaction en chaîne : jouant le rôle d'accepteur de radical libre, il forme un radical-antioxygène stabilisé par résonance. Ce mécanisme s'accompagne de la consommation de molécules d'antioxygène. La molécule mère peut être régénérée sous l'action d'agents réducteurs (appelés agents synergiques).

Pour une meilleure efficacité, souvent, ces deux types de mesures doivent être combinées.

b) Antioxygènes autorisés.

De nombreuses molécules naturelles ou de synthèse sont dotées de propriétés antioxygènes. Les molécules utilisées en alimentation présentent, autant que possible, les caractères suivants :

- dépourvues de toxicité,
- sans odeur, ni saveur, ni couleur,
- efficaces à faible concentration,
- faciles à incorporer,
- résistantes aux traitements thermiques de cuisson et friture,
- disponibles à bas prix.

Il faut noter qu'un antioxygène ne peut être efficace que dans un aliment non dégradé, car il ne peut en aucun cas restaurer les propriétés altérées par l'oxydation.

Parmi les antioxygènes autorisés en France et en Europe (Tableau III) figurent des substances naturelles ou identiques aux composés naturels et des substances synthétiques (composés phénoliques).

Code CEE	Antioxygènes
E 300 E 301 E 302 E 303 E 304	Acide L-ascorbique L-Ascorbate de sodium L-Ascorbate de calcium Acide diacétyl 5,6-L-ascorbique Acide palmytil 6-L-ascorbique
E 306 E 307 E 308 E 309	Extraits d'origine naturelle riches en tocophérols Alpha-tocophérol de synthèse Gamma-tocophérol de synthèse Delta-tocophérol de synthèse
E 310 E 311 E 312	Gallate de propyle Gallate d'octyle Gallate de dodécyle
E 320	Butylhydroxyanisole (BHA)
E 321	Butylhydroxytoluène (BHT)

Tableau III : Antioxygènes autorisés en France et en Europe.

Les conditions d'emploi des antioxygènes dans les denrées alimentaires sont spécifiées dans la Directive Européenne 95/2 du 20 février 1995 (Tableau IV).

Denrées alimentaires	Antioxygènes (quantité maximale)*
<p>Jus de fruits et nectars. Confitures extra et gelées extra. Confitures, gelées et marmelades et autres pâtes à tartiner similaires à base de fruits, y compris les produits à valeur énergétique réduite. Bière.</p> <p>Pâtes fraîches. Foie gras, foie gras entier, blocs de foie gras.</p> <p>Laits de conserve totalement et partiellement déshydratés.</p> <p>Fruits et légumes non transformés, congelés, et surgelés. Fruits et légumes en conserve. Préparations de viande hachée fraîche, préemballées.</p> <p>Pain préparé exclusivement à partir des ingrédients suivants : farine de froment, eau, levure ou levain, sel. Pain courant français.</p> <p>Huiles et matières grasses non émulsionnées d'origine animale ou végétale (à l'exception des huiles vierges et des huiles d'olive).</p> <p>Huile d'olive raffinée, y compris huile de grignons d'olive.</p>	<p>E 300</p> <p>E 300-301</p> <p>E 300-301-304</p> <p>E 300-301-302</p> <p>E 300-301-302-304</p> <p>E 304-306-307-308-309</p> <p>E 307 (200 mg/l)</p>
<p>Préparations pour nourrissons en bonne santé.</p> <p>Aliments de sevrage pour nourrissons et enfants en bas âge en bonne santé :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Boissons, jus et aliments pour bébés à base de fruits et légumes. - Aliments à base de céréales contenant des matières grasses, y compris les biscuits et les biscottes. - Céréales, biscuits, biscottes et aliments pour bébés contenant des matières grasses. 	<p>E 306-307-308-309 seul ou en mélange (10 mg/l)</p> <p>E 300-301-302 Seul ou en mélange (0,3 g/kg) (0,2 g/kg)</p> <p>E 304-306-307-308-309 seul ou en mélange (0,1 g/kg)</p>
<p>Matières grasses et huiles pour la fabrication professionnelle des denrées subissant un traitement thermique. Huiles et matières grasses destinées à la friture, excepté l'huile de grignons d'olive. Saindoux, huile de poisson, graisses de boeuf, de volaille et de mouton.</p> <p>Mélanges prêts à l'emploi pour pâtisseries. Amuse-gueule à base de céréales. Lait en poudre pour distributeurs automatiques. Soupes, potages et bouillons déshydratés. Sauces. Viande déshydratée. Fruits à coque transformés. Assaisonnements et condiments. Céréales précuites.</p> <p>Granules de pommes de terre déshydratés</p> <p>Chewing-gum. Compléments alimentaires.</p>	<p>Gallates et BHA seuls ou en mélange (200 mg /kg de matière grasse) et BHT (100 mg/kg de matière grasse)</p> <p>Gallates et BHA Seuls ou en mélange (200 mg/kg)</p> <p>Gallates et BHA seuls ou en mélange (25 mg/kg)</p> <p>Gallates, BHA et BHT seuls ou en mélange (400 mg/kg)</p>
<p>* Dans le cas des antioxygènes E 300 à E 309, si la quantité maximale n'est pas spécifiée, c'est la règle du <i>quantum satis</i> qui s'applique : les additifs sont employés conformément aux bonnes pratiques de fabrication, la dose utilisée ne dépassant pas la quantité nécessaire pour obtenir l'effet désiré et à la condition de ne pas induire le consommateur en erreur.</p>	

Tableau IV : Conditions d'emploi des antioxygènes dans les denrées alimentaires.
Extrait de la Directive 95/2/CE du Parlement et du Conseil.

Notons que la tertibutylhydroquinone (TBHQ) qui est beaucoup utilisée dans le monde (Etats-Unis et pays dont la réglementation est alignée sur celle des Etats-Unis, (Tableau 4) n'est pas autorisée en Europe, pour le moment.

L'utilisation technologique des antioxygènes est fonction de leurs propriétés physico-chimiques (efficacité dans différents substrats, solubilité dans les huiles, les graisses ou les liquides aqueux ; stabilité thermique) **et de la nature de l'aliment à protéger**. Certains antioxygènes utilisés en mélange et à moins forte concentration (BHA/BHT/gallates) agissent en synergie.

Les huiles végétales qui contiennent naturellement une quantité notable de tocophérols se trouvent en partie protégées. En revanche, les huiles ainsi que les graisses (moins riches en antioxygènes naturels) destinées à subir des traitements thermiques importants (friture), en présence d'oxygène, doivent être protégées par incorporation d'antioxygènes.

Ainsi, par exemple, en France, l'emploi des antioxygènes est autorisé dans les matières grasses alimentaires à usage industriel, qui entrent dans la préparation des biscuits, mayonnaises, sauces émulsifiées, margarines, frites, aliments de snack.

Par ailleurs, les propriétés antioxygènes d'autres molécules peuvent être mises à profit. Il s'agit :

- d'une part, d'additifs alimentaires autorisés pour d'autres fonctions et présentant en plus des propriétés antioxygènes, tels que l'acide citrique (E 330), les citrates (E 331-332-333), les esters citriques (E 372c), les lactates (E 325-326-327), les lécithines (E 322), l'acide phosphorique (E 338), les orthophosphates (E 339-340-341), les tartrates (E 335-336-337-483) ;

- d'autre part, d'extraits d'épices et de plantes aromatiques. En particulier, les extraits de romarin comportent plusieurs substances (acide carnosolique, carnosol, rosmanol, acide rosmarinique, acide chlorogénique, acide caféique, ...) aux propriétés antioxygènes intéressantes. Pour l'instant, l'utilisation de ces substances à des fins technologiques antioxygènes n'est pas autorisée. Cette interdiction peut être contournée si ces extraits sont présentés comme aromatisants, à la condition que leurs propriétés antioxydantes ne soient pas mentionnées.

5.2 - Problèmes toxicologiques particuliers

Les antioxygènes, comme les autres additifs alimentaires obéissent à la règle de la liste positive (Cf. Chapitre VI). Si les antioxygènes qui figurent sur cette liste sont les mêmes depuis plusieurs décennies, les doses journalières admissibles (DJA), elles, ont fait l'objet de révisions par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine, CSAH (Tableau V).

Les études toxicologiques portant sur les antioxygènes naturels (extraits ou synthétisés : E 300 à E 309) indiquent que ces composés ne posent pas de problème particulier. C'est pour cela que leur dose journalière admissible, qui au départ était déjà relativement élevée, est actuellement non spécifiée.

En revanche, les antioxygènes phénoliques (qui sont des molécules artificielles) posent davantage de problèmes comme en témoigne l'évolution en baisse des DJA.

Antioxygènes	Nomenclature	Doses journalières admissibles (mg/kg de poids corporel)	
		1970-1983	Depuis 1987
Acide ascorbique et sels	E 300 à E 304	0-15	Non spécifié
Tocophérols	E 306 à E 309	0-15	Non spécifié
Gallates	E 310 à E 312	0-0,2	0-0,5 ^a
BHA	E 320	0-0,5	0-0,5 temporaire ^b
BHT	□ E 321	□□□ 0-0,5	0-0,05 ^c

a La DJA attribuée globalement aux trois gallates tient compte des effets sur la reproduction observés chez le Rat avec le gallate de propyle.
b La DJA se réfère à l'observation d'une toxicité hépatique chronique chez le Rat. Elle est temporaire en raison de l'absence de données sur la reproduction.
c La révision importante de la DJA s'appuie sur la dose maximale sans effet obtenue chez le Rat dans les études portant sur la reproduction, l'induction d'une hyperthyroïdie, et les effets hémorragiques.

□□

Tableau V : Evolution de la réglementation en Europe.
Avis du CSAH.

En plus des données toxicologiques qui permettent aux experts d'établir les DJA, on trouve des résultats qui méritent de retenir encore quelque temps l'intérêt des toxicologues : notamment, lors d'expériences réalisées sur des rongeurs, le BHA et le BHT à des doses relativement importantes se sont avérés capables dans certaines conditions expérimentales de favoriser le développement de tumeurs induites par des traitements cancérigènes : tumeurs de la partie antérieure de l'estomac, du rein et de la vessie chez le Rat avec le BHA, tumeurs du poumon chez la Souris et du foie chez le Rat et la Souris avec le BHT. Contrairement aux agents cancérigènes qui provoquent des lésions de l'ADN (génétoxicité) pouvant conduire à l'activation d'oncogènes ou à l'inactivation d'antioncogènes, **le BHA et le BHT ne sont pas génotoxiques, ils agissent comme des promoteurs de tumeurs.** La réglementation européenne actuelle, concernant l'alimentation, prévoit l'interdiction de toute molécule ayant une action cancérigène proprement dite, et dans le cas d'une action promotrice de tumeurs, elle tient compte de la dose maximale sans effet.

Ces dernières années, de nombreuses études ont apporté des précisions sur les niveaux de consommation des antioxygènes, leur devenir dans l'organisme et leurs mécanismes d'action aux niveaux cellulaire et moléculaire. Ainsi, par exemple :

- La consommation de BHA est généralement considérée inférieure ou égale à 0,1 mg/kg/jour. Toutefois, une étude portant sur la population canadienne et focalisée sur trois groupes d'âge (1-4 ans, 12-19 ans, et 19-65 ans) a montré que les quantités ingérées par personne et par jour dans les différents groupes d'âge sont voisines, ce qui représente une quantité relative (en mg/kg/j) trois fois plus importante chez les jeunes enfants (0,39) que chez les adultes (0,13), et proche de la DJA. **Cette étude suggère qu'à l'avenir les études devraient porter préférentiellement sur les jeunes enfants, qui semblent en fait être les plus exposés.**

- Au cours des traitements thermiques, les antioxygènes subissent une dégradation : par exemple, dans des conditions de friture profonde (1h à 190°C), le BHA et le BHT sont en grande partie décomposés en de nombreux produits d'oxydation qui sont absorbés dans les aliments. **Des études toxicologiques portant sur ces produits de décomposition seraient également nécessaires.**

- Les métabolites responsables de la néphrotoxicité induite par le BHA chez le Rat sont des produits de conjugaison de la TBHQ (dérivée du BHA par déméthylation) avec le glutathion.

- Dans le cas du BHT, l'oxydation réalisée par les cytochromes P450 conduit à la formation de métabolites très réactifs, BHTOH, BHTOOH et "BHT-quinone methide" qui semblent impliqués dans les effets promoteurs de tumeurs du BHT chez les Rongeurs. Parmi les mécanismes possibles, on trouve l'activation des "mitogen-activated protein kinases" (MAPK), l'activation du facteur de

transcription AP1 par induction des proto-oncogènes c-fos et c-jun, l'inhibition des communications intercellulaires. Ces résultats illustrent la **capacité des antioxygènes phénoliques à interférer avec les mécanismes biologiques qui contrôlent le fonctionnement et la prolifération des cellules.**

Les avis du Comité Mixte d'experts FAO/OMS sur les Additifs Alimentaires (JECFA) évoluent également au fur et à mesure que les dossiers toxicologiques se complètent (Tableau VI). Ils diffèrent en partie de ceux du CSAH (Tableau V). A l'avenir, les avis de ces deux Comités seront certainement harmonisés.

Antioxygènes	Doses journalières admissibles (mg/kg de poids corporel)					
	1973-1983	1986	1993	1995	1996	1997
Acide ascorbique et sels Palmitate d'ascorbyle	NS 0-1,25					
Tocophérols	0-2	0-2				
Gallate de propyle Gallate d'octyle Gallate de dodécyle	0-2 0-2 0-2	0-2,5	0-1,4 ^a 0-0,1 temp ^a 0-0,05 temp ^a		0-1,4 retirée ^c retirée ^c	
BHA	0-5	0-0,3□				
BHT	0-5	0-0,125		0-0,3 ^b		
TBHQ	0-5			□ 0-0,2		0-0,7 ^d
□ a DJA basée sur les doses sans effet dans une étude de toxicité chez le Rat. Dans le cas des gallates d'octyle et de dodécyle, du fait de l'absence d'études de cancérogénicité et de génotoxicité, le facteur de sécurité est 200, et la DJA est temporaire. b DJA basée sur une étude de toxicité à long terme (induction d'enzymes hépatiques) et une étude de reproduction chez le Rat. c Aucune des informations demandées en 1993 n'ayant été fournie, le JECFA a décidé de ne pas proroger les DJA temporaires des gallates d'octyle et de dodécyle. d La TBHQ est considérée comme non cancérogène chez le Rat est la Souris. La DJA est basée sur la dose sans effet des études de toxicité à long terme et de reproduction.						

Tableau VI : Evolution des avis du Comité Mixte FAO/OMS

□□

En conclusion, les antioxygènes sont des additifs utiles car ils contribuent à préserver les qualités sanitaires, nutritionnelles et organoleptiques des aliments. L'industrie dispose d'une panoplie de molécules dont la plupart sont à la fois efficaces et dénuées de toxicité. Dans l'avenir, l'utilisation des antioxygènes phénoliques de synthèse est, sans doute, appelée à diminuer au profit de molécules naturelles plus sûres qui sont autorisées ou qui seront amenées à l'être. Mais en l'état actuel des connaissances et sachant que les gallates, le BHA et le BHT sont en général consommés à des doses inférieures à la DJA, il est improbable que leur utilisation actuelle présente un risque important pour le consommateur.

BIBLIOGRAPHIE

III.1 - Les colorants à usage alimentaire (Ph. MANCHON)

Il paraît plus intéressant de signaler des revues permettant de voir quelles questions se sont posées au cours des années 1970 à 1985, que de signaler quelques études tout-à-fait ponctuelles plus récentes.

WALKER R. - The metabolism of azo compounds : a review of the litterature. *Fd Cosmet. Toxicol.*, 1970, **8** : 659-679.

DRAKE J.J.P. - Food colours - Harmless æsthetics or epicurian luxuries ? *Toxicology*, 1975, **5** : 3-42.

WALFORD J. Ed - Developments in food colors. Appl. Sci. Publ., London, 1980.

BERDDICK M. - Safety of food colours. *In* : J.H. HATHCOCK : Nutritional toxicology. Acad. Press., New-York and others towns, 1982, 383-434.

CONNING D.M., GAUNT I.F. - A review of toxicology of nine food colors. British industrial biological research Association, Carshalton, 1982.

Comité scientifique de l'alimentation humaine de la C.E.E. - Report of the scientific Comitee for food on colouring matters authorized for use in foodstuffs intended for human consumption. Bruxelles, 1983.

III.2 - Les conservateurs (G. de SAINT-BLANQUAT)

J.B. ADAMS - Food Additive-additives interactions involving sulfur dioxide and ascorbic and nitrous acids : a review - Fd. Chem., 1997, 59, 401-409.

