

1- INTRODUCTION

Actuellement, des produits chimiques dangereux sont présents dans les plastiques et autres matériaux qui entrent en contact avec de la nourriture. Ces produits chimiques peuvent lessiver ou migrer dans les aliments, et de là dans nos corps.

Les produits chimiques sont particulièrement susceptibles de migrer dans les aliments ou les liquides dans le cas où les matériaux qui entrent en contact avec les aliments sont exposés à des températures élevées, lorsque les temps de contact sont longs et lorsque le rapport de contact entre les aliments et les matériaux est élevé.

L'emballage alimentaire est un secteur dans lequel les matières plastiques ont acquis une place importante en substitution ou parfois en association avec des matériaux plus traditionnels. Il peut s'agir de produits laitiers, d'épicerie, de viande, de poissons ou de boissons dont les eaux minérales. Le contact entre les aliments et les emballages plastiques est presque toujours à l'origine de transferts réciproques entre le contenant et le contenu. En pratique, l'altération majoritaire provient de la contamination due à des produits contenus dans l'emballage entraînant éventuellement la modification des qualités nutritionnelle, gustative et olfactive du produit. La très grande variété de polymères et de matériaux utilisés, associée aux multiples possibilités dues à l'introduction d'additifs et d'adjuvants nécessaires à leur fabrication, leur transformation ou leur utilisation, rend les études de compatibilité particulièrement complexes. En effet, les éventuels transferts doivent être limités de manière à ne pas mettre en danger la santé publique, ni à entraîner des changements indésirables dans les aliments.

Les produits chimiques considérés comme les plus nocifs sont ceux qui:

- Caused le cancer
- Affectent l'ADN
- Reprotoxiques
- Ne se décompose pas dans l'environnement
- Sont capables de s'accumuler dans la chaîne ou les organismes alimentaires, et
- Autres propriétés nocives, telles que les perturbateurs endocriniens.

2- DÉFINITIONS DES MATERIAUX EN CONTACT AVEC LES ALIMENTS (FCM)

- ✓ **Matériau en contact avec les aliments (FCM):** Du point de vue de la sécurité alimentaire, toutes les substances qui pourraient transférer leurs constituants aux aliments dans les conditions d'utilisation prévues (compte tenu de la mauvaise manipulation et de la mauvaise utilisation attendues).

Comprend :

- les emballages de matières premières,
- les lignes de transformation, les emballages alimentaires (à contact direct ou indirect),
- les articles auxiliaires,

- certaines pièces des distributeurs automatiques et les distributeurs d'aliments (par exemple les distributeurs de café, les distributeurs de crème glacée), entre autres.
- ✓ **Contact direct:** Contact intime avec la couche de contact entre les denrées alimentaires et les aliments (physiquement ou en contact avec l'espace de tête).
- ✓ **Contact indirect:** correspond à toutes les couches placées entre la couche de contact alimentaire et une barrière fonctionnelle. Il n'y a pas de contact intime, mais pendant la période de contact, il y a un transfert potentiel de composants dans la nourriture.
- ✓ **Pas de contact:** le potentiel de transfert des constituants matériels vers les aliments est exclu (cela peut être prouvé).
- ✓ **Migration:** La migration est le transfert de constituants du matériau ou de l'article donné dans l'aliment. C'est un processus basé sur le temps mais fortement dépendant de la température. Il est important de garder à l'esprit le temps de contact (par exemple, emballage primaire du remplissage jusqu'à la dernière portion du consommateur) et la température dans le processus (par exemple remplissage à chaud, autoclave, micro-ondes...).

3- CLASSIFICATION DES MATÉRIAUX

Il existe de nombreux matériaux qui pourraient être utilisés dans l'industrie alimentaire (métaux et alliages, verre, bois, liège, papier et carton, céramique, plastique, silicones, caoutchoucs et élastomères, résines, encres, adhésifs etc...).