Additifs et Auxiliaires de fabrication dans les IAA. Ed. J.L. MULTON, Tec. et Doc. Lavoisier, Paris, 1992.

F.D. CHIRCHESTER, F.W. TANNER - Antimicrobial food additives. Ed. by T.E. FURIA, CRC Press, 1972.

Y. DACOSTA - L'acide sorbique et les sorbates. Act. Scientif. Techn. Ind. Agro-Alim., 1994, 47, 98 pp.

P. FRISTCH, G. de SAINT BLANQUAT - Les nitrates et les nitrites, apports alimentaires et leur devenir. Sci. Aliment., 1992, 12, 563-578.

P. FRISTCH, G. de SAINT BLANQUAT - Nitrates, nitrites, nitrosamines. Aspects chimiques, environnementaux et approches toxicologique. Coll. Santé Société, 1994, 1, 20-52.

D.V. PARKE, D.F.V. LEWIS - Safety aspects of food preservatives. Fd. Add. Contam., 1992, 9, 561- 577.

E. QUATTRUCCI, V. MASCI - Nutritional aspects of food preservatives. Fd. Add. Contam., 1992, 9, 515-525.

B.R. THAKUR, R.K. SINGH, S.S. ARYA - Chemistry of sorbates. A basic perspective. Fd. Rev. Internat., 1994, 10, 71-91.

L. VITTOZZI - Toxicology of nitrates and nitrites. Fd. Add. Contam., 1992, 9, 579-585.

C.L. WALTERS - Reaction of nitrate and nitrite in foods with spécial reference to the determination of N-nitroso compounds. Fd. Add. Contam., 1992, 7, 717-768.

III.3 - Les agents de texture

3.1 - Les épaississants, les gélifiants et les stabilisants (RIZZOTTI R., BRIGAND G.)

GLICKSMANN M. - Gum Technology in the Food Industry. Academic Press, 1969.

DOUBLIER J.L., LISCH J.M., LAUNAY B. - Agents de Texture Alimentaire : Epaississants et Gélifiants. APRIA, 1975.

BLANSHARD J.M.V., MITCHELL J.R. - Polysaccharides in Food. Butterworths, 1979.

GLICKSMANN M. - Food hydrocolloids. CRC Press, 1982.

- BRANEN L., DAVIDSON M., SALMINEN S. - Food Additives. Marcel DEKKER Inc, 1990.
- HARRIS P. - Food Gels. Elsevier Applied Science, 1990.
- IMESON A. - Thickening and Gelling Agents for Food. Blackie Academic and Professional, 1992.
- DICKINSON E., WALSTRA P. - Food Colloids and Polymers : Stability and Mechanical Properties, Royal Society of Chemistry, 1993.
- WHISTLER R., BEMILLER J.N. - Industrial gums. Polysaccharides and their Derivatives. Academic Press, 3e Ed., 1993.
- STEPHEN A. M. - Food Polysaccharides and their Applications. Marcel DEKKER Inc, 1995.
- LAPASIN R., PRICL S. - Rheology of Industrial Polysaccharides. Theory and Applications. Blackie Academic and Professional, 1995.
- Les Hydrocolloïdes. SKW BIOSYSTEMS, 3e Ed., 1996.
- NUSSINOVITCH A. - Hydrocolloid Applications. Gum technology in the food and other industries. Blackie Academic and Professional, 1997.
- PENNY C. - Setting Standards in Gelling. Food Ingredients and Processing International, 1991, (11), 19-22.
- Focus on... GUMS. Anon, International Food Ingredients, 1992, (5), 55-59.
- XALABARDER R. - Funcionalidad de los aditivos. Alimentacion Equipos Y Tecnologia, 1992, 11 (3), 149-157.
- DOUBLIER J.L., THIBAUT J.F., AXELOS M. A.V. - Agents Epaississants et Gélifiants de Nature Glucidique. *In : "Additifs et Auxiliaires de Fabrication dans les Industries Agro-alimentaires"*. MULTON J.L., Tech & Doc LAVOISIER, 1992, 373-414.
- KAUR A., MINHAS K.S., SIDHU J.S. - Natural and Synthetic Gums : Properties and Uses in Food Industry. Indian Food Industry, 1993, 12 (2), 27-32.
- SCHERZ H. - Regeln der Konsistenz. Einsatz von Hydrokolloiden in Lebensmitteln. Lebensmitteltechnik, 1997, 29 (6), 52-54.

3.2 - Les émulsifiants (MARTEL P., PASCAL G., CHAUMONTET C.)

- KROG N. - Chem. Phys. Lipides 2, 1968, 129-143.
- KROG N. - Cereal Chem. 58 (3), 158-164.
- Stig Groven, Danisco Ingredients.

KROG N., OLESEN S.K., TORNAES H., JONSSON T. – Retrogradation of the starch fraction in wheat bread. Grindsted Products, Denmark.

KROG N. – Dynamic and unique monoglycerides. Grindsted Products, Inc., Overland Park, Kansas.

RIISOM T. KROG N., ERIKSEN J. – Amylose complexing capacities of cis- and trans-unsaturated monoglycerides in relation to their functionality in bread. Grindsted Products A/S, DK-8220 Braband, Denmark.

Food emulsions, edited by Stig Friberg, The Swedish Institute for Surface Chemistry, Stockholm, Sweden.

III.4 - Les édulcorants intenses (NORDMANN H.)

BAR A., BIERMAN C.H. - Consumption of intense sweeteners in Germany. In *Zeltshrift für Ernährungswissenschaft*, 1992, 31 : 25-39.

DEBAERT M. - La saccharine. *In* : Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les I.A.A., Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 1992, 502-516.

GILL J.M., BOYLE C., SPARK D. - Sweeteners. *Food ingredients focus* N° 1.

HARTEL B. - Influence des solutions composées d'édulcorants intenses sur la sécrétion d'insuline et le niveau de glucose sanguin. *Ernährungsumschau*, 1993, 40, 4 : 142-155.

HINSON A.L., NICOL W.M. - Monitoring sweetener consumption in Great Britain. *Food Additives and Contaminants*, 1992, 9, 6 : 661-681.

HOUGH L. - High-intensity, low-calorie sweeteners. In : *Low-Calorie Foods Ingredients*. Riaz Khan, Blackie Academic & Professional. Glasgow, 1993, 138-160.

KIM S.H., DUBOIS G.E. - Natural high potency sweeteners. In : *Handbook of Sweeteners*. Blackie. Glasgow and London, 1991, 118-135.

MOYAL M.F. - Caractéristiques générales des édulcorants intenses, non glucidiques, acaloriques. In : *Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les I.A.A.*, Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 1992, 456-465.

NORDMANN H., RIBIERE C. - L'aspartame. In : *Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les I.A.A.*, Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 1992, 470-476.

O'BRIEN NABORS L., GELARDI R.C. - Intense sweeteners. In : *Handbook of Sweeteners*, Blackie, Glasgow and London, 1991, 104-113.

TSCHANZ C., BUTCHKO H.H., STARGERL W.W., KOTSONIS F.N. - The Clinical Evaluation of a Food Additive. Assessment of Aspartame. CRC Press.

VERBRUGGEN R. - Sweeteners, current and pending status of European legislation. International Food Ingredients, 1993, 5 : 30-38.

VON RYMON LIPINSKI G., BOURGEAT D. - L'acésulfame K. In : Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides de charge dans les I.A.A., Tec & Doc-Lavoisier, Paris, 1992, 486-499.

III.5 - Les antioxygènes (MARTEL P., PASCAL G., CHAUMONTET C.)

Food Antioxidants : International perspectives. Food Chem. Tox., 1986, 24 (10-11), 1-1255.

Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine. 22ème rapport. CEE-Luxembourg, 1990, 59p.

Food antioxidants. Hudson B. J. F., Elsevier. Applied Food Science Series. 1990, 317 p.

MARTEL P., PASCAL G. - Additifs antioxygènes. Dans "Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires". APRIA, Ed. J.L. Multon, 1992, 191-223.

Directive 95/2/CE du Parlement Européen et du Conseil, du 20 février 1995, concernant les additifs autres que les colorants et les édulcorants (dite Directive "additifs divers"). Journal Officiel des Communautés européennes, 18 mars 1995, L 61.

Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Food Additives Series. International Programme on Chemical Safety (IPCS). WHO, Genève.

- N. 21, 1987 (BHA).
- N. 32, 1993 (Gallates).
- N. 35, 1996 (BHT, TBHQ).
- Rapport technique N. 868 (Gallates).

Butylated hydroxyanisole mechanistic data and risk assessment : conditional species-specific cytotoxicity, enhanced cell proliferation, and tumor promotion. Whysner J. and Williams G. M., Pharmacol. Ther., 1996, 71 (1/2), 137-151.

RESUME

Les colorants à usage alimentaire (Ph. MANCHON)

Les colorants autorisés pour usage alimentaire sont tirés d'animaux (Cochenille) ou de plantes, ou bien sont préparés par l'industrie chimique : dérivés des sucres (caramels colorants) et corps de synthèse organique, ces derniers pouvant reproduire des molécules existant dans la nature.

Si l'on a veillé d'abord à ce qu'ils ne contiennent pas d'impuretés toxiques, dès le début du siècle, des chercheurs ont pu mettre en évidence une toxicité à long terme pour de petites doses, et notamment une action cancérogénétique, pour certains d'entre eux. Les années 1940 à 1985 illustrent les efforts des toxicologues pour préciser lesquels présentaient un danger moindre et trouver ceux dont l'innocuité était satisfaisante. La seconde moitié du siècle ajoute les efforts des pouvoirs publics pour harmoniser les législations en fonction des résultats de la recherche et pour répondre aux soucis de protection des consommateurs. La liste européenne d'aujourd'hui peut donner tout apaisement à cet égard.

Les conservateurs (G. de SAINT-BLANQUAT)

Les conservateurs constituent une classe d'additifs alimentaires indispensables car ils permettent de garder les aliments dans des conditions hygiéniques satisfaisantes permettant de limiter notamment des toxi-infections alimentaires. Ils contribuent (à côté de procédés physiques tels que l'appertisation, l'irradiation, la congélation) à la qualité sanitaire des aliments. Les composés les plus connus sont les nitrates et les nitrites (largement utilisés en charcuterie), les sulfites, l'acide sorbique et l'acide benzoïque avec leurs dérivés. Selon des conditions d'hydrophilie et de pH, ces additifs ont des spectres d'action sur diverses classes de micro-organismes et donc des emplois justifiés et précis. Cependant leur action inhibitrice sur des processus biologiques induisent inévitablement des manifestations d'ordre toxique d'où l'établissement de Doses Journalières Admissibles et des Autorisations d'emplois adéquates permettant une gestion des risques dans l'équilibre "Bénéfice / Risque".

Les agents de texture

- Les épaississants, les gélifiants et les stabilisants (RIZZOTTI R., BRIGAND G.)

La texture est une caractéristique fondamentale du produit alimentaire. Elle contribue largement à son succès auprès du consommateur. Naturellement présente dans les aliments simples (fruits, légumes, viandes...), elle peut être apportée par "le formulateur" dans les aliments plus complexes en utilisant un ensemble de produits texturants : épaississants - gélifiants - stabilisants.

Ce sont des macromolécules hydrosolubles (hydrocolloïdes) dont les propriétés sont directement liées à leur composition chimique et leur structure macromoléculaire.

L'utilisation de ces propriétés a été illustrée par quelques exemples montrant leur contribution dans l'évolution des produits alimentaires.

- Les émulsifiants (LEROUX H.)

Les émulsifiants présentent une grande diversité de possibilités d'emploi. En effet, leur utilisation en tant qu'émulsificateurs n'est qu'une petite partie de leurs applications. Ils représentent une source d'innovation dans pratiquement tous les segments de l'industrie alimentaire.

Le métabolisme des monoglycérides ayant une chaîne d'acides gras de C_{12} à C_{20} est similaire à celui des triglycérides (matières grasses et huiles). Les monoglycérides n'ont pas d'effet sur la digestion comparable à celui des fibres. La valeur en calories d'un monoglycéride pour 100 g est de 850 Kcal/3600 Kj.

Les édulcorants intenses (NORDMANN H.)

Les édulcorants constituent une classe d'additifs qui permettent de satisfaire le goût sucré. Leur intensité est variable et la qualité de leur goût dépend de la dose et du milieu dans lequel ils sont appelés à se développer.

Ils permettent de donner aux aliments un goût sucré tout en réduisant pratiquement à zéro le nombre de calories provenant originellement du sucre dans l'aliment en question. La plupart des édulcorants ont également un effet exhausteur du goût.

Le facteur limitant pour leur emploi est leur manque de masse dans les applications où celle-ci est essentielle en biscuiterie par exemple.

De nombreux travaux en technologie alimentaire démontrent qu'il est possible d'obtenir cette masse par l'utilisation de polyols. Le facteur limitant quant à l'utilisation des polyols est leur effet laxatif à partir d'une certaine concentration.

Les antioxygènes (MARTEL P., PASCAL G., CHAUMONTET C.)

L'utilisation des antioxygènes comme additifs alimentaires permet de prévenir ou de ralentir l'oxydation des composés lipidiques des aliments et donc d'éviter ou de limiter le rancissement, la décoloration ou l'apparition de saveurs indésirables. L'antioxygène augmente ainsi la durée de vie d'un aliment et préserve ses qualités nutritionnelles (réduction de la perte en vitamines et acides gras essentiels). Les antioxygènes autorisés en France et en Europe sont :

- des molécules naturelles, telles que l'acide ascorbique et ses dérivés (E 300 à E 304), les tocophérols et extraits naturels riches en tocophérols (E 306 à E 309). Aux doses utilisées, ces antioxygènes ne présentent pas de problèmes toxicologiques particuliers, aussi leur dose journalière admissible (DJA) est-elle non spécifiée ;

- des molécules de synthèse, gallates de propyle, d'octyle et de dodécyle (E 310 à E 312), butylhydroxyanisole ou BHA (E 320) et butylhydroxytoluène ou BHT (E 321). Ces antioxygènes, qui exercent divers effets toxiques chez l'animal ont une DJA spécifiée : 0-0,2 ; 0-0,5 temporaire ; et 0-0,05 respectivement.

IV - ADDITIFS ET SECURITE ALIMENTAIRE

PASCAL G.

1 - PRINCIPES GENERAUX D'UTILISATION ET D'EVALUATION DE LA SECURITE DES ADDITIFS

Les principes généraux d'utilisation furent établis en 1956 lors de la première réunion du JEFCA, puis des principes similaires furent rapidement appliqués par la Commission Européenne et les Etats membres, dans le but de développer une réglementation dans le domaine des additifs.

Ces principes généraux d'utilisation des additifs pourraient être résumés de la façon suivante :

- leur utilisation doit être autorisée, c'est-à-dire qu'ils doivent être inclus dans une liste positive ;
- ils ne doivent présenter aucun risque pour la santé des consommateurs ;
- il ne doit exister aucun risque de tromper le consommateur sur la qualité du produit, ou d'encourager des techniques défectueuses de production ou de distribution.

Par exemple, les critères généraux d'utilisation des additifs dans l'Union Européenne sont décrits dans l'Annexe II de la directive, cadre 89/107/CEE.

Il est inutile de développer ici les aspects qui ne concernent pas l'évaluation de la sécurité des additifs et qui sont traités en particulier dans le chapitre consacré à la réglementation.

L'évaluation de la sécurité est réalisée, aux plans national, européen ou plus largement international, par des comités d'experts constitués de scientifiques possédant des compétences complémentaires (biochimistes, physiologistes, toxicologues, nutritionnistes, généticiens, chimistes alimentaires...) nommés à titre strictement personnel et qui ne représentent les intérêts ni de groupes socio-professionnels ni d'Etats. Citons parmi les plus importants, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF, Section de l'Alimentation et de la Nutrition), le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH) de l'Union Européenne et le « Joint Expert Committee on Food Additives » (JECFA), comité mixte FAO/OMS*, organe scientifique du Codex alimentarius au plan international.

* FAO : Organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture
OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Ces comités scientifiques sont consultatifs et ne prennent donc pas de décisions, mais fournissent des avis aux décideurs politiques. Il est vrai que ces avis sont très majoritairement suivis aux plans national ou européen (surtout, puisque la législation concernant les additifs est largement harmonisée). Il ne peut en être de même au plan international puisqu'il n'existe pas de réglementation harmonisée à ce niveau. Pourtant, les avis du JECFA revêtent aujourd'hui une considérable importance en cas de conflit entre Etats dans le cadre de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) et de ses accords Sanitaires et Phyto-Sanitaires (mesures SPS). Les avis du JECFA servent en effet de référence scientifique pour l'établissement des positions du Comité du Codex sur les Additifs Alimentaires et les Contaminants (CCAAC).