Il existe différentes façons d'aborder la classification des matériaux utilisés dans l'industrie alimentaire. Une classification basée sur le type de contact, le type de matériau et la fonction est présentée ci-dessous.

a. TYPE DE CONTACT

Tous les matériaux d'une chaîne de transformation ou d'un matériau d'emballage ne sont pas en contact avec des aliments. On distingue :

- **Contact direct:** Contact physique intime avec la denrée alimentaire. La surface en contact constitue la couche de contact alimentaire.
- **Contact indirect:** correspond à toutes les couches placées entre la couche de contact alimentaire et une barrière fonctionnelle. Il n'y a pas de contact intime, mais pendant la période de contact, il y a un transfert potentiel de composants dans la nourriture. Le transfert de substances volatiles via l'espace de tête est également considéré comme un contact indirect.

b. TYPE DE MATERIEL

Il existe de nombreux matériaux qui pourraient être utilisés dans l'industrie alimentaire. Nous les regroupons ici par familles en tenant compte de la sécurité alimentaire.

- **Métaux et alliages:** ils sont normalement utilisés dans l'équipement de transformation et les ustensiles ménagers. Les métaux sont rarement utilisés individuellement, mais la majeure partie de l'équipement est constituée d'alliages. Il existe de nombreux métaux différents qui pourraient être utilisés au contact des aliments: **Aluminium, Chrome, Cuivre, Fer, Manganèse, Nickel,**

Argent, Etain, Titane et Zinc. Ils sont normalement présents en tant que composants d'alliages comme l'acier inoxydable (fer – chrome), le bronze (cuivre – étain), le laiton (cuivre – zinc) ou l'argent allemand (cuivre – nickel – zinc). Les principales restrictions applicables aux métaux sont liées à la teneur en métaux lourds. Il pourrait être spécifié en termes de contenu dans le matériel ou de migration / lixiviation. Une attention particulière doit être portée au soudage (par ex. Réparation des tamis) afin d'éviter l'introduction de plomb.

- **Verre:** La composition du verre est faite par du sable, de la soude, de la chaux et du verre issus du recyclage. La modification des ingrédients mineurs donne un éventail de couleurs différentes (par exemple silex, demi-blanc, ciel, saphir, bleu royal, vert géorgien, vert clair, émeraude, vert champagne, vert foncé, vert antique, feuille morte, ambre clair, ambre ou rouge ambre). Afin de faciliter la production, le remplissage et la manipulation, un revêtement externe de cire de polyéthylène est appliqué pour rendre le récipient glissant et plus résistant aux rayures. Le verre est perçu par le consommateur comme un matériau d'emballage de haute qualité, mais du point de vue de la sécurité alimentaire, le verre est l'une des principales préoccupations en raison de la formation potentielle de corps étrangers.
- **Bois:** Le bois est largement utilisé pour les boîtes de légumes et de fruits, mais aussi pour les cure-dents, les baguettes et les bâtonnets de crème glacée. Le pin, le bambou, le bouleau ou le hêtre sont normalement utilisés à ces fins. Les infestations de ravageurs ou la croissance de moisissures et de champignons pourraient présenter un problème de sécurité sanitaire des aliments (par exemple, présence de mycotoxines). Afin d'éviter ce genre de problème, le bois est normalement traité avec des pesticides ou des fongicides. Un problème bien connu découle de l'utilisation du 2,4,6-trichlorophénol et du 2,4,6-tribromophénol lors du traitement de surface des matériaux en bois ou à base de bois. Les amateurs de vin, et donc l'industrie du vin, peuvent souffrir de l'odeur de moisi ou de moisi associée à ces molécules, qui est perceptible à partir de 4 ng / litre . Des vérifications de la présence de niveaux résiduels de ces produits chimiques doivent alors être effectuées.
- **Liège:** Une application clé dans l'industrie alimentaire est les bouchons de vins et spiritueux en bouteille. Selon une définition du Conseil de l'Europe, les bouchons en liège devraient contenir au moins 51% de liège et pourraient être constitués de différentes pièces liées entre elles au moyen de colles, d'adhésifs ou de tout autre moyen. Comme pour les matériaux en bois, des contrôles des résidus de fongicides et de pesticides doivent être effectués.
- **Papier et carton:** ils sont fabriqués presque exclusivement à partir de fibres de cellulose dérivées du bois. La principale différence est leur grammage et, conformément aux normes internationales, on pourrait considérer que le matériau pèse moins de 250 g / m² est le papier et le reste du carton (ISO, 1995). Le papier journal est normalement utilisé dans les livres de poche bon marché. Commercial est utilisé pour des articles de meilleure qualité. Du papier résistant à la graisse est utilisé lors du contact avec des aliments gras ou avec des graisses à leur surface. Une application typique est les sacs de nourriture pour animaux. Le papier kraft naturel est le

type le plus résistant et est largement utilisé dans les sacs de transport. Kraft blanchi est utilisé lorsque l'apparence est importante tout en conservant la force, par ex. sacs de sucre et de farine. Le papier de soie est appliqué sur n'importe quel papier léger et peut être utilisé comme composant laminé de l'emballage ou autonome comme essuie-tout de cuisine. Le papier sulfate blanchi solide (SBS) est normalement utilisé dans des applications résistantes à l'eau comme les boîtes de congélation ou le contact alimentaire humide. Le babillard est fabriqué principalement à partir de journaux recyclés. Dans le cas de matériaux imprimés et / ou recyclés, le risque de migration de produits chimiques doit être soigneusement évalué. Dans de nombreux cas, une barrière intermédiaire (par exemple, doublure en plastique, sac en boîte) sera nécessaire. Le papier sulfurisé pourrait également transférer ses composants dans les denrées alimentaires (par exemple les composés perfluorés).

- **Cellulose régénérée:** communément appelée cellophane, matériau en feuille mince obtenu à partir d'une cellulose raffinée dérivée de bois ou de coton non recyclé. Pour répondre aux exigences techniques, des substances appropriées peuvent être ajoutées soit dans la masse soit en surface. Le film de cellulose régénérée peut être enduit sur une ou les deux faces. Il est largement utilisé dans les emballages alimentaires pour protéger les produits de boulangerie et les bonbons, et a également des applications avec les produits huileux.

- **Céramique:** Les articles en céramique sont fabriqués à partir d'un mélange de matériaux inorganiques avec une teneur généralement élevée en argile ou en silicate à laquelle de petites quantités de matériaux organiques peuvent avoir été ajoutées. Ces articles sont d'abord mis en forme et la forme ainsi obtenue est fixée définitivement par cuisson. Ils peuvent être émaillés, émaillés et / ou décorés. La migration potentielle du plomb et du cadmium est la principale préoccupation des céramiques en contact avec les aliments, en particulier lors du contact avec des aliments acides.

- **Plastique:** Il existe plusieurs polymères utilisés pour le contact alimentaire. Les principaux sont (*nom /abréviation / numéro de recyclage*):
 - polyéthylène téréphtalate / PET / 1
 - polyéthylène haute densité / HDPE / 2
 - chlorure de polyvinyle / PVC / 3
 - polyéthylène basse densité / LDPE / 4
 - polypropylène / PP / 5
 - et polystyrène / PS / 6.
 - Le nombre de recyclage 7 correspond à toutes les autres résines (par exemple polyamide, polycarbonate). Ils peuvent être traités par moulage par injection, soufflage, thermoformage ou laminage. Les caoutchoucs thermoplastiques sont intégrés dans la classification du caoutchouc. Ces polymères contiennent des additifs pour contrôler ou améliorer certaines propriétés. En tant que constituants du matériau, les antistatiques, les antioxydants, les agents antidérapants ou les stabilisants UV peuvent migrer dans les aliments. Les restrictions sur les matières plastiques sont généralement liées à leur

composition chimique (substances de départ) et à la quantité de ceux qui migrent dans les aliments (individuellement (SML) et globalement (OML).