Ces comités scientifiques basent toutes leurs évaluations de la sécurité des additifs alimentaires sur le concept de Dose Journalière Admissible (DJA), concept qu'il convient maintenant de développer.

2 - UN PEU D'HISTOIRE

Durant la période 1950-1962 ont été élaborés les grands principes d'évaluation toxicologique des substances présentes dans les aliments, soit par accident, soit de façon délibérée, comme dans le cas des additifs. La protection de la santé des consommateurs était le but de ces débats initiés par des organismes internationaux comme l'OMS, la FAO, l'Union Internationale contre le Cancer, le Conseil de l'Europe et le Comité Européen pour la Protection contre les Risques de Toxicité chronique, plus connu sous le nom d'EUROTOX*.

En septembre 1955, une conférence co-organisée par la FAO et l'OMS, à Genève, recommandait aux directeurs des agences d'organiser des réunions régulières d'un comité mixte FAO/OMS d'experts pour étudier les problèmes inhérents à l'utilisation des additifs.

Le JECFA a été créé à ce moment-là.

Lors de sa réunion inaugurale à Rome en décembre 1956, le JECFA a établi les principes généraux qui devaient gouverner l'utilisation des additifs, comme cela a déjà été mentionné, et a insisté en particulier sur le principe des listes positives pour protéger la santé des consommateurs.

Le principal effet de cette décision fut d'interdire l'utilisation de toute substance non autorisée sur des bases toxicologiques suffisantes.

* En juin 1989, EUROTOX est devenu la Fédération des Sociétés Européennes de Toxicologie.

Lors de leur deuxième réunion à Genève en juin 1957, les experts du JECFA, dans leur rapport final intitulé « Evaluation des concentrations probablement inoffensives pour l'homme », ont écrit : « *D'après ces différentes recherches un niveau de dosage qui n'a pas d'effets démontrables chez les animaux utilisés peut être établi. Dans l'extrapolation de cette valeur à l'homme il est souhaitable d'avoir une marge de sécurité* ». La notion de Dose Journalière Admissible (DJA) a commencé à prendre forme.

C'est à l'occasion de la 6ème réunion du JECFA à Genève, en juin 1961, que le Professeur R. Truhaut a réellement élaboré ce concept de Dose Journalière Admissible dans un document de travail.

Depuis 1961, la définition de la DJA a été discutée et clarifiée. La définition retenue dans le rapport OMS de 1987 (1) est la suivante : « *Dose Journalière Admissible : une estimation par le JECFA de la quantité d'un additif, exprimée sur la base de la masse corporelle, qui peut être ingérée quotidiennement tout au long de la vie sans risque notable pour la santé* ».

3 - COMMENT S'APPLIQUE LA NOTION DE DJA

La DJA est exprimée sur une échelle de 0 à une limite supérieure (en mg/kg de masse corporelle), qui est considérée comme étant la limite d'acceptabilité de la substance. Les DJA sont données seulement pour des substances qui sont excrétées par l'organisme dans les 24 heures, et qui par conséquent ne s'accumulent pas.

La DJA est calculée en divisant par un facteur de sécurité la plus haute dose ne donnant pas d'effet négatif (NOAEL) durant les tests effectués sur les animaux. Dans le cas des additifs le facteur de sécurité est généralement fixé à 100. Ce facteur de 100 doit être considéré comme comprenant deux facteurs de 10 : 10 pour prendre en compte les différences entre les animaux et les êtres humains et 10 pour prendre en compte les différences inter-individuelles dans l'espèce humaine dont la variabilité du patrimoine génétique est bien supérieure à celle des lignées d'animaux de laboratoire (1). Selon ce principe, si un NOAEL peut être défini à partir des observations faites sur l'homme, un facteur de sécurité de 10 seulement peut être choisi (2).

Dans une revue sur la pertinence d'un facteur 100 pour prendre en compte les différences inter-espèces et inter-individuelles à la fois dans le devenir de la substance chimique (cinétique) et dans son action dans l'organe cible (dynamique), Renwick (3) a conclu que la valeur de 100 était raisonnable. En 1992, ILSI-Europe a organisé une réunion sur « L'évaluation scientifique du facteur de sécurité pour la DJA ». Lors de cette réunion, Renwick a proposé un schéma selon lequel des données pertinentes pour l'évaluation de la sécurité d'un composé, par exemple des différences de toxico-cinétique entre espèces, peuvent contribuer quantitativement au facteur de sécurité. Pour rendre cela possible, il a été proposé de subdiviser chacun des facteurs 10 en deux facteurs distincts pour prendre en compte les différences de toxico-cinétique et de toxico-dynamique. Des facteurs de sécurité supplémentaires ont aussi été proposés pour prendre en compte la nature ou le degré de la toxicité et l'adéquation de la base de données (4).

Cette approche améliorée de la détermination du facteur de sécurité a été testée sur quelques cas en relation avec les additifs : BHA, saccharine et érythrosine. La conclusion fut que « *Le schéma proposé par Renwick est compatible avec les bases de données et les procédures existantes. Il fournit un moyen pour l'incorporation des données appropriées dans l'évaluation de la sécurité comme le développe la science toxicologique. De plus, il aide à identifier les données qui pourraient contribuer de la façon la plus significative à la dérivation d'un facteur de sécurité et par conséquent à l'évaluation du risque* » (5).

Force est cependant de reconnaître que rares sont les cas où les données de toxico-cinétique et de toxico-dynamique sont suffisantes pour appliquer l'approche proposée par Renwick. C'est donc toujours le facteur 100 qui est utilisé le plus souvent. Il peut cependant être modulé (en plus ou en moins, voir ci-après) selon la nature des données toxicologiques disponibles.

3.1 - Détermination du NOAEL

La notion de NOAEL a pour origine la notion pharmacologique traditionnelle de relation dose-effet par laquelle les effets d'agents chimiques sur les systèmes biologiques peuvent être contrôlés. En corollaire, il doit y avoir une dose seuil en dessous de laquelle aucun effet n'est produit. On notera cependant l'observation maintenant célèbre du Professeur Truhaut : « *Lorsqu'on parle de doses toxicologiquement sans effet en expérimentation on ne doit jamais oublier que seule une dose de 0 est vraiment sans effet : toutes les autres doses ont un effet, même s'il est très petit. Un proverbe français dit : « Crachez dans le port du Havre et la mer montera à San-Francisco ». Evidemment, les effets à cette échelle sont dénués de signification pratique, dans le sens qu'une augmentation de cet ordre du niveau de la mer à San-Francisco n'a pas de conséquences néfastes - elle ne fera pas chavirer le bateau ancré dans la baie -* » (6).

La vraie question qui se pose aux toxicologues est la suivante : Qu'est-ce qu'un effet ayant une signification toxicologique ?

Pour citer de nouveau les paroles du Professeur Truhaut, qui reflètent largement l'opinion générale de la communauté scientifique : « *Le toxicologue doit interpréter les résultats d'une approche particulière dans un contexte intégré tenant compte de paramètres tels que les propriétés physico-chimiques, la relation structure/activité, les conditions d'utilisation et d'exposition, et les données toxico-cinétiques, notamment la biodisponibilité, la conversion métabolique, la distribution dans les liquides et les tissus corporels, et le taux d'excrétion. L'interprétation de cet ordre requiert naturellement une grande compétence basée sur beaucoup d'expériences accumulées, mais fait aussi appel à l'intelligence et au bon sens essentiel au jugement* » (6).

Une conséquence de cette observation fondamentale est qu'il n'est pas possible de proposer un cadre rigide d'analyse des effets toxiques potentiels. Au contraire on devrait proposer un cadre qui inclut différentes phases de travail permettant d'évaluer le niveau d'utilisation sans risque d'un additif.

C'est l'approche adoptée par tous les comités d'experts. Le Comité Scientifique pour l'Alimentation Humaine (CSAH) de l'Union Européenne a intitulé son 10ème rapport : « Guide pour l'évaluation de la sécurité des additifs alimentaires » (7). Il procède actuellement à une remise à jour de ce guide. En 1982, le Bureau des Aliments de la US-FDA a publié son guide : « Toxicological Principles for the Safety Assessment of Direct Additives and Colors Additives Used in Food » (connu sous le nom de *Redbook I*) (8). En 1993, cette Agence a soumis à discussion un projet (*Redbook II*) qui était la première révision publiée du guide de 1982 (9). La version finale devrait être publiée prochainement. En ce qui concerne les substances chimiques en général, l'OCDE a publié en 1982 « Le guide de l'OCDE pour l'évaluation des produits chimiques », guide remis périodiquement à jour depuis. L'OMS, dans son rapport N° 80, a introduit les « Principes pour l'évaluation de la sécurité des additifs alimentaires et contaminants dans les aliments » (1).

Tous ces guides ou principes généraux proposent pratiquement la même batterie de tests toxicologiques pour l'établissement d'un dossier d'évaluation. Il s'agit :

- d'études de métabolisme (cinétique et dynamique) ;
- de tests de toxicité génétique associant des études de mutagénicité et d'aberrations chromosomiques *in vitro* et *in vivo* ;
- de tests de toxicité à court terme (14 ou 28 jours) par administration répétée, la détermination de la dose létale 50 (DL50, toxicité aiguë) n'étant plus guère défendue ;
- de tests de toxicité chronique (2 ans), souvent associés à une étude de cancérogénicité ;
- de tests de reproduction (effets sur les performances de reproduction, effets tératogènes, comportement de la descendance) ;
- de tests de neuro-toxicité ;
- de tests d'immuno-toxicité et d'études d'allergénicité ;
- de tests de toxicité sur le système hormonal ;
- enfin, quand c'est possible, d'études chez l'homme.

Les quatre derniers points sont l'objet de discussions dans les instances internationales pour ce qui concerne le caractère systématique ou non de ces tests ainsi que le niveau des investigations à entreprendre. Ces discussions entre les administrations et les représentants des organisations socioprofessionnelles sont en particulier la cause du retard pris dans la publication du *Redbook II* américain.

3.2 - Les différentes expressions de la DJA

Comme nous l'avons dit, la DJA est généralement calculée en divisant le NOAEL par un facteur de sécurité de 100, et est exprimée sur une échelle de 0 à une limite supérieure. Cependant, en 1966, le Professeur Truhaut a proposé que le concept de Dose Journalière Admissible Temporaire soit adopté quand les additifs ont une réelle valeur technologique bien que les informations toxicologiques détaillées requises pour leur inclusion définitive dans la liste positive ne soient pas encore disponibles. Cette proposition était accompagnée d'un certain nombre de conditions. Elle a été largement utilisée depuis son introduction. Un facteur de sécurité de 200 est généralement utilisé, et des demandes précises d'informations toxicologiques supplémentaires sont faites. Celles-ci doivent être données dans une période généralement inférieure à 5 ans.

En 1974, le JECFA, lors de sa 18^{ème} réunion, a aussi proposé d'établir une « DJA non spécifiée », définie comme suit : « *Sur la base des données disponibles (chimiques, biologiques, toxicologiques, et autres), l'ingestion journalière totale de la substance, définie à partir de son utilisation aux niveaux nécessaires à l'obtention de l'effet désiré et de son niveau acceptable dans l'aliment, ne représente pas un risque pour la santé. Un additif répondant à ce critère doit être utilisé dans les limites des bonnes pratiques de fabrication, c'est-à-dire qu'il devrait être technologiquement efficace et utilisé au plus bas niveau nécessaire pour obtenir cet effet, ne devrait pas conférer une qualité inférieure ou une altération, et ne devrait pas créer de déséquilibre nutritionnel* » (10).

Ces concepts sont applicables seulement aux substances qui ne s'accumulent pas dans l'organisme. Pour les substances cumulatives, le JECFA a inclus en 1972 une « *dose provisoire d'ingestion hebdomadaire tolérable* » (11). Cette situation ne se rencontre pas souvent avec les additifs ; cependant, certains d'entre eux contiennent de l'aluminium, et cette notion peut être appliquée dans ce cas.

Toutes ces expressions des doses admissibles furent adoptées par le SCF et leurs définitions sont données dans le 25^{ème} rapport (12).

3.3 - Substances cancérigènes non-génotoxiques

Le concept de DJA est utilisé par de nombreux gouvernements pour les substances qui ne sont pas des cancérogènes génotoxiques. Une condition implicite est que les produits concernés aient un seuil de concentration en-dessous duquel aucun effet toxique ne peut être observé. Cette notion de seuil de concentration peut aussi s'appliquer aux substances cancérigènes non-génotoxiques.

L'induction chimique du cancer est un processus en plusieurs étapes dans lequel on distingue l'initiation, la promotion et la progression. La première et la troisième étapes impliquent essentiellement des événements génétiques, et la seconde des événements épigénétiques.

Les substances cancérigènes non-génotoxiques, c'est-à-dire en particulier les promoteurs de tumeurs, semblent agir par d'autres moyens que des événements génétiques. Selon Ames et Gold (13) la plupart des substances qui exercent une action cancérigène chez les animaux stimulent une mitogénèse, quand elles sont administrées à la dose maximum tolérable, et, de ce fait, augmentent la mutagénèse. L'effet promoteur peut donc être considéré comme un effet seuil (en dessous duquel on n'enregistre pas d'effet mitogénique). On peut donc concevoir l'évaluation du risque de ces promoteurs en termes de toxicologie alimentaire traditionnelle (14).

L'évaluation du risque des substances cancérigènes génotoxiques suppose l'utilisation de modèles mathématiques pour définir les risques minuscules, c'est-à-dire les risques qui sont si bas qu'ils n'ont pas d'effet pratique (le principe *De minimis non curate lex* s'applique par exemple aux Etats-Unis). Mais nous ne poursuivons pas cet aspect de l'évaluation du risque, puisqu'il est admis presque universellement que les composés génotoxiques ne doivent pas être utilisés comme additifs alimentaires.

4 - QUELQUES PROBLEMES D'ACTUALITE CONCERNANT LE CONCEPT DE DJA

Si le concept de DJA, qui intègre un facteur de sécurité de 100 dans les cas les plus courants, a fait la preuve de son efficacité, puisqu'aucun accident toxicologique démontré dû à l'utilisation des additifs alimentaires dans le respect des réglementations n'a été signalé depuis son élaboration, quelques questions qui concernent son utilisation restent posées. Ces questions font actuellement l'objet de réflexions dans un contexte largement international. Il s'agit :

- de la possibilité d'appliquer le concept de DJA aux nourrissons et aux jeunes enfants. Un colloque a été organisé sur ce thème par ILSI-Europe début 1997 et ses actes sont aujourd'hui publiés (15). De son côté, le CSAH a déjà largement discuté du sujet et son opinion devrait être assez rapidement disponible. Il est probable qu'elle ne sera pas très éloignée de celle des participants au colloque d'ILSI puisque de nombreux membres du CSAH y ont pris part ;

- de la signification d'excursions de courte durée au-delà de la DJA. La DJA fait référence à une quantité moyenne d'additif qui peut être consommée à vie durant sans risque notable pour la santé. Cette valeur moyenne résulte de l'application du facteur de sécurité de 100 à la valeur moyenne maximale ingérée par les animaux d'expérience sans effet observable, elle-même calculée tout au long de l'essai. Une exposition du consommateur à des doses d'additifs supérieures à la DJA pendant quelques jours a-t-elle une signification toxicologique ? C'est la question à laquelle les scientifiques vont tenter de répondre au cours des prochains mois.