- **Silicones:** Les silicones constituent un groupe de substances et préparations polymériques contenant toutes des polysiloxanes (caractérisés par des liaisons Si-O-Si et Si-C). Les copolymères et mélanges de polymères de polysiloxanes avec des polymères organiques. Trois types de silicones peuvent être différenciés en fonction de leurs propriétés physiques:
 - les huiles et les pâtes (par exemple les lubrifiants ou les agents de démoulage),
 - les résines (par exemple les revêtements résistants à la chaleur) et
 - les élastomères (par exemple les produits d'étanchéité). Les restrictions suivent la même approche que celle appliquée aux matières plastiques, restreignant les substances de départ et la quantité de ceux qui migrent dans les aliments.

- **Caoutchoucs et élastomères:** Cette catégorie désigne une famille de matériaux ayant des propriétés de haute élasticité. Dans un état non vieilli, le caoutchouc peut être sensiblement déformé sous contrainte, mais récupère presque à son stade d'origine lorsque la contrainte est supprimée. Le caoutchouc est généralement fabriqué à partir d'un mélange de matériaux (solides et / ou liquides) et peut être soumis à un processus de durcissement, qui change de nature. Il existe également un autre groupe de caoutchoucs, le caoutchouc thermoplastique. Il s'agit d'un polymère ou d'un mélange de polymères qui ne nécessite pas de vulcanisation ou de réticulation pendant le traitement, mais qui a des propriétés, à sa température de service, similaires à celles du caoutchouc vulcanisé. Ces propriétés disparaissent à la température de traitement, de sorte qu'un traitement ultérieur est possible, mais reviennent lorsque le matériau revient à sa température de service. Les propriétés particulières des caoutchoucs rendent ce type de matériau omniprésent. Il peut être trouvé dans le transport des aliments (bandes transporteuses, tuyaux et tubes), la manipulation des aliments (gants), les filets alimentaires, les composants de tuyauterie (joints, joints, connecteurs flexibles et diaphragme / vannes papillon), systèmes de pompage (stators de pompes à cavité progressive, pompes à diaphragme), échangeurs de chaleur à plaques (joints), joints et joints généraux (utilisés dans les machines et les récipients de stockage), scellants pour boîtes, joints et fermetures de biberons ou tétines et bouchons de poitrine (protège-mamelons). Les nitrosamines doivent être évitées, en particulier dans les applications sensibles comme l'alimentation des tétines et des bonnets. La migration des plastifiants est un autre point à contrôler car sa migration pourrait atteindre des niveaux élevés, à tel point que l'utilisation de certains plastifiants, par ex. phtalates, est une préoccupation mondiale.

- **Résines pour l'échange et l'absorption d'ions:** il s'agit de composés macromoléculaires organiques synthétiques qui peuvent être utilisés dans le traitement des denrées alimentaires pour provoquer l'échange d'ions ou l'adsorption de constituants alimentaires. Cependant, ils ne comprennent pas les échangeurs d'ions celluloses.

- **Revêtements:** Les revêtements sont des matériaux finis préparés principalement à partir de matériaux organiques appliqués pour former une couche / film sur un substrat de manière à créer une couche protectrice et / ou à conférer certaines performances techniques. Les laques et vernis font partie de la famille des revêtements. Selon leur composition, il existe des revêtements époxy phénoliques plastiques, à base d'eau, durcis aux UV et conventionnels. La migration de produits chimiques en raison de vernis insuffisamment durcis pourrait devenir un problème de sécurité alimentaire. La composition du revêtement doit correspondre aux exigences de contact alimentaire, par ex. absence de bisphénol F diglycidyl-éther et de novolac glycidyl éthers, également appelés BFDGE et NOGE, dans les revêtements époxy phénoliques.
- **Adhésifs:** Ce sont des systèmes complexes. Ils sont composés de matières premières de base (liants) qui déterminent leur adhésivité (adhérence) et leur résistance interne (cohésion), et d'additifs qui déterminent des caractéristiques particulières d'utilisation finale et de traitement. Les liants sont principalement des polymères élevés. Une formulation adhésive se compose généralement d'un liant (polymère) et d'un ou plusieurs des additifs suivants: support d'eau ou de solvant organique, plastifiants, biocides et fongicides - pour les adhésifs de produits naturels, les adhésifs pour papier et carton, les catalyseurs, les émulsifiants, les antioxydants, etc...Les produits chimiques migrant des adhésifs (ingrédients ou produits de réaction) pourraient traverser les différentes couches d'un stratifié plastique et atteindre les aliments. Une sélection appropriée de l'adhésif et des couches entre l'aliment et l'adhésif est nécessaire.
- **Encres:** Cette catégorie comprend les mélanges complexes de liants, colorants, pigments, plastifiants, solvants et autres additifs. Dans leur état final, les encres sont de fines couches qui sont séchées ou durcies à la surface du matériau. Les encres pour emballages alimentaires ne doivent pas être confondues avec une impression en contact direct avec les aliments, où des additifs alimentaires sont utilisés (par exemple, des colorants alimentaires). Les encres ne doivent être appliquées que sur la partie externe du matériau d'emballage et ne doivent en aucun cas être en contact avec des aliments. Le risque d'utiliser des encres dans le FCM provient d'un durcissement insuffisant (par exemple, niveau élevé de solvants résiduels, contamination de la face interne par des dépôts) ou de la migration à travers le matériau de base (par exemple, la migration des huiles des encres de papier d'impression à travers le carton et la doublure en plastique). La bonne qualité des encres doit être sélectionnée pour une application donnée.
- **Lubrifiants:** Les lubrifiants sont des substances huileuses utilisées pour réduire la friction, en particulier dans les parties actives des lignes de production. Les lubrifiants de qualité alimentaire doivent correspondre à certaines spécifications réglementaires. Deux facteurs pour réduire le risque de contamination par les lubrifiants sont la bonne cartographie de la chaîne de traitement identifiant les pièces en contact accidentel avec les aliments et le bon dosage des lubrifiants.

4- FONCTION DU MATERIAU

Les matériaux d'emballage sont présents dans toute la chaîne alimentaire, dans le transport des produits et ingrédients alimentaires crus (par exemple, des caisses en bois pour les fruits du producteur au transformateur de fruits) ou dans le stockage intermédiaire (par exemple le transport des morceaux de fruits secs du fournisseur de fruits au producteur de yaourt). La classification ci-dessous vise à étendre cette vision au FCM.

- **Matériaux d'emballage:** Ils sont présents de la ferme à la fourchette et peuvent être à usage unique (emballage plastique pour une barre de chocolat) ou à usage répété (plateau en plastique micro-ondable pour lasagnes où le consommateur la lave et la réutilise).
- **Matériaux de transformation:** il s'agit généralement de matériaux utilisés par l'industrie alimentaire pour transformer les ingrédients alimentaires en produit fini (fours, séchoirs sous vide, mélangeurs, extrudeuses, etc.).
- **Articles auxiliaires:** matériaux qui sont normalement vendus avec le produit fini et destinés au contact alimentaire et / ou à la bouche, par ex. tétines, cuillères à mesurer, pailles sur le paquet, bâtonnets de crème glacée, etc.
- **Distributeurs automatiques et distributeurs d'aliments préparés:** il s'agit généralement de machines à boissons ou à crème glacée, dans lesquelles les conteneurs d'ingrédients et de parties liquides peuvent transférer leurs composants dans le produit alimentaire. Une attention particulière doit être accordée aux parties chaudes (par exemple, les tubes après le bloc chauffant).
- **Articles promotionnels:** articles vendus avec le produit fini et placés dans ou sur l'emballage (par exemple, jouets, gadgets, cartes incluses dans une boîte de céréales pour petit déjeuner qui ne sont pas séparées par une barrière fonctionnelle).

5- IDENTIFICATION DES DANGERS

a. Dangers physiques

Les matériaux en contact avec les aliments sont une source potentielle de dangers physiques.

Nous distinguons deux différents types,

- **corps étrangers** (tels que de petits morceaux de plastique un contenant mal coupé) et
- **la finition du matériau** en contact avec les aliments lui-même (par exemple, des arêtes vives sur une cuillère).