BIBLIOGRAPHIE

1. WHO - Principles for the safety assessment of food additives and contaminants in food. Environmental Health Criteria N° 70, Geneva, WHO, 1987.
2. LU F.C. - Acceptable daily intake : inception, evolution and application. *Regulatory Toxicol. Pharmacol.*, 1988, 8 : 45-60.
3. RENWICK A.G. - Safety factors and establishment of acceptable daily intakes. *Food Addit. Contam.*, 1991, 8 : 135-150.
4. RENWICK A.G. - Data-derived safety factors for an evaluation of food additives and environmental contaminants. *Food Addit. Contam.*, 1993, 10 : 275-305.
5. KROES R., MUNRO I., POULSEN E. - Workshop on the scientific evaluation of the safety factor for the acceptable daily intake (ADI) : editorial summary, *Food Addit. Contam.*, 1993, 10 : 269-273.
6. TRUHAUT R. - The concept of the acceptable daily intake : an historical review. *Food Addit. Contam.*, 1991, 8 : 151-162.
7. SCF - Report of the Scientific Committee for Food on guidelines for the Safety Assessment of Food Additives. Reports of the SCF, Tenth Series, Luxembourg : CEC, 1980.
8. US - Food and Drug Administration - Toxicological Principles for the Safety Assessment of Direct Food Additives and Colour Additives Used in Food (Redbook I) FDA. Bureau of Foods, National Technical Service, Springfield V.A., 1982.
9. US - Food and Drug Administration - First draft of a revision of the FDA "Redbook I" : Toxicological Principles for the Safety Assessment of Direct Food Additives and Colour Additives Used in Food (Redbook II). FDA and the Center for Food Safety and Applied Nutrition, Washington D.C., 1993.
10. JECFA - Evaluation of certain food additives. Eighteenth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series N° 557, Geneva WHO, 1974.
11. JECFA - Evaluation of certain food additives and of the contaminants Mercury, Lead and Cadmium. Sixteenth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical Report Series N° 505, Geneva WHO, 1972.
12. SCF - Report of the Scientific Committee for Food on a First Series of Food Additives of Various Technological Functions. Report of the SCF, Twenty-fifth series, Luxembourg : CEC, 1991.
13. AMES B.N., GOLD L.S. - Too many rodent carcinogens : mitogenesis increases mutagenesis. *Science*, 1990, 249 : 970-971.
14. KROES R. - Contribution of toxicology towards risk assessment of carcinogens. *Arch. Toxicol.*, 1987, 60 : 224-228.
15. Applicability of the ADI to Infants and Children. *Food Addit. Contam.*, 1998, 15, 89 p.

RESUME

Les principes généraux d'utilisation des additifs pourraient être résumés de la façon suivante :

- leur utilisation doit être autorisée, c'est-à-dire qu'ils doivent être inclus dans une liste positive ;
- ils ne doivent présenter aucun risque pour la santé des consommateurs ;
- il ne doit exister aucun risque de tromper le consommateur sur la qualité du produit, ou d'encourager des techniques défectueuses de production ou de distribution.

L'évaluation de la sécurité est réalisée, aux plans national, européen ou plus largement international, par des comités d'experts qui se basent sur le concept de Dose Journalière Admissible (DJA), et s'appuient sur une batterie de tests toxicologiques.

V - EVALUATION DE LA CONSOMMATION DES ADDITIFS

VERGER Ph.

INTRODUCTION

Les additifs alimentaires sont des substances intentionnellement ajoutées à nos aliments mais, pour certains d'entre eux, une Dose Journalière Admissible (DJA) a été fixée. Dans le domaine de la sécurité alimentaire, il convient donc de considérer les quantités totales d'additifs pouvant être ingérées par un individu afin d'éviter des répercussions à long terme si cette consommation dépassait la DJA. Des évaluations de même type sont d'ailleurs réalisées pour les contaminants, les résidus de pesticides et de médicaments vétérinaires.

La quantité d'additif, est bien sûr réduite à la dose minimale efficace dans le cadre des Bonnes Pratiques de Fabrication. Cependant, des études de consommation restent indispensables afin de pouvoir mesurer l'impact de ces substances sur la population générale ou sur tel ou tel groupe à risque et actualiser en conséquence les autorisations d'emploi des diverses molécules considérées.

Le problème général de l'évaluation des consommations doit être placé dans le contexte de la mondialisation des échanges commerciaux et de l'internationalisation des groupes industriels de l'agro-alimentaire. En effet, les méthodologies conduisant aux évaluations d'ingestion doivent être reconnues internationalement et comparables d'un pays à l'autre afin de disposer d'arguments scientifiques solides à l'appui de mesures de gestion du risque (Cf. chapitre 4) destinées à protéger tel ou tel groupe de consommateur. Ce niveau scientifique élevé entraîne bien sûr un coût non négligeable des enquêtes de consommation qui doivent, afin de représenter un reflet fidèle de la réalité, être réalisées par une équipe multidisciplinaire d'économistes, nutritionnistes et statisticiens ce qui n'est pas à la portée de tous les pays du monde. De cet état de fait résulte l'idée des instances internationales et communautaires d'établir des méthodes d'évaluation des consommations applicables à un niveau international et limitant le coût pour les Etats à l'étude de quelques additifs sélectionnés par un tri initial (1).

Le résultat de cette évaluation, réalisée à un niveau international, conduit à une surestimation de l'ingestion prenant en compte le fait qu'un consommateur dans un quelconque pays du monde peut systématiquement choisir les aliments contenant un additif donné à son plus haut niveau autorisé.

Une telle méthodologie n'est envisagée à l'heure actuelle que pour les additifs dont la Dose Journalière Admissible est spécifiée et ne concerne bien sûr que la population envisagée dans son ensemble et pas tel ou tel groupe particulier.

Le principe de l'évaluation de l'ingestion consiste en une approche par étapes devant conduire à améliorer la précision du résultat par mise hors de cause successive des additifs ne posant pas de problème. L'évaluation internationale constitue la première étape, les études nationales constituent les étapes ultérieures.

1 - EVALUATION INTERNATIONALE

Le premier niveau de cette évaluation internationale est basé sur la méthode dite *du budget* développée par le Danemark (2). Cette méthode est basée, non pas sur une estimation des consommations, mais sur les limites physiologiques d'ingestion journalière d'aliments (ou d'énergie) et de boissons pour un individu en fonction de son poids. Ainsi, la quantité maximale d'aliments est fixée à 25 g/kg de poids corporel (50 kcal/kg) soit 1500 g/j pour un individu de 60 kg, et la quantité maximale de boissons à 100 ml/kg de poids corporel soit 6 litres/j pour un individu de 60 kg. On estime de plus que tous les aliments et toutes les boissons ne contiennent pas d'additifs. Ce facteur de correction peut varier de 25 à 50 % des aliments en fonction de l'additif considéré. Enfin, cette méthode n'est pas applicable aux jeunes enfants dont elle sous-estime l'exposition.

Cette méthode a fait la preuve de son efficacité lors de la récente évaluation des consommations d'additifs réalisée par l'Union Européenne. Elle est reprise comme méthode initiale par le *Codex alimentarius* pour les futures études internationales de l'exposition aux additifs alimentaires.

Les résultats de ce "balayage" rapide des consommations potentielles d'additifs montrent que, en fonction de leurs autorisations d'emploi, une trentaine d'additifs possédant une DJA spécifiée sont susceptibles d'être consommés au-delà de cette limite. Ces résultats même s'ils correspondent à une grossière surestimation permettent une importante économie de moyens et limitent considérablement la liste des molécules à étudier plus avant.

La méthode d'évaluation des consommations décrite ci-dessus ne se substitue en aucun cas à des évaluations plus fines mises en oeuvre par les Etats et visant à protéger certains groupes à risque faisant partie de leur population.

2 - EVALUATION NATIONALE

2.1 - But de l'évaluation nationale

Les évaluations nationales de consommation alimentaire doivent donner un reflet exact de la population. Ces études à grande échelle doivent être réalisées afin de représenter les différentes catégories d'âge, de sexe, de niveau socio-économique et de localisation géographique du pays considéré. Elles doivent également prendre en compte les sous-groupes de population comme les enfants, les femmes enceintes, les minorités ethniques, les végétariens...

2.2 - Présentation des différentes méthodologies

Différentes méthodes peuvent être employées, mais il est important de limiter leur choix (afin de maintenir un fort potentiel de comparabilité entre les études) aux cinq méthodes suivantes :

- Méthode des portions
- Evaluation des consommations des ménages
- Questionnaires de fréquence
- Rappel des 24 heures
- Semainier

Chacune de ces méthodes possède des avantages, des inconvénients et un coût (Tableau I). Une bonne maîtrise des unes et des autres permet d'adapter au mieux les moyens à mettre en oeuvre en fonction du problème posé.

Méthode	Avantages	Inconvénients
<u>Méthode des portions</u>	<ul style="list-style-type: none"> * Peu coûteux 	<ul style="list-style-type: none"> * Nécessite une base de données de taille de portions * Surestime l'ingestion
<u>Questionnaire de Fréquence</u>	<ul style="list-style-type: none"> * Peu coûteux * Valable pour les aliments peu fréquemment consommés * Ne modifie pas le comportement alimentaire * Utilisable pour population illettrée * Faible participation 	<ul style="list-style-type: none"> * Nécessite un interviewer * Relié à la mémoire * S'applique à un nombre limité d'aliments ou catégories d'aliments
<u>Rappel des 24 heures</u>	<ul style="list-style-type: none"> * Ne modifie pas le comportement alimentaire * Utilisable pour population illettrée * Faible participation 	<ul style="list-style-type: none"> * Relié à la mémoire * Surestime l'ingestion des aliments rarement consommés * Nécessite un interviewer
<u>Semainier</u>	<ul style="list-style-type: none"> * Fiable si recueil >3 jours * Peut être couplée à une analyse chimique * Ne fait pas appel à la mémoire 	<ul style="list-style-type: none"> * Coûteux * Peut modifier le comportement * Forte participation

Tableau I : Avantages et inconvénients des différentes méthodes d'évaluation de consommation alimentaire.

Plus la méthode apporte d'informations fines et précises, plus sa mise en oeuvre est coûteuse (Figure 1) et le bon dimensionnement des méthodologies en fonction des problèmes permettra des économies de moyens tout en fournissant les informations nécessaires.

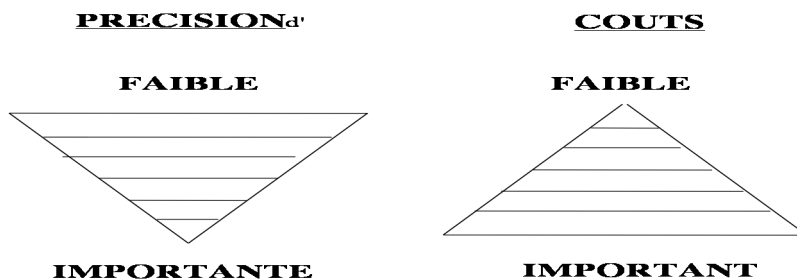


Figure 1 : Relation entre la précision et le coût des méthodes d'évaluation de l'exposition par étapes.
(D'après Dr. Lisa Penttila - National Food Administration - Finland).

Les enquêtes de consommation sont réalisées le plus souvent pour juger de la couverture des apports nutritionnels. L'utilisation de ces données pour l'évaluation des consommations d'additifs implique que les données aient été recueillies de manière très précise. Par exemple, la connaissance du process sera utile pour affecter une teneur en additif à un aliment.

Il est de plus important de noter qu'il sera très difficile de comparer les résultats obtenus selon des méthodologies différentes.

L'utilisation simultanée de plusieurs méthodes peut également apporter de bons résultats et permettre de diminuer le coût global de l'étude ; par exemple : consommation des ménages + semainier pour les enfants ou rappel des 24 h + questionnaires de fréquence.

2.3 - Cas particulier des enquêtes auprès des jeunes enfants

Dans ce cas précis, il est fait appel le plus souvent à la mère pour remplir le questionnaire ou répondre à l'enquêteur. Dès lors, les biais en rapport avec les méthodologies faisant appel à la mémoire sont exacerbés. D'abord parce qu'il n'y a pas de souvenir gustatif de l'ingestion, ensuite parce que les parents ont, d'expérience, tendance à "améliorer" ce qu'ils pensent être l'équilibre alimentaire de leur enfant. Les méthodes des questionnaires de fréquence et du rappel des 24 h sont donc à éviter. Le choix est alors limité et le recueil par semainier est la seule méthode permettant un recueil fiable.

2.4 - Approche française de l'évaluation des consommations

La France dispose depuis 1990 d'une structure interministérielle, l'Observatoire des Consommations Alimentaires (OCA) (3), ayant pour vocation d'exploiter les données existantes afin de produire des évaluations des consommations, fiables et précises. L'OCA n'ayant pas vocation à réaliser lui-même des enquêtes, il est donc tributaire des données existantes. Les données de consommation alimentaire françaises utilisées par l'OCA sont de 3 origines :

- l'enquête de consommation de l'INSEE est effectuée sur un échantillon important et représentatif de la population française (6353 ménages en 1991),

- les groupes d'échantillons d'achats des ménages SECODIP permettent le recueil d'informations constamment réactualisées,

- d'autres enquêtes de consommation individuelles de moindre ampleur mais représentatives de la population française.

Tous les aliments dans les bases de données de l'OCA sont codés grâce au système LANGUAL (4). Ceci permet des recherches précises mais aussi souples en choisissant les descripteurs d'un aliment donné en fonction de l'intérêt de la recherche : par exemple les aliments peuvent être affectés de leur teneur en contaminants, en nutriments, ou dans le cas présent en additifs alimentaires.

L'ensemble de ces outils permet une évaluation précise des quantités consommées par les français en moyenne mais aussi par les plus forts consommateurs. Le tableau II montre un exemple d'évaluation de consommations de certaines catégories d'aliments et la relation entre la consommation moyenne et la consommation forte (97,5ème percentile de la courbe de distribution des consommations). Pour obtenir des résultats concernant les additifs alimentaires, il suffit d'affecter chaque catégorie d'aliments de sa teneur en tel ou tel additif.

En g/jour/individu ou En ml/jour/individu	97,5e percentile	Consommation moyenne	% de consommateurs	Coeff. multiplicateur
1.1.a Lait, pasteurisé, longue conservation, cru	427,5	154,6	96,7 %	2,77
1.1.b Yaourts à boire	5,8	3,1	20,7 %	1,87
1.2 Fromage	75,8	33,4	99,5 %	2,27
1.3 Yaourts et desserts lactés	77,5	24,1	91,3 %	3,22
1.4.a Crème fraîche	20,7	6,4	88,2 %	3,23
1.4.b Lait en poudre	6,2	4,4	10,8 %	1,41
2.1 Oeufs	52,6	23,4	94,4 %	2,25
3.1 Carcasses de viande, de volaille et de gibier	243,8	108,7	99,7 %	2,24
3.2 Abats frais	5	2,4	22,3 %	2,08
3.3.a Plats préparés à base de viande, frais ou en boîte	21,8	6,1	61,0 %	3,57
3.3.b Saucisses, jambon, viande surgelée, produits à base de viande surgelés, foie gras, pâté en boîte	51,3	16,4	99,0 %	3,13
4.1 Poisson frais ou surgelé	58,6	20,2	96,8 %	2,90
4.2 Maquereaux, sardines en boîte	7	1,9	69,2 %	3,68
4.3 Rollmops, poisson fumé ou séché	5,7	1,5	67,2 %	3,80
4.4 Coquillages frais ou surgelés	64,9	16,2	83,9 %	4,01
5.1 Margarine	30	8,9	79,7 %	3,37
5.2 Huiles végétales	53,7	16,6	98,3 %	3,23
5.3 Beurre	43,3	13,2	96,6 %	3,28
5.4 Autres matières grasses et produits à base de matière grasse	5,3	2,47	18,5 %	2,15
6.1 Riz	30,1	14,2	91,2 %	2,12
6.2 Céréales pour petit déjeuner	17,7	4,7	59,7%	3,77
6.3 Pâtes	114,9	27	98,4 %	4,26
6.4.a Autres produits céréaliers	6,1	1,7	38,4 %	3,59
6.5.a Boulangerie	361,5	144,4	-	2,50
6.5.b Biscottes	29,2	5,1	84,4 %	5,73
6.6 Produits de boulangerie fine : biscuits et gâteaux	64,5	25,3	96,3 %	2,55
7.1 Biscuits apéritifs	9	2,2	84,9 %	4,09
7.2.a Fruits à coque	10,3	2,1	76,9 %	4,90
7.2.b Noix	7,1	2,9	19,1 %	2,45
7.3 Légumineuses	14,4	5,6	25,8 %	2,57

8.1 Pommes de terre (Pommes de terre fraîches + pommes de terre en purée surgelées + frites et autres pommes de terre surgelées)	251,8	76,8	81,7 %	3,28
8.2 Légumes feuille / herbes (cresson, épinards, bettes, endives)	56,4	14,4	64,9 %	3,92
8.3 Légumes racine et tubercules (carottes, betteraves, radis, salsifis, navets, céleri rave)	86,3	26,6	49,2 %	3,24
8.4 Légumes en boîte	100,6	26,6	94,2 %	3,78
8.5 Légumes salades (laitue, mâche, scarole, autres salades)	62,2	17,7	56,0 %	3,51
8.6 Autres légumes (Ail, oignon, échalotes, tomates, poivrons, aubergine, concombres, cornichons, courgettes, melon, pastèques, maïs, chou, brocoli, chou fleur, chou de Bruxelles, haricots verts, asperges, céleri, fenouil, artichaut, poireaux, rhubarbe,	261,6	78,4	51,8 %	3,34
9.1 Agrumes	130,9	34	49,3 %	3,85
9.2 Fruits à pépins : pommes et poires	169,2	39,7	48,5 %	4,26
9.4 Fruits secs	128,8	26	63,8 %	4,95
9.5 Autres fruits (Abricot, cerise, pêche, pruneau, raisin, fraise, framboise, groseille, avocat, banane, figue, kiwi, mangue, ananas, grenade)	138,8	40,1	50,6 %	3,46
10.1 Sucres	75,2	19,6	97,3 %	3,84
10.4 Glaces alimentaires	42,9	9,8	84,1 %	4,38
11.1 Eaux	1085,7	302,5	88,8 %	3,59
11.2.a Jus et nectars de fruits et légumes	193,7	51,1	89,5 %	3,79
11.3 Boissons et concentrés aromatisés à base d'eau	203,3	43	79,0 %	4,73
11.4 Café, substituts de café, thé, herbes, infusions	26,8	8,5	93,4 %	3,15

11.5 a Bières, boissons à base de bière	190	40,4	71,2%	4,70
11.5.b Whisky	12,1	3,7	44,3%	3,27
11.7 Vins	358,2	90,4	90,1 %	3,96
11.8.b Autres boissons y compris les spiritueux	33,9	7,4	76,7 %	4,58
12.1 Herbes, épices, assaisonnements et condiments	41	11,5	54,8 %	3,57
12.2 Moutardes et sauces (Sont exclus : les vinaigres)	28,2	11,3	95,6 %	2,50
12.3 Soupes et potages	153,5	29,1	78,5 %	5,27

(Source CREDOC - Observatoire des Consommations Alimentaires, 1997)

Tableau II : Consommation de certaines catégories d'aliments.

3 - CORRECTION DES DONNEES DE COMPOSITION

Les teneurs en additifs utilisées dans toutes les évaluations (internationales ou nationales) à un stade initial sont les doses maximales autorisées. Dans un second temps, si l'évaluation des consommations est proche de la DJA, il est alors nécessaire d'utiliser des modes de correction réalistes afin de limiter la surestimation.

a) Utilisation des données de production importation - exportation

Cette méthode peut être utile pour certains additifs peu utilisés et produits pas un petit nombre d'industriels.

b) Utilisation des valeurs médianes des contrôles analytiques

Cette approche est extrêmement coûteuse mais peut être utilisée pour des additifs contenus dans un petit nombre d'aliments et dont le dosage est d'un coût raisonnable.

c) Utilisation des doses technologiquement nécessaires

Cette méthode concerne les additifs pour lesquels une dose d'emploi est fixée par la réglementation et se fonde sur le présupposé du respect régulier de la part de l'industriel utilisateur de procédures d'utilisation des additifs. Cette condition est de plus en plus souvent remplie en France du fait de la mise en place de systèmes d'assurance qualité.

BIBLIOGRAPHIE

1. Options for the routine collection of data on usage levels of food additives in the European Union. Nutriscan, final report, Dublin, 1994, 69 pages.
2. HANSEN S.C. - Conditions for use of food additives based on a budget for an Acceptable Daily Intake. J. Food Protect, 1979, 42(5) : 429-434.
3. GIACHETTI I., PORIN F. - Observatoire sur la consommation alimentaire. Inventaire des ressources existantes en France. Cah. Nutr., 1989, Diet. XXIV (2), 149-155.
4. FEINBERG M., IRELAND-RIPERT J., FAVIER J.C. - LANGUAL : un langage international pour la description structurée des aliments. Sci. Aliments, 1991, 11 (2), 193-214.

RESUME

Les additifs alimentaires sont des substances intentionnellement ajoutées à nos aliments mais, pour certains d'entre eux, une Dose Journalière Admissible (DJA) a été fixée. Dans le domaine de la sécurité alimentaire, il convient donc de considérer, les quantités totales d'additifs pouvant être ingérées par un individu afin d'éviter des répercussions à long terme si cette consommation dépassait la DJA.

Des méthodes d'évaluation sont utilisées afin d'assurer une protection efficace du consommateur. Au niveau international, la méthode du Budget permet de mettre hors de cause un grand nombre de substances en croisant les quantités d'additifs contenus dans les aliments avec les limites physiologiques de consommation de ces aliments. En revanche certaines molécules largement utilisées ou utilisées à des doses importantes nécessitent des techniques plus fines d'évaluation de l'exposition. Ces études nationales sont réalisées en France par l'Observatoire des Consommations Alimentaires pour le compte de ses trois ministères de tutelle (Agriculture, Consommation et Santé).

VI - ADDITIFS ALIMENTAIRES - REGLEMENTATION

SERVOZ C.

INTRODUCTION

Les additifs sont des substances ajoutées en petite quantité aux aliments au cours de leur préparation, dans un but précis, d'ordre technologique ou nutritionnel.

Les additifs à but nutritionnel, tels que les vitamines, les minéraux et les acides aminés, sont réservés en France, sauf exceptions (Cf. iodation et fluoration du sel), aux aliments dits destinés à une alimentation particulière, c'est à dire aux produits diététiques et de régime. Par contre, les additifs à but technologique, tels que les conservateurs, les colorants ou les émulsifiants, ci-après dénommés additifs, peuvent être utilisés aussi bien dans les denrées destinées à une alimentation particulière qu'à l'alimentation courante. Les règles d'utilisation de ces substances dans les aliments destinés à une alimentation particulière et dans ceux destinés à l'alimentation courante sont les mêmes, sauf en ce qui concerne les aliments pour nourrissons et enfants en bas âge. Dans ce dernier cas, les règles d'utilisation sont plus restrictives.

Les auxiliaires technologiques sont également des substances ajoutées en petite quantité aux aliments au cours de leur préparation, mais qui, par opposition aux additifs, ne sont plus présentes dans le produit fini, ou seulement sous forme de résidus techniquement inévitables (des enzymes utilisées pour la clarification des jus de fruits, ou des solvants d'extraction, par exemple). Contrairement aux additifs, les auxiliaires technologiques ne sont pas considérés comme des constituants des produits finis, et ne figurent pas dans la liste des ingrédients des produits dans la fabrication desquels ils interviennent.

Additifs et auxiliaires technologiques font l'objet de réglementations distinctes mais basées sur le même principe, celui de l'autorisation d'emploi préalable, ou principe des «listes positives». En d'autres termes, il est interdit d'employer dans la fabrication des denrées alimentaires des additifs ou des auxiliaires technologiques autres que ceux dont l'emploi aurait été déclaré licite par arrêté.

Si un professionnel souhaite utiliser une nouvelle substance, ou une substance déjà autorisée par ailleurs, dans une denrée non mentionnée par un texte, il lui faudra fournir à l'administration un dossier à l'appui de sa demande. Ce type de réglementation, qui vise d'abord à assurer la protection de la santé publique, assure également la protection des intérêts des consommateurs et la loyauté des transactions commerciales.

Au contraire du secteur des auxiliaires technologiques qui relève encore des réglementations nationales propres à chaque Etat membre, le secteur des additifs fait depuis peu l'objet d'une harmonisation communautaire totale. Ainsi, les dispositions de l'arrêté du 2 octobre 1997 relatif aux additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine, qui recense l'ensemble des autorisations d'emploi en matière d'additifs à but technologique, n'est que le reflet de directives communautaires.

1 - DEFINITION

Les additifs à but technologique sont définis comme toute « substance habituellement non consommée comme aliment en soi, et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle même, ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires ».

Il s'agit d'une définition communautaire, directement inspirée de la définition du Codex alimentarius. Elle figure à l'article 1^{er} du décret n° 89-674 du 18 septembre 1989 relatif aux additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine, qui transpose en droit national la directive cadre additifs - directive 89/107/CEE du 21 décembre 1988 relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine.

Les additifs peuvent être d'origine synthétique ou naturelle, des substances chimiques isolées - additifs obtenus par synthèse en particulier - aussi bien que des préparations plus complexes - extraits végétaux utilisés pour leurs propriétés colorantes, tels que les extraits de paprika, par exemple.

La réglementation relative aux additifs n'établit pas de distinction entre additifs d'origine naturelle et additifs d'origine synthétique. Par contre, les additifs sont divisés en catégories, descriptives des différentes fonctions technologiques qu'ils peuvent exercer.

Ce sont ces catégories, suivies soit du numéro d'identification, soit du nom spécifique des additifs utilisés, qui doivent apparaître sur l'étiquetage des denrées alimentaires dans la composition desquelles ils entrent. Pour de l'acide benzoïque, par exemple, la désignation sera, selon le choix du fabricant : « conservateur : acide benzoïque », ou bien « conservateur : E 210 ».

2 - LA REGLEMENTATION COMMUNAUTAIRE

2.1 - Le dispositif communautaire

Avant 1988, la réglementation communautaire en matière d'additifs alimentaires se limitait à des directives fixant des listes d'additifs, dont les Etats membres étaient libres de déterminer les conditions d'emploi (domaine d'application et doses) : directive modifiée du 23 octobre 1962 relative aux matières colorantes, directive modifiée du 5 novembre 1963 concernant les agents conservateurs, ou encore directive modifiée du 13 juillet 1970 relative aux agents antioxygènes.

Des directives verticales - directives fixant les critères de composition de certaines denrées alimentaires, des confitures ou des produits de cacao et de chocolat, par exemple - précisaient toutefois les conditions d'emploi des additifs pouvant entrer dans la fabrication de ces produits.

Un changement dans cette approche a été amorcé le 21 décembre 1988, avec la publication de la directive 89/107/CEE relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les additifs pouvant être employés dans les denrées destinées à l'alimentation humaine. Cette directive prévoyait en effet l'adoption d'une directive globale, éventuellement élaborée par étapes, fixant non seulement la liste des additifs alimentaires dont l'emploi est autorisé à l'exclusion de tout autre, mais aussi la liste des denrées alimentaires auxquelles ces additifs peuvent être ajoutés, et les conditions de cette adjonction.

Aujourd'hui, avec la publication des directives du Parlement européen et du Conseil :

- n° 94/35/CE du 30 juin 1994 concernant les édulcorants (modifiée par la directive n° 96/83/CE),
- n° 95/36/CE du 30 juin 1994 concernant les colorants,

- n° 95/2/CE du 20 février 1995 concernant les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants (modifiée par la directive 96/85/CE),
le dispositif communautaire en matière d'additifs est pratiquement achevé.

Conformément aux critères généraux pour l'utilisation des additifs (définis en annexe II de la directive cadre), seuls ont été retenus dans les directives susvisées les additifs évalués par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine, leurs niveaux d'utilisation ayant été déterminés sur la base des autorisations d'emploi accordées par les Etats membres, après des négociations parfois difficiles, l'appréciation des notions d'intérêt technologique et de dose minimale nécessaire pour atteindre l'effet désiré étant parfois divergente selon la culture des Etats membres.

C'est ainsi que certains colorants traditionnellement utilisés pour la coloration des produits de la charcuterie et de la salaison au plan national ne peuvent plus être utilisés du fait de l'harmonisation, alors que la France a dû accepter dans le même temps la coloration de certaines confitures.

Ne manque plus pour parfaire l'harmonisation dans le domaine des additifs qu'un texte concernant les critères de pureté de certaines catégories d'additifs. Des directives de la Commission Européenne concernant les critères de pureté applicables aux édulcorants, aux colorants, aux conservateurs et aux antioxydants ont en effet été adoptées, les 5 juillet 1995 (directive 95/31/CE), 26 juillet 1995 (directive 95/45/CE) et le 2 décembre 1996 (directive 96/77/CE). Les négociations concernant les substances visées par la dernière directive sont en cours.

Au final, les spécifications communautaires seront très proches des spécifications établies par le Comité Joint d'Experts FAO/OMS sur les Additifs Alimentaires (JECFA), ces dernières ayant servi de base aux discussions.

2.2 - Présentation des textes communautaires

a) La directive cadre additifs

Outre le principe d'une harmonisation totale en matière d'additifs, établie sur la base de critères généraux décrits dans son Annexe II, la directive 89/107/CEE :

- donne la définition de l'additif alimentaire, par opposition à celle de l'auxiliaire technologique ;

- fixe les règles d'étiquetage des additifs vendus en tant que tels, aux fabricants ou au consommateur final ;

- prévoit la consultation du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine sur toutes les dispositions susceptibles d'avoir une incidence sur la santé publique ;

- donne aux Etats membres, selon une procédure définie dans son article 5, la possibilité d'autoriser sur leur territoire un nouvel additif alimentaire, pour une période maximale de 2 ans.

Autre point important, ce texte contient une clause de sauvegarde, permettant à un Etat membre de suspendre ou de restreindre provisoirement sur son territoire l'utilisation d'un additif autorisé par une réglementation communautaire, si à la suite de nouvelles informations ou d'une réévaluation des informations existantes, il a des raisons précises d'estimer que l'utilisation de cet additif présente des risques pour la santé humaine.

b) La directive N° 95/2/CE relative aux additifs autres que les colorants et les édulcorants

La directive N° 95/2/CE relative aux additifs autres que les colorants et les édulcorants, modifiée par la directive N° 96/85/CE, comporte 6 annexes et, dans son article 2 – paragraphe 3, une liste de denrées alimentaires ne pouvant pas contenir d'additifs sauf dispositions spécifiques contraires. Cette liste comprend notamment les denrées alimentaires non transformées, définies de la façon suivante :

« Par denrées alimentaires non transformées, on entend celles qui n'ont subi aucun traitement entraînant un changement substantiel de leur état d'origine. Toutefois, elles peuvent par exemple avoir été divisées, séparées, tranchées, désossées, hachées, écorchées, épiluchées, pelées, moulues, coupées, lavées, parées, surgelées, congelées, réfrigérées, broyées ou décortiquées, conditionnées ou non ».

L'**Annexe I** de ce texte liste 106 additifs, pour la plupart à dose journalière admissible non spécifiée, généralement autorisés dans les denrées alimentaires à l'exception de celles visées à l'article 2 – paragraphe 3, selon le principe de la "quantité suffisante (*quantum satis*)".

Le principe d'autorisation des additifs selon le QS signifie qu'aucune quantité maximale n'est spécifiée. Dans ce cas, les additifs doivent être employés conformément aux bonnes pratiques de fabrication, en quantité ne dépassant pas la quantité strictement nécessaire pour obtenir l'effet désiré, et à condition de ne pas induire le consommateur en erreur.

Le fait pour un additif de figurer à l'Annexe I n'implique pas nécessairement que l'emploi de cet additif soit technologiquement indispensable ou nécessaire dans toutes les denrées auxquelles s'applique cette annexe. Son utilisation est laissée sous la responsabilité du fabricant, la vérification du respect du principe du QS et des bonnes pratiques de fabrication pouvant s'effectuer *a posteriori*, lors des contrôles en entreprise.

Il est à noter que la plupart des additifs de l'Annexe I figuraient déjà dans la réglementation nationale sur une liste particulière, appelée "inventaire", regroupant des additifs bénéficiant d'une procédure d'autorisation d'emploi simplifiée.

L'**Annexe II** de la directive 95/2/CE est directement liée à l'Annexe I. Elle liste des catégories de denrées alimentaires dans lesquelles, par dérogation au principe de l'autorisation générale des additifs de l'Annexe I, seul un nombre limité d'additifs de cette annexe peut être utilisé. L'Annexe II regroupe 22 catégories de denrées, dont en particulier les produits définis par des directives verticales (confitures, jus de fruits, vins, produits de cacao et de chocolat).

L'**Annexe III** liste les conservateurs et antioxygènes autorisés et leurs conditions d'emploi, l'**Annexe IV** les autres additifs autorisés sous conditions, l'**Annexe V** les supports et solvants porteurs autorisés, et enfin l'**Annexe VI**, les additifs alimentaires autorisés dans les aliments pour nourrissons et enfants en bas âge.

Par rapport à la réglementation nationale préexistante, la directive 95/2/CE a conduit, sauf exceptions, à un élargissement des conditions d'emploi des additifs, en particulier pour les sorbates et les benzoates. Mais le changement le plus important est certainement constitué par l'Annexe I et le principe de l'autorisation générale des 106 additifs qui la composent.

c) La directive N° 94/35/CE relative aux édulcorants

La directive N° 94/35/CE relative aux édulcorants, modifiée par la directive N° 96/83/CE, comporte une seule annexe, donnant les listes de denrées dans lesquelles peuvent être employés les polyols et les édulcorants intenses.

Des doses maximales sont fixées pour les édulcorants intenses (aspartame, saccharine, ...), alors que les emplois des polyols (sorbitol, mannitol, xylitol, ...) sont prévus selon le QS.

Pour la plupart, les produits alimentaires visés sont sans sucres ajoutés ou à valeur énergétique réduite d'au moins 30 % par rapport à la denrée d'origine ou à un produit similaire.