Des corps étrangers pourraient entraîner un risque d'étouffement ou une blessure s'ils sont tranchants. La partie principale des surfaces en contact avec les aliments ou l'emballage primaire pendant la production est faite en métal. Les matériaux en contact avec les aliments doivent être soigneusement conçus pour éviter que le métal, lors des frictions génère des particules. Une lubrification appropriée est également un facteur clé pour réduire ce risque.

Lors de l'évaluation du risque de dangers physiques, le verre est le premier danger qui peut venir à l'esprit. Les matériaux en verre sont normalement tranchants et peuvent provoquer des blessures lorsqu'ils sont touchés ou mangés.

Mais des corps étrangers pourraient déjà être présents dans les matières premières utilisées dans la production ou être introduits lors de l'ouverture de l'équipement (par exemple lors du nettoyage). Le contrôle correct (par exemple tamisage ingrédient de poudre alimentaire entrant) et la conception de l'équipement devrait réduire l'occurrence de ce danger ..

Une autre source potentielle de blessures sont les pièces en plastique rigide fabriquées par moulage. Lorsque les pièces des moules ne sont pas suffisamment serrées, le plastique fondu s'écoule dans des cavités générant de fines bandes qui pourraient provoquer des blessures, des perforations ou des coupures.

Les corps étrangers peuvent être détectés par inspection humaine, détection de métaux, pièges magnétiques, vision industrielle, détection de ferreux en feuille et détection par rayons X. Dans le cas de bouteilles en verre vides, l'inspection électronique des bouteilles (EBI) pourrait être une bonne option. Afin de sélectionner le meilleur système de détection, l'ampleur du problème doit être étudiée et équilibrée avec l'équipement aptitude.

b. DANGERS BIOLOGIQUES

Les matériaux en contact avec les aliments ne sont normalement pas considérés comme une source de risques biologiques. Cependant, il est important de prévenir la contamination par les ravageurs (par exemple, les rongeurs pendant l'entrepôt espace de rangement), poussière, fumier, l'eau contaminée ou autresIls sont considérés comme source de contamination par plusieurs agents pathogènes (*Listeria*, *Salmonella*, *Leptospira*, *virus Lassa*, etc.). Les données publiées démontrent que la présence d'agents pathogènes à proximité de produits non protégés dans les chaînes de transformation représente un risque important de recontamination. De plus, dans certaines circonstances, certains micro-organismes peuvent se développer dans le FCM, augmentant leur nombre et formant un **biofilm**; des micro-organismes inoffensifs et des bactéries pathogènes humaines peuvent former des biofilms.

Les biofilms peuvent se développer sur du FCM humide comme ceux en acier inoxydable et ils sont difficile à éliminer. Les Microorganismes dans les biofilms sont généralement protégés contre les désinfectants en raison de la capacité limitée de ces derniers à pénétrer la couche protectrice des polymères microbiens dans le biofilm. La mauvaise conception hygiénique des équipements est souvent à l'origine de ces problèmes. Une conception hygiénique correcte et un bon entretien des équipements en tant que BPF sont essentiels pour éviter une recontamination par exemple par des gouttes d'eau de condensation ou l'accumulation de résidus, fissures, micro-trous, etc.

Au cours de la dernière décennie, les FCM contenant des antimicrobiens ont été introduits sur le marché en tant que nouveau concept pour améliorer l'hygiène, en contribuant à réduire le risque de contamination croisée

La matière première peut également contaminer le FCM, par ex. *Salmonella* dans les usines d'aliments pour animaux de compagnie. Par conséquent, le flux de processus doit garantir que les matières premières se déplacent dans l'installation de l'entrée, où il peut y avoir des niveaux élevés de contamination, à la sortie, où les niveaux de contamination sont contrôlés. (Niveaux inférieurs aux limites données).