Ce texte prévoit également des mentions d'étiquetage particulières pour les édulcorants de table, les mentions relatives aux produits édulcorés étant quant à elles fixées par une directive N° 96/21/CE du 29 mars 1996.

Par rapport à la réglementation française préexistante, cette directive a conduit à l'autorisation de trois nouvelles substances (cyclamates, thaumatine, néohespéridine), ainsi qu'à une augmentation importante des autorisations d'emploi.

d) La directive N° 94/36/CE relative aux colorants

La directive N° 94/36/CE relative aux colorants a une structure compliquée. Elle comporte 5 annexes :

- Annexe I : liste des colorants autorisés (43),
- Annexe II : liste des denrées alimentaires pour lesquelles les colorants ne sont pas autorisés, sauf lorsque cela est spécifiquement prévu par les dispositions des Annexes III, IV ou V (33 catégories),
- Annexe III : liste des denrées alimentaires auxquelles seuls certains colorants autorisés peuvent être ajoutés (dont les fromages et les produits de la charcuterie et de la salaison),
- Annexe IV : liste des colorants autorisés uniquement dans certaines denrées alimentaires (10 colorants, dont la canthaxanthine et l'amarante),
- Annexe V : 15 colorants utilisables sans restriction dans les denrées alimentaires autres que celles mentionnées aux Annexes II et III, 18 colorants utilisables en quantités limitées.

Par rapport à la réglementation française, cette directive a apporté les changements notables suivants :

- Sauf exception (colorants dans les gommes à mâcher, E 160b dans les céréales pour petit déjeuner), la réglementation française ne spécifiait pas de doses maximales d'emploi pour les colorants. La tendance est inversée avec la directive colorants, qui prévoit des doses maximales d'emploi, globales (colorants de l'Annexe V – deuxième partie), ou individuelles (colorants des Annexes III et IV), pour 28 des 43 colorants autorisés.

- Certains colorants, autorisés en France sans restrictions particulières, ont vu limiter, à la fois leur domaine d'application et leurs doses d'emploi. C'est en particulier le cas de la canthaxanthine

(E 161g), dont l'emploi est désormais limité aux saucisses de Strasbourg, à la dose maximale de 15 mg/kg, ou du rocou (E 160b).

- Certains produits traditionnellement colorés ont vu leur coloration restreinte. C'est en particulier le cas des saucisses, saucissons et pâtés.

e) Les directives établissant les critères de pureté des additifs

Ces directives (directives N° 95/31/CE, 95/45/CE et 96/77/CE) fixent les critères de pureté applicables aux additifs alimentaires et précisent leur mode d'obtention.

Elles posent le principe selon lequel les additifs « issus de méthodes de production ou de matières premières significativement différentes de celles couvertes par l'évaluation du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine, ou différant de ceux mentionnés dans ces textes doivent être soumis au dit comité en vue d'une évaluation complète, en accordant une attention particulière aux critères de pureté»

3 - LA REGLEMENTATION NATIONALE

L'adoption des directives communautaires susvisées a nécessité, condition de leur applicabilité, leur transposition en droit national.

a) **Le décret N° 89-674 du 18 septembre 1989 modifié par le décret N° 98-390 du 19 mai 1998** transpose en droit national les dispositions de la directive cadre additifs.

Il pose le principe de l'autorisation d'emploi préalable obligatoire, précédemment posé par le décret du 15 avril 1912 portant application de la loi du 1^{er} août 1905 en ce qui concerne les denrées alimentaires, et définit la procédure d'autorisation d'emploi des additifs.

Si un professionnel souhaite utiliser un nouvel additif alimentaire, non prévu par la réglementation communautaire, il lui faudra fournir à l'administration un dossier à l'appui de sa demande, dont le contenu est défini par un **arrêté du 5 novembre 1991**.

Les informations communiquées avec ce dossier sont transmises aux trois instances scientifiques suivantes :

- la **Commission de Technologie Alimentaire (CTA)** qui évalue l'intérêt technologique de l'additif dans les conditions préconisées,

- le **Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France** (CSHPPF),
- l'**Académie Nationale de Médecine** (ANM),

qui procèdent à l'évaluation toxicologique et s'assurent que le nouvel additif ne risque pas de présenter un danger pour la santé des consommateurs.

Ces instances formulent un avis sur la base des informations contenues dans le dossier et de l'état des connaissances dans le domaine considéré.

Conformément aux dispositions de la **directive cadre**, les additifs ne seront approuvés que si :

- un besoin technologique suffisant peut être démontré et si l'objectif recherché ne peut être atteint par d'autres méthodes économiquement et technologiquement utilisables,
- s'ils ne présentent aucun danger pour la santé du consommateur aux doses proposées, dans la mesure où les données scientifiques dont on dispose permettent de porter un jugement,
- si leur emploi n'induit pas le consommateur en erreur.

Après avoir recueilli l'avis des instances précitées, le Ministère de l'Economie (**Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes**) inscrit la nouvelle autorisation d'emploi dans un arrêté qui est ensuite contresigné par les Ministres chargés de la Santé, de l'Agriculture et de l'Industrie.

Conformément aux dispositions de la directive cadre additifs, cette autorisation ne peut être accordée que pour une durée maximale de 2 ans, pendant laquelle les démarches nécessaires à l'extension de cette autorisation à l'échelon communautaire peuvent être entreprises.

Il convient d'insister sur le fait que dans la première phase de la procédure (Cf. Figure 1), il s'agit d'autorisations nationales. Cela signifie, s'agissant d'un domaine relevant de la santé publique, que nous n'accepterions pas la mise sur le marché de denrées alimentaires contenant des additifs autorisés dans un autre Etat membre de l'Union européenne selon un texte d'autorisation provisoire, avant de connaître la décision communautaire finale.

Figure 1 : Procédure d'autorisation d'un nouvel additif.

@S'agissant des éventuelles extensions d'emploi d'additifs déjà autorisés, rien n'est formalisé. En attendant que la Commission précise le cas échéant ses intentions sur cette matière, il est souhaitable que les professionnels intéressés fassent non seulement leur demande auprès des autorités communautaires mais également au plan national de telle sorte qu'un examen au niveau national permette de soutenir une telle demande lors de négociations communautaires ultérieures.

C'est dans le décret du 18 septembre 1989 (décret modificatif en date du 19 mai 1998), qu'a été introduite la notion de "quantité suffisante", accompagnée d'une indication selon laquelle le responsable de la mise sur le marché de produits autorisés selon la "quantité suffisante" doit tenir à la disposition des agents de contrôle les éléments de nature à justifier que ces additifs ont été utilisés dans le respect des bonnes pratiques de fabrication.

A noter que le principe de l'autorisation d'emploi QS était d'application en France concernant la plupart des colorants alimentaires.

b) L'arrêté du 2 octobre 1997 relatif aux additifs pouvant être employés dans la fabrication des denrées destinées à l'alimentation humaine transpose l'intégralité des directives fixant les

conditions d'emploi des additifs alimentaires, ainsi que leurs critères de pureté. Il remplace un arrêté, en date du 14 octobre 1991, portant le même titre.

Alors que l'arrêté du 14 octobre 1991 ne comportait qu'une liste d'additifs classés par catégories, assortie des conditions d'emploi de ces substances, l'arrêté du 2 octobre 1997, dont la structure est calquée sur celle des directives communautaires dont il assure la transposition, prévoit trois types de listes :

- une liste de produits alimentaires ne pouvant contenir d'additifs,
- une liste d'additifs autorisés dans toutes les denrées alimentaires, sauf celles faisant l'objet de limitations, selon le principe de la "quantité suffisante",
- une liste d'additifs faisant l'objet d'autorisations par produits et selon des doses d'emploi fixées.

L'augmentation importante des emplois d'additifs alimentaires consécutive à l'harmonisation communautaire rend nécessaire la mise en place d'études de consommation. Les directives 94/35/CE, 94/36/CE et 95/2/CE prévoient d'ailleurs que les Etats membres instaurent des systèmes de surveillance régulière de la consommation et de l'emploi des additifs et en rendent compte à la Commission, afin que celle-ci réexamine, dans un délai 5 ans à compter de l'entrée en vigueur des directives, les conditions d'emploi qui y sont énoncées, et propose, le cas échéant, des modifications.

Une méthode "type" d'évaluation des consommations, basée sur une approche par étapes, permettant la mise hors de cause successive des additifs, a d'ores et déjà été proposée dans le cadre de la coopération scientifique entre les Etats membres.

4 - PERSPECTIVES D'EVOLUTION

4.1 - Maintien de certaines spécificités nationales

La directive 94/34/CE du 30 juin 1994 modifiant la directive cadre additifs a prévu la possibilité pour les Etats membres de maintenir l'interdiction frappant l'utilisation de certains additifs dans la production de certaines denrées alimentaires spécifiques, considérées comme traditionnelles. Elle n'aura toutefois qu'une portée limitée. La liste de ces denrées, fixée par décision n° 292/97/CE du Parlement européen et du Conseil du 19 décembre 1996, se limite en effet, pour ce qui est des produits français, au pain de tradition française et aux conserves de truffes, d'escargots, de confit d'oie et de canard de tradition française.

Les professionnels pourront cependant aller plus loin dans le maintien des spécificités nationales, en particulier en se dotant de codes d'usages.

4.2 - Norme générale Codex pour les additifs

Une norme générale Codex pour les additifs alimentaires est en cours d'élaboration, dans le cadre des travaux du Comité du Codex sur les Additifs Alimentaires et les Contaminants (CCFAC).

Comme l'Union Européenne en 1988 au moment de l'adoption de la directive cadre additifs, le Codex est passé ces dernières années, d'une approche verticale, consistant à normaliser dans le cadre de Comités produits spécifiques, les produits faisant l'objet de volumes d'échanges importants, à une approche horizontale, consistant à établir une norme générale, fixant les conditions d'emploi des additifs alimentaires dans l'ensemble des denrées, qu'elles fassent ou non l'objet de normes verticales.

Le CCFAC a convenu de n'inclure dans cette norme que les additifs ayant été évalués par le JECFA et jugés appropriés pour une utilisation en alimentation humaine.

Toutefois, il semble peu aisé de parvenir (rapidement et à 153 pays) à un accord sur une telle norme. Il est en effet difficile de concilier les dispositions de son préambule, selon lequel les additifs ne doivent être inclus dans ses annexes qu'après vérification qu'ils répondent à un besoin technologique, qu'ils sont utilisés à la dose minimale strictement nécessaire pour obtenir l'effet recherché et que leur emploi n'est pas susceptible de conduire à un dépassement de la Dose Journalière Admissible (DJA), et la réalisation d'une norme internationale.

Pour s'assurer du non dépassement de la DJA, le CCFAC réfléchit à l'établissement d'une méthode d'évaluation des consommations basée sur une approche pas à pas, permettant la mise hors de cause successive des additifs ne posant pas problème. A l'heure actuelle, le seul point sur lequel un accord semble avoir été trouvé est l'utilisation de la méthode du budget danois en tant que premier niveau. En tout état de cause, il apparaît indispensable qu'une telle méthode, qui doit être protectrice de l'ensemble de la population mondiale, soit validée d'un point de vue scientifique. Quant au besoin technologique, il s'apprécie différemment selon le niveau de développement économique des pays.

Dans ces conditions, il est à craindre qu'un accord général ne puisse être trouvé que si chacun des Etats participants accepte que cette norme s'aligne, au moins en partie, sur des pratiques plus larges que celles en vigueur sur leurs territoires respectifs. La proposition actuelle, sous l'influence de la

délégation des Etats-Unis qui a charge la présidence du groupe de travail chargé de l'établissement de cette norme, serait de retenir les niveaux maximum d'utilisation signalés par un Etat quel qu'il soit dans une catégorie de denrées alimentaires quelle qu'elle soit, chaque fois qu'il ressortirait de l'application de la méthode d'évaluation des consommations qu'il n'y a pas de risque de dépassement de la DJA.

La France ne peut donner son accord à une telle approche, et ce d'autant plus qu'une telle norme pourrait nous être opposée dans le contexte de l'Organisation Mondiale du Commerce.

En effet, selon les accords particuliers intéressant la qualité des produits, qui sont entrés en application le 1er janvier 1995 suite aux modifications des accords du GATT, les normes et recommandations du Codex alimentarius constituent une des bases essentielles du règlement des différends qui peuvent survenir entre les Etats en matière d'entraves au commerce international.

Les mesures sanitaires conformes aux normes ou recommandations du Codex sont réputées assurer un niveau nécessaire et suffisant de protection de la vie et de la santé des personnes et des animaux, et sont considérées comme ne créant pas d'entraves déguisées aux échanges entre les parties contractantes.

Les accords reconnaissent aux Etats le droit d'appliquer des règles plus strictes que les normes et recommandations du Codex. Cependant, dans ce cas, lors d'un différend, il appartient aux Etats en question de démontrer que ces règles sont fondées sur une justification scientifique (un risque de dépassement des DJA dans le cas des additifs, par exemple) ou des facteurs économiques pertinents (pertes de production ou de vente, méthodes alternatives économiquement utilisables...). C'est pourquoi il convient de rester vigilant.

Post-scriptum : publication le 2 juillet 1998 au Journal officiel de la République Française de la loi N° 98-535 du 1^{er} juillet 1998 relative au renforcement de la veille sanitaire et du contrôle de la sécurité alimentaire des produits destinés à l'homme.

Cette loi crée un Comité National de la Sécurité Sanitaire réunissant un Institut de la Veille Sanitaire, une Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé et une Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Cette dernière a pour mission d'assurer la sécurité sanitaire dans le domaine de l'alimentation, depuis la production des matières premières jusqu'à la distribution au

consommateur final. Elle se substitue aux structures antérieures : section de l'eau et section de l'alimentation et de la nutrition au Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPPF), Commission d'Etude des produits Destinés à une Alimentation Particulière (CEDAP), Centre National d'Etudes et de Recommandations sur la Nutrition et l'Alimentation (CNERNA), Observatoire des Consommations Alimentaires (OCA), Commission de Génie BioMoléculaire (CGBM), etc...

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments est administrée par le conseil constitué d'un président (nommé par décret), de membres représentant entre autres les services de l'Etat, les organisations professionnelles, les associations de consommateurs ainsi que de personnalités qualifiées. A ce Conseil d'Administration est adjoint un Conseil Scientifique.

Il s'agit donc d'une profonde réorganisation dont les modalités seront définies par décret.

RESUME

L'harmonisation communautaire en matière d'additifs est sur le point d'être achevée. Comme prévu par la directive cadre additifs - directive n° 89/107/CEE relative au rapprochement des législations des Etats concernant les additifs - il s'agit d'une harmonisation totale.

Ainsi, des directives du Parlement Européen et du Conseil fixent non seulement la liste des additifs alimentaires autorisés, mais également les denrées alimentaires dans la fabrication desquelles ces substances peuvent être incorporées et les conditions de cette adjonction.

Ces textes, dont les dispositions se substituent aux dispositions nationales préexistantes, ont été transposés en droit national, sous la forme d'un décret en date des 18 septembre 1989, et 2 octobre 1997.

Des travaux similaires à ceux menés à bien au sein de l'Union Européenne sont en cours au niveau du Codex alimentarius, qui a pour ambition l'adoption d'une norme générale pour les additifs alimentaires, susceptible de servir à terme de référence, en cas de différends, dans le cadre des échanges internationaux.

QUESTIONS / REPONSES SUR LES ADDITIFS ALIMENTAIRES

Ces 18 questions sont parmi celles les plus fréquemment posées par les consommateurs.

Q 1. Les additifs alimentaires, qu'est-ce que c'est ?

Les additifs alimentaires sont légalement définis dans la directive européenne 89/107/CE* qui régit l'utilisation des additifs pouvant être employés dans les denrées alimentaires. Mais pour les définir simplement, on peut dire que les additifs alimentaires sont des ingrédients non caractéristiques qui remplissent des fonctions bien définies au cours de l'élaboration des aliments.

Utilisés depuis des siècles, les additifs alimentaires ont comme « ancêtres » : le sel, la fumée, le salpêtre, les épices, les colorants. L'usage actuel des additifs alimentaires constitue le prolongement logique des pratiques ménagères d'antan, avec en plus des adaptations liées à la production, à la transformation et à la consommation.

Mais aujourd'hui, cet usage est strictement surveillé. En effet, afin de contrôler l'utilisation des additifs et de préserver la santé publique et le bien être de leurs populations, les pays industrialisés, notamment les pays de l'Union européenne, ont jugé important de construire un champ réglementaire encadrant l'utilisation des additifs alimentaires.