Les travailleurs peuvent transporter des agents pathogènes sur leurs mains et dans leur système digestif malgré l'absence de symptômes de maladie. De plus, les travailleurs ayant des plaies ouvertes, des furoncles ou des plaies ouvertes sont également une source potentielle de micro-organismes. À moins que les travailleurs ne comprennent et respectent les mesures d'hygiène, ils peuvent contaminer involontairement la FCM et ainsi créer la possibilité de transmettre des agents pathogènes.

c. DANGERS CHIMIQUES

Plusieurs phénomènes physico-chimiques sont susceptibles de modifier la qualité des aliments :

- ✓ **Physiorption ou adsorption de surface** : elle repose principalement sur des phénomènes d'attraction de charges entre un composé présent dans l'aliment et la surface interne de l'emballage.
- **Chimisorption** ou absorption de produits présents dans l'aliment : elle consiste en la dissolution plus ou moins importante dans le polymère qui dépend du coefficient de partage du composé considéré. Ce phénomène peut conduire au gonflement du matériau plastique.
- ✓ **Perméation** : elle correspond à la pénétration en profondeur dans la matrice polymérique d'un ou plusieurs constituants de l'aliment pouvant aller jusqu'à le transpercer. Elle concerne notamment les substances très volatiles comme les gaz dont la vapeur d'eau.
- ✓ Migration de composants du matériau plastique vers l'aliment dont la toxicité peut éventuellement ne pas être négligeable.

Plusieurs facteurs interviennent dans le processus migratoire : la nature du polymère, les additifs concernés mais surtout l'état physique et chimique de l'aliment emballé (solide ou liquide plus ou moins pâteux, composition...). Quatre situations différentes peuvent se présenter :

- 1) Si l'aliment est solide, le polluant éventuel ne quitte la paroi du conditionnement que s'il est suffisamment volatil. Il se produit alors successivement sa désorption, sa vaporisation puis son adsorption sur l'aliment voire une éventuelle absorption.
- 2) Lorsque l'aliment est liquide ou pâteux, trois cas de figure peuvent se présenter :
 - Le polluant soluble dans l'aliment y migre à partir du polymère en fonction de sa vitesse qui contrôle seule la contamination.
 - Le polluant est soluble dans l'aliment mais, à l'inverse des composants de celui-ci, peut migrer dans le matériau, provoquant son gonflement qui accélère et amplifie le phénomène d'échange.

- Le polluant est peu ou pas soluble dans le contenu. Après une éventuelle phase initiale de migration, il stagne à l'interface emballage/aliment.

Les transferts de matière d'un point à un autre, sont dus à des forces résultant d'un gradient de concentration. Ils sont ainsi liés à la diffusion moléculaire qui tend à homogénéiser le milieu, en diminuant les gradients de concentration des divers constituants. Deux cas de figure sont alors envisageables :

- Le milieu est homogène, facilitant ainsi le déplacement des molécules dans l'espace. La diffusion est dite brownienne.
- Le milieu est hétérogène. C'est l'exemple du contact entre l'emballage et l'aliment. Un gradient de concentration, véritable force motrice du système, s'établit alors.

L'allongement de la chaîne alimentaire fait que les aliments restent beaucoup plus longtemps que par le passé avec les matériaux d'emballage. Toutes les molécules entrant dans la composition des matériaux (plastique et plastifiants, vernis, colorants), ou susceptibles d'entrer en contact avec les aliments (colles, encres...) sont examinées du point de vue toxicologique permettant la fixation d'une DJA. Ensuite, des mesures de migration dans différents types d'aliment permettent de déterminer le niveau d'exposition théorique (NET) est comparé à la DJA. Si le NET est supérieur à la DJA, la molécule n'est pas autorisée. Diverses molécules ont fait ou font l'objet de réévaluations : phtalates (assouplissant des plastiques alimentaires), BADGE (composé entrant dans la composition du vernis intérieur des boîtes de conserve), aluminium.etc...

Il est connu que la migration des composés du FCM vers les aliments se produit pendant la manipulation, la production, stockage et distribution.

Les matériaux en contact avec les aliments peuvent contenir des milliers de molécules différentes et toutes n'ont pas de méthode validée pour mesurer leur migration. Certaines substances comme les métaux lourds sont bien