La réglementation européenne a défini 24 catégories d'additifs alimentaires dont l'utilisation permet :

- d'assurer la stabilité physique de l'aliment (émulsifiants, antiagglomérants, gélifiants),
- de lui conférer une texture appropriée (épaississants),
- d'améliorer son aspect, son goût, son appétence (colorants et exhausteurs de goût),
- de garantir sa qualité hygiénique et sa valeur nutritionnelle (conservateurs, antioxygènes),
- d'influer favorablement sur les coûts.

* Aux termes de la directive 89/107/CE, on entend par « additif alimentaire » toute substance habituellement non consommée comme aliment en soi, et habituellement non utilisée comme ingrédient caractéristique dans l'alimentation, possédant ou non une valeur nutritive, et dont l'adjonction intentionnelle aux denrées alimentaires, dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimée avoir pour effet, qu'elle devient elle-même, ou que ses dérivés deviennent, directement ou indirectement, un composant de ces denrées alimentaires.

Les additifs alimentaires ne comprennent pas :

- a) les auxiliaires technologiques ;
- b) les substances utilisées pour la protection des plantes et des produits végétaux conformément à la réglementation communautaire applicable dans le domaine phytosanitaire;
- c) les arômes destinés à être employés dans les denrées alimentaires et visés par la directive 88/388/CEE ;
- d) les substances ajoutées aux denrées alimentaires en tant que nutriments (par exemple minéraux, oligo-éléments ou vitamines).

Q 2. Que veut dire la lettre E ?

La lettre E (pour Europe) suivie d'un numéro à 3 ou 4 chiffres constitue le code d'un additif alimentaire. Ce code indique qu'un additif a été autorisé selon la procédure d'évaluation imposée par la Commission européenne.

Ainsi, les trois premières catégories d'additifs visés par les directives européennes ont reçu les codes européens suivants :

Colorants : E 100 à E 199

Conservateurs : E 200 à E 299

Antioxygènes : E 300 à E 399

etc.

Les additifs qui ne sont pas explicitement autorisés sont interdits. Cette autorisation est accordée après une évaluation par les experts scientifiques compétents.

Dans l'étiquetage des denrées alimentaires, les additifs alimentaires sont obligatoirement désignés par le nom de leur catégorie principale suivi de leur nom spécifique ou de leur numéro CEE.

Q 3. Les additifs alimentaires sont-ils dangereux pour la santé ? Peut-on absorber sans risque des additifs tout au long de sa vie ?

L'autorisation d'un additif alimentaire est soumise à trois conditions essentielles :

- Il doit faire la preuve de son innocuité,
- Il doit justifier de son utilité, celle-ci étant appréciée au regard des solutions dont disposent déjà les utilisateurs,
- Son emploi ne doit pas induire le consommateur en erreur.

Faire la preuve de son innocuité signifie faire l'objet d'une évaluation toxicologique particulièrement approfondie. De nombreux essais de toxicité (toxicité aiguë, toxicité à court terme, toxicité à long terme, études d'absorption et de digestion) sont effectués.

Ces données toxicologiques sont examinées par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine (CSAH) qui rend son avis sur les différents aspects de la sécurité alimentaire. Le CSAH est une instance scientifique européenne créée en 1974 et composée d'une vingtaine de scientifiques européens dont la compétence et l'indépendance sont incontestées. Le CSAH est l'un des huit comités scientifiques qui assistent la Commission européenne. Son avis est essentiel dans le processus décisionnel d'autorisation des additifs alimentaires.

En outre, lorsque c'est utile, une Dose Journalière Admissible (DJA) chiffrée est déterminée à partir de la dose sans effet à long terme sur l'animal, divisée par un facteur de sécurité généralement de 100. Le chiffre de la DJA, exprimé en milligramme d'additif par kilogramme de poids corporel, permet d'avoir une idée de la dose qui peut être ingérée chaque jour par un homme, pendant toute sa vie, sans produire d'effet néfaste sur sa santé. La DJA est établie soit par le CSAH soit par un comité d'experts internationaux : le JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) qui dépend de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et de l'Organisation des Nations Unies pour l'Agriculture (FAO).

Un dernier point est celui de la pureté de l'additif. Il existe des normes établies par le JECFA et par la Commission européenne qui prescrivent des doses limites pour les impuretés et les contaminants : il s'agit des directives relatives aux spécifications des additifs alimentaires.

Q 4. Quels sont les additifs les plus dangereux ? Pourquoi ne sont-ils pas alors interdits ?

Dans l'Union européenne, les additifs sont soumis au régime de la liste positive : tout ce qui n'est pas autorisé par un texte réglementaire est interdit. Et avant d'être autorisés, les additifs doivent subir une évaluation scientifique et technologique approfondie.

Il n'y a donc pas d'additif dangereux qui soit autorisé. Dans la mesure où des expertises toxicologiques ont été effectuées, il n'y a pas de nocivité avec les additifs autorisés pour les emplois autorisés. Lorsque c'est nécessaire une dose maximale d'emploi est fixée sur la base de la DJA. Plus la DJA est faible, plus la quantité autorisée sera limitée, avec une autorisation uniquement dans des produits précis. Inversement plus la DJA est élevée, moins la restriction sera grande ; mais la dose utilisée ne devra pas dépasser la quantité nécessaire pour obtenir l'effet désiré et ne devra pas induire le consommateur en erreur : C'est le principe du *quantum satis*.

Par ailleurs, tous les additifs sont sous observation permanente du point de vue d'une part de leur niveau de consommation, d'autre part de leur évaluation toxicologique. Ils sont réévalués chaque fois que c'est nécessaire. Les listes d'additifs autorisés sont régulièrement revues en fonction de l'évolution scientifique et technologique. Si de nouvelles données conduisaient à suspecter un additif de présenter un risque pour la santé humaine, la Commission européenne, après avis du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine, proposerait de l'interdire.

A noter que certains colorants ont été retirés de la liste positive des additifs dans les années 70, non parce qu'ils étaient nocifs, mais parce que les producteurs de ces colorants n'ont pas jugé utile de les maintenir sur cette liste.

Q 5. Le tract de Villejuif dénonce l'usage des additifs cancérigènes. Que faut-il en penser ?

Depuis 1976, le tract dit de Villejuif est diffusé en France ainsi que dans d'autres pays européens. Or, ce tract ne repose sur aucune étude scientifique.

Faussement attribué à l'Hôpital de Villejuif, ce tract véhicule des informations mensongères sur les additifs alimentaires. Par un communiqué de presse daté d'avril 1979, l'Hôpital de Villejuif a d'ailleurs démenti être l'auteur du tract et mis en garde contre une telle propagande qui peut nuire au public.

Le ministère de la Santé a pour sa part diffusé en 1976, 1979 et 1983 trois communiqués de presse établissant l'inexactitude du tract et son caractère diffamatoire.

L'Institut Français pour la Nutrition (IFN) a également condamné les fausses informations contenues dans ce tract.

Plusieurs plaintes ont été déposées contre les auteurs de ce tract par l'Hôpital de Villejuif, le ministère de la Santé, l'IFN et l'ANIA (Association nationale des industries agro-alimentaires). Mais ils n'ont jamais pu être retrouvés.

La perpétuation du tract de Villejuif correspond à un phénomène sociologique propre aux rumeurs.

Q 6. Les additifs provoquent-ils des allergies ? Pourquoi les accidents allergiques dus aux additifs n'ont-ils été suivis d'aucune interdiction formelle ?

Il existe souvent une confusion entre aliment et additif, entre intolérance alimentaire et allergie alimentaire. L'intolérance alimentaire est due la plupart du temps à un système digestif perturbé alors que l'allergie alimentaire correspond à une réaction immunitaire suite à l'exposition à une substance d'origine étrangère.

Les mécanismes de l'allergie n'ont pas encore été bien élucidés. D'une part ces mécanismes sont complexes, d'autre part tout aliment est potentiellement allergisant. Il est difficile dans ces conditions d'adopter des règles précises d'interdiction.

L'allergie due aux additifs alimentaires reste extrêmement rare. Des études* réalisées sur un échantillon de population britannique ont montré que si 20 % de la population se dit persuadée de présenter des troubles d'ordre alimentaire, moins de 1 % confirme par des tests une réelle allergie alimentaire. Cela signifie que l'allergie liée aux additifs est encore plus faible. L'intolérance aux additifs alimentaires concernerait pour sa part 0,01 % de la population.

L'allergie alimentaire est généralement provoquée par des protéines ou des glycoprotéines, en particulier par les protéines d'arachide, de crevettes, de lait, d'oeufs et de poisson.

Afin de prévenir les personnes qui pourraient être intolérantes ou allergiques à certaines molécules, la réglementation oblige d'inscrire sur l'étiquetage des aliments la liste détaillée de leurs ingrédients.

Q 7. Les colorants et les conservateurs sont-ils allergènes ?

Un certain nombre d'additifs ont été mis en cause dans le cadre de phénomènes allergiques : certains colorants (tartrazine), édulcorants (saccharine, cyclamate, aspartame), exhausteurs de goût (glutamate), conservateurs (sulfites, acide citrique,...).

Certains individus asthmatiques peuvent être sensibles aux aliments, boissons, et médicaments contenant des sulfites. Des personnes souffrant d'asthme ou d'urticaire peuvent aussi présenter une sensibilité à la tartrazine.

En ce qui concerne le glutamate, des tests effectués en double aveugle contre placebo confirment l'absence de lien entre glutamate et intolérance (syndrome du restaurant chinois).

De façon générale, les intolérances et les allergies aux additifs alimentaires restent rares.

Q 8. Les additifs sont-ils réellement utiles ?

* E. YOUNG et al. A population study of intolerance. The Lancet 343 pp. 1127-1130 (1994)
M. H. LESSOF Food allergy and other adverse reactions to food ILSI Europe monograph series.
D. METCALFE, H. SAMPSON, R. SIMON Food allergy adverse reactions to food and food additives (1991) Blackwell Scient. Publications.

En plus de ne pas présenter de danger pour la santé humaine, un additif alimentaire doit justifier de son utilité avant d'être autorisé.

Sans les additifs, de nombreux aliments quotidiens ne seraient plus sur le marché. En effet, sans les conservateurs par exemple, beaucoup d'aliments ne pourraient plus être fabriqués ou transportés en grande quantité parce qu'ils se dégraderaient plus rapidement. Sans les émulsifiants, épaississants, gélifiants, certains plats préparés, desserts ou pâtisseries n'auraient jamais vu le jour.

Supprimer les additifs alimentaires aurait comme conséquence de réduire le choix des aliments, de devoir faire nos courses plus souvent et de payer plus cher.

En contribuant à la qualité hygiénique des aliments, à leur qualité organoleptique (saveur, couleur, odeur, texture) et à leur qualité nutritionnelle, les additifs permettent de disposer d'aliments sains, variés et pratiques, en toute saison et à coût modéré.

Rappelons que la législation prévoit une liste de denrées alimentaires dans lesquelles les additifs ne peuvent être utilisés (ex. : denrées non transformées, beurre, lait, eau minérale naturelle, etc).

Q 9. Les colorants ont-ils un réel intérêt ?

La couleur est un élément déterminant dans le choix d'un aliment car elle contribue à éveiller l'appétit. Afin de restaurer la couleur que les aliments ont perdu pendant la fabrication ou d'améliorer la coloration des préparations, la technologie alimentaire utilise des colorants alimentaires.

Certaines personnes estiment que les colorants ne sont pas nécessaires. D'autres au contraire aiment que leur sirop de menthe soit vert ou que leur sirop de cassis soit bien rouge.

Rappelons que l'usage d'un colorant alimentaire comme de tout autre additif alimentaire ne doit pas induire le consommateur en erreur.

Q 10. Les additifs ne sont-ils qu'un palliatif pour masquer l'usage de matières premières de qualité insuffisante ?

Non. L'utilisation d'additifs ne doit et ne peut en aucun cas compenser la qualité défectueuse d'une matière première ni de mauvaises conditions de fabrication, de transport ou de stockage.

L'appréciation de l'utilité technologique lors de l'examen du dossier d'autorisation permet de s'en assurer. Et les autorités sont extrêmement vigilantes sur ce point.

Prenons l'exemple d'une confiture de fruits. Si les fruits qui vont servir à la préparation de la confiture sont altérés, l'utilisation de gélifiant ne réussira pas à masquer la mauvaise

qualité finale de la confiture, ceci quelle que soit la quantité de gélifiant ajoutée. En revanche, si les fruits sont de bonne qualité, le gélifiant employé comme il convient remplira pleinement sa fonction.

Q 11. Le progrès technologique devrait réduire l'usage des additifs. Pourquoi l'industrie agro-alimentaire ne favorise-t-elle pas le développement de technologies alternatives sans additif ?

Depuis que l'homme existe, il n'a cessé de mettre au point divers moyens et procédés pour fabriquer et préserver ses aliments. Néanmoins, les technologies actuellement bien maîtrisées (congélation, cuisson sous vide, etc) ne permettent pas tout. Soit ces techniques ne sont pas applicables à certains produits, soit elles entraînent un surcoût trop important et disproportionné par rapport à la valeur du produit.

Par ailleurs, les technologies alternatives nouvelles se heurtent à deux types de difficultés : en premier lieu, comme tous les produits nouveaux, elles sont confrontées à un problème d'acceptation par le consommateur.

En second lieu, elles doivent, comme les additifs alimentaires, faire la preuve de leur innocuité et de leur intérêt, ce qui est également long et coûteux.

Q 12. L'usage excessif d'additifs dans les aliments n'entraîne-t-il pas la présence de résidus toxiques dans les produits alimentaires ?

Non. D'une part, la législation européenne et internationale prévoit des critères de pureté auxquels doivent satisfaire les additifs alimentaires pouvant être employés dans les denrées alimentaires. Ces critères comprennent la définition précise de l'additif, ses caractéristiques physiques et chimiques, des doses limites pour les impuretés comme les métaux lourds ou pour les impuretés liées au mode d'obtention de l'additif.

D'autre part, les doses auxquelles les additifs sont utilisés sont généralement faibles et sont strictement encadrées par la réglementation (voir réponses aux questions Q1, Q3 et Q4).

Aux doses d'utilisation des additifs alimentaires, en respectant les critères de pureté imposés pour ces additifs, le risque que des résidus toxiques dus à l'utilisation des additifs soient présents dans les aliments est donc extrêmement faible.

Q 13. L'harmonisation européenne n'entraîne-t-elle pas un accroissement significatif du nombre d'additifs autorisés ?

L'harmonisation européenne est importante pour l'achèvement du marché unique européen car elle établit les règles d'une concurrence loyale et lève des obstacles techniques majeurs à la libre-circulation des marchandises.

Dans le domaine des additifs alimentaires, l'harmonisation européenne, entamée dans les années 1960, développée au milieu des années 1980 et effective depuis 1996, constitue une consolidation des différents additifs utilisés dans chaque Etat membre de l'Union européenne. Cette consolidation a eu lieu après un examen de tous les additifs par le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine. Les autorisations ont été accordées en

limitant autant qu'il était nécessaire le nombre d'additifs et les niveaux d'utilisation.

Bien sûr, l'autorisation d'utiliser un additif ne signifie pas obligation de l'utiliser.

Le processus d'autorisation d'un nouvel additif est long et coûteux. Il dure plus d'une dizaine d'années (essais toxicologiques compris) et peut atteindre plusieurs dizaines de millions de francs. Cela incite bien évidemment les sociétés à s'en tenir aux additifs déjà autorisés ou à utiliser des technologies alternatives existantes.

Une société n'entamera donc une procédure de demande d'autorisation pour un nouvel additif que si elle pense qu'il existe un réel besoin. Elle devra alors notamment démontrer que l'objectif recherché ne peut être atteint par d'autres méthodes économiquement et technologiquement utilisables.

Q 14. Avons-nous besoin de tant d'additifs ?

Le terme « additif » recouvre un nombre de substances remplissant chacune une fonction précise. Certaines garantissent la qualité hygiénique et la valeur nutritionnelle de la denrée alimentaire, d'autres améliorent le goût, la texture et l'aspect des aliments.

Les conservateurs, par exemple, empêchent la dégradation des aliments en inhibant le développement des bactéries. Les antioxygènes protègent contre le rancissement les produits alimentaires renfermant des graisses. Les stabilisants, épaississants et gélifiants maintiennent la consistance et la texture des aliments. D'autres catégories existent : les émulsifiants, les acidifiants, les exhausteurs de goût, les édulcorants et les colorants, etc. La législation prévoit au total 24 catégories d'additifs.

Le grand nombre apparent d'additifs alimentaires présente deux intérêts :

Le premier est de pouvoir utiliser le meilleur additif adapté à chaque cas particulier et donc d'optimiser les résultats. Ainsi, certains conservateurs agissent de façon optimale en milieu acide, d'autres en milieu peu acide. Certains antioxygènes sont efficaces dans les graisses animales, d'autres dans les graisses végétales.

Le deuxième est que la grande diversité des additifs alimentaires conduit à une consommation relativement faible de chacun des additifs, alors que l'utilisation d'un petit nombre d'additifs pourrait conduire à un cumul important des doses d'un additif.

Une question non totalement résolue reste celle des interactions entre divers additifs alimentaires dans l'organisme, d'où l'intérêt de l'observation permanente des additifs et de leur réévaluation.

Q 15. La multiplication de produits agro-alimentaires « préfabriqués » n'entraîne-t-elle pas une banalisation des goûts à travers l'Europe ?

L'apparition sur le marché des produits « préfabriqués » répond à une évolution de nos conditions de vie. Avec l'urbanisation, le travail des femmes, le développement d'une civilisation de loisirs, les consommateurs font de plus en plus appel à des aliments déjà préparés ou précuits qui leur simplifient la vie.

Loin de banaliser les goûts, les produits ainsi élaborés apportent au consommateur une richesse et une diversité de saveurs et de goûts. En effet, l'industrie agro-alimentaire est sans cesse à la recherche de plats et de recettes venues des quatre coins du monde. En outre, les techniques de préparation utilisées conservent aux aliments le maximum de leur valeur nutritionnelle.

Le consommateur pourra donc disposer en quantité suffisante de produits commodes, sains, nutritifs, variés, agréables et à coût raisonnable. Bien entendu, il demeurera toujours des plats traditionnels ou des spécialités culinaires qui ne pourront être dégustés que localement.

Q 16. Les additifs sont-ils d'origine chimique ou naturelle ?

Certains additifs sont d'origine naturelle. Exemple : le colorant E 162 rouge de betterave. D'autres sont des répliques d'additifs d'origine naturelle. D'autres encore ont été mis au point par l'homme. Exemple : la saccharine, un édulcorant « basses calories » utilisé pour remplacer le sucre.

L'affirmation selon laquelle un aliment « ne contient pas d'additifs artificiels » ne veut rien dire, étant donné que les composés naturels sont aussi chimiques que les produits de synthèse. Pour un toxicologue, le terme « naturel » peut même devenir suspect. En effet, de nombreux éléments présents dans la nature peuvent avoir de graves effets nocifs s'ils sont consommés. Ces dernières années, le Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine a examiné plusieurs additifs d'origine naturelle et a conclu que certains d'entre eux ne présentaient pas le degré de sécurité que la législation en attendait. Son avis a été suivi par la Commission européenne.

Qu'ils soient d'origine naturelle ou fabriqués par l'homme, les additifs sont soumis aux mêmes procédures de tests pour garantir l'absence de risque pour la santé humaine.

Q 17. Pourquoi n'utilise-t-on pas que des additifs naturels ?

Il n'existe parfois pas assez d'additifs d'origine naturelle pour répondre à tous nos besoins en additifs. De plus certains d'entre eux comme les colorants présentent des inconvénients à l'utilisation : pouvoir colorant variable d'un lot à l'autre, couleur moins intense, instabilité à la chaleur et à la lumière.

Reproduire des additifs d'origine naturelle par synthèse chimique plutôt que de les extraire des produits naturels présente un certain nombre d'avantages : outre leurs avantages à l'utilisation, les additifs de synthèse ont un coût généralement peu élevé. Ils sont plus purs et présentent donc une qualité régulière et mieux contrôlée en ce qui concerne les contaminants éventuels.

Rappelons que « naturel » ne signifie pas obligatoirement sain et que de nombreuses substances naturelles peuvent être toxiques (exemple : certains champignons, etc).

Q 18. Les additifs sont-ils d'origine animale ou végétale ?

Les additifs alimentaires peuvent être d'origine animale, végétale ou minérale.

Certaines catégories comme les émulsifiants qui sont composés d'acides gras peuvent être d'origine animale ou végétale (exemple : les mono- et diglycérides d'acides gras).

D'autres catégories comme les gélifiants ou épaississants sont souvent d'origine végétale (farine de graines de caroube, gomme adragante).

Certains conservateurs (phosphates, nitrates) sont minéraux.

Rappelons encore ceci : qu'ils soient d'origine naturelle ou de synthèse, qu'ils soient d'origine animale, végétale ou minérale, tous les additifs doivent répondre aux exigences de sécurité alimentaire et d'utilité technologique.

BIBLIOGRAPHIE

- Abouts food additives, Foodsense, Guide from the Food Safe Directorate Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, 1995.
- BOURGEOIS C.M.- Additifs conservateurs (antibactériens, antifongiques), *Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires*, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1992, pp. 167-190.
- COUCHOUD P. - Les additifs, substances indispensables à la maîtrise de l'aliment, *Industries alimentaires et agricoles*, 1994, **111**, N° 9, pp. 523-528.
- de SAINT BLANQUAT G. - Colorants alimentaires, *Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires*, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1992, pp. 343-372.
- DEPLEDT F. - Rôle des additifs dans le maintien et l'amélioration des propriétés organoleptiques des produits alimentaires, *Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires*, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1992, pp. 263-270.
- DERACHE R., de SAINT BLANQUAT G. - Utilisation des additifs et auxiliaires de fabrication : risques toxicologiques et nutritionnels éventuels, *Additifs et auxiliaires de fabrication dans les industries agro-alimentaires*, Technique et Documentation-Lavoisier, Paris, 1992, pp. 57-67.
- Directives européennes sur les additifs :
- 89/107 (directive-cadre) - JOCE L 40 du 11. 02. 89,
 - 94/35 (édulcorants) - JOCE L 237 du 10. 09. 94,
 - 94/36 (colorants) - JOCE L 237 du 10. 09. 94,
 - 95/2 (autres additifs)- JOCE L 61 du 18. 03. 95.
- Directives européennes sur les critères de pureté des additifs :
- 95/31 (édulcorants) - JOCE L 178 du 28. 07. 95,
 - 95/45 (colorants) - JOCE L 226 du 22. 09. 95,
 - 96/77 (autres additifs) - JOCE L 339 du 30. 12. 96.
- Food additives : Questions and answers, Food additives industry association, London, 1996.
- GODDIJN H., ex-consultant auprès de la Commission Européenne. Les directives européennes en matière d'additifs, ELC, Bruxelles.
- HURSTEL O., MELEDIE J. - Les colorants alimentaires, *Industries alimentaires et agricoles*, 1994, **111**, N° 9, pp. 534-541.
- van der HEIJDEN C.A., Président du Comité Scientifique de l'Alimentation Humaine de l'UE de 1987 à 1992. L'innocuité des additifs alimentaires, ELC, Bruxelles.

ANNEXE 1

Recommandations de la Commission de Technologie Alimentaire concernant la présentation des dossiers.

NOR : ECOC9110134X.

Adoptées le 18 septembre 1991.

Avant-propos

Les dossiers de demande d'autorisation d'emploi des substances mentionnées aux points I et II du présent document comportent, en tant que de besoin et selon les dispositions réglementaires en vigueur, des informations toxicologiques, hygiéniques, nutritionnelles et technologiques.

Les aspects toxicologiques, hygiéniques et nutritionnels sont soumis à l'avis de la section de l'alimentation du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

Les aspects technologiques sont examinés par la Commission de Technologie Alimentaire ; leur présentation fait l'objet des recommandations ci-dessous.

Recommandations

La Commission de Technologie Alimentaire a pour mission, conformément aux dispositions du décret N° 89-530 du 28 juillet 1989, d'« évaluer sur le plan technologique les pratiques et procédés dans la fabrication et la conservation des denrées alimentaires ».

Le présent document rassemble un ensemble de **recommandations** ayant pour objet de faciliter au demandeur le dépôt d'un dossier afin de permettre son examen par la Commission.

La présente version peut être modifiée en fonction de l'expérience acquise par la Commission.

Les dossiers sont établis en cinq exemplaires et adressés au secrétariat de la Commission (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation et de la Répression des Fraudes, bureau H.2, carré Diderot, 3-5 boulevard Diderot, 75572 PARIS CEDEX 12, numéro de télécopie : 01 44 87 30 43).

Les dossiers sont rédigés en français. Lorsqu'il est fait mention de documents en langue étrangère, ils doivent être joints, accompagnés de leur traduction ou d'un résumé en français.

Plusieurs cas sont à considérer selon la nature du dossier :

1. Dossier concernant des demandes d'autorisation d'emploi d'additifs alimentaires.
2. Dossier concernant des demandes d'autorisation d'emploi d'auxiliaires technologiques.
3. Dossier concernant des procédés technologiques.
4. Dossier concernant des aliments non traditionnels.

I - Dossiers concernant des demandes d'autorisation d'emploi d'additifs alimentaires

Ces dossiers, s'agissant des aspects technologiques, doivent comporter :

1° Nom, adresse, téléphone du demandeur, en précisant sa nature (chercheur, fabricant, utilisateur, importateur, etc...), accompagnés de la désignation de la personne responsable du dossier et pouvant être contactée.

2° Désignation de la substance faisant l'objet de la demande :

a) Nature de la substance :

- dénomination chimique, éventuellement usuelle ;
- formule chimique brute et développée, cela exprimé autant que possible selon les règles internationales de nomenclature chimique.

b) Dénomination commerciale, nom du fabricant et, le cas échéant, de l'importateur.

c) Critères d'identité et de pureté des substances en indiquant la nature et le pourcentage des impuretés.

d) Dose journalière admissible (en précisant le nom de l'organisme l'ayant établie).

e) Tout autre renseignement d'ordre physico-chimique que le demandeur estime utile d'apporter.

3° Données relatives aux aliments contenant la substance - Présentation des arguments techniques en faveur de l'emploi de la substance :

a) Définition du ou des aliments pour le(s)quel(s) l'autorisation est demandée.

b) Modalités et dose d'emploi de la substance :

Description du procédé de fabrication comportant tous les détails nécessaires sur le mode d'incorporation de l'additif.

Justifications en faveur de l'emploi de la substance :

- but recherché, effet attendu, avantages escomptés pour le fabricant, le consommateur ou l'utilisateur de la denrée contenant cette substance ;
- rapport d'essais à doses variables du produit d'addition proposé ;
- détermination de la dose nécessaire pour obtenir l'effet recherché ;
- preuve de l'efficacité compte tenu des doses proposées :
 - description des critères retenus pour apprécier l'efficacité de la substance et précision sur les conditions dans lesquelles ont été effectués les essais mettant en évidence cette efficacité (température, pH, durée, ...) ;
 - s'il y a lieu, mention des autres procédés utilisés pour obtenir des résultats similaires ;
 - résultats d'essais comparatifs lorsqu'existe déjà un (ou des) additif(s) autorisé(s) remplissant le même rôle ou un rôle analogue.

c) Effets éventuels dans le produit fini d'un additif inclus dans l'un de ses ingrédients constitutifs.

d) Dans le cas où la substance est susceptible d'affecter les caractéristiques hygiéniques de l'aliment, résultats d'analyses microbiologiques démontrant que le produit fini a conservé sa qualité hygiénique.

e) Méthodes d'analyse permettant le contrôle de la dose d'additif présente dans le produit.

4° Informations d'ordre statistique concernant les consommations du ou des aliments concernés si possible.

5° Liste récapitulative des pièces jointes.

II - Dossiers concernant des demandes d'autorisation d'emploi d'auxiliaires technologiques

Compte tenu de la définition de l'auxiliaire technologique, le demandeur doit fournir la preuve que le produit demandé ne joue aucun rôle dans le produit fini et qu'il n'y est présent que sous forme de traces (quantité maximum et méthode de dosage à fournir).

Ces dossiers doivent comporter :

1. Nom et coordonnées du demandeur en précisant sa nature (chercheur, fabricant, utilisateur, importateur, etc...), accompagnés du nom de la personne responsable du dossier et pouvant être contactée.
2. Désignation de l'auxiliaire technologique faisant l'objet de la demande :
 - 2.1 Nature de la substance.
 - 2.2 Dénomination commerciale, nom du fabricant et, le cas échéant, de l'importateur.
 - 2.3 Critères d'identité et de pureté de la substance.
 - 2.4 Tout autre renseignement d'ordre physico-chimique que le demandeur estime utile d'apporter.
3. Détermination des éventuels résidus dans l'aliment avec les méthodes analytiques utilisées et leur sensibilité.
4. Données relatives aux aliments pouvant contenir des traces de l'auxiliaire technologique - présentation des arguments techniques en faveur de l'emploi de la substance :
 - 4.1 Aliment(s) pour le(s)quel(s) l'autorisation est demandée.
 - 4.2 Modalités et dose d'emploi de l'auxiliaire technologique :

Description du procédé de fabrication comportant les informations nécessaires sur le mode d'incorporation et éventuellement d'élimination de l'auxiliaire technologique.

Justifications en faveur de l'emploi de l'auxiliaire technologique :

 - but recherché, effet attendu, avantages escomptés pour le fabricant, le consommateur ou l'utilisateur de l'aliment contenant cette substance ;
 - protocole expérimental et détermination de la dose optimale :
 - rapport d'essais à doses variables de l'auxiliaire technologique proposé ;
 - détermination de la dose nécessaire pour obtenir l'effet recherché ;
 - preuve de l'efficacité compte tenu des doses proposées ;
 - effet éventuel sur la salubrité et la conservation du produit ;

- résultats d'essais comparatifs lorsqu'existe déjà un (ou des) auxiliaire(s) technologique(s) ou un procédé remplissant le même rôle ou un rôle analogue.

5. Liste récapitulative des pièces jointes.

III - Dossiers concernant des procédés technologiques

Ces dossiers concernent des procédés qui vont avoir des conséquences sur les aliments ainsi obtenus et/ou en termes de santé publique.

Ces dossiers doivent comporter :

1. Nom et coordonnées du demandeur en précisant sa nature (chercheur, vendeur de procédés, fabricant, importateur, etc...), accompagnés du nom de la personne responsable du dossier et pouvant être contactée.
2. Objet de la demande.
3. Buts et motifs d'emploi du procédé.
Le procédé doit être présenté par comparaison avec les procédés concurrents existant ayant le même but ou un but analogue. Les arguments en faveur du procédé, qui peuvent porter sur des facteurs organoleptiques, nutritionnels, hygiéniques, technologiques ou économiques seront à présenter dans la section 7. Ils devront s'appuyer aussi bien sur les principes de base (arguments bibliographiques) que sur la mise en oeuvre en pratique ; il faudra vérifier en particulier qu'un avantage observé ou démontré en laboratoire est conservé lors de la transposition industrielle et tout au long de la durée de vie du produit.
4. Aliment(s) concerné(s) par le procédé.
5. Description du procédé faisant l'objet de la demande et conditions opératoires.
La description du procédé comprendra les parties suivantes :
Principe sur lequel repose le procédé, en donnant des références d'articles ou d'ouvrages susceptibles de fournir des informations complémentaires.
Nature des équipements mis en oeuvre et modalités de leur fonctionnement.
Composition ou mode d'obtention des produits ou composition chimique utilisées.
Description, le cas échéant, des micro-organismes utilisés, en précisant leur origine et leur mode de conservation.
6. Incidences du procédé.
Sur la valeur nutritionnelle.
Sur la qualité hygiénique.
Sur l'aptitude à la conservation.
Le dossier comportera également des éléments sur les éventuels résidus résultant du procédé et/ou sur les substances dont la présence est induite par le procédé (dose maximale et méthode d'analyse à proposer).
7. Données expérimentales.

Les arguments présentés dans la section 3 doivent être développés dans la présente section, à partir des données obtenues au cours d'expérimentation en laboratoire, en atelier pilote ou sur un site industriel. Dans la mesure du possible, les résultats seront discutés en termes de précision et de reproductibilité. En particulier, leur extrapolation à partir de données obtenues au laboratoire ou sur pilote devra être légitimée (Cf. protocole expérimental, chapitre II, section 4).

Ces données devront concerner l'ensemble du domaine pour lequel l'autorisation est demandée.

8. Caractérisation des produits obtenus par le procédé (y compris dénomination de vente).

9. Liste récapitulative des pièces jointes.

IV - Dossiers concernant des aliments non traditionnels

Ces dossiers devront être constitués dans le même esprit que ceux concernant les trois catégories précédentes (additifs, auxiliaires technologiques, procédés).

Pour la Commission :

Le président,

J.J.BIMBENET.

ANNEXE 2

LISTE DES COLORANTS ALIMENTAIRES AUTORISES

Annexe I à la directive 94/36/CE du 30 juin 1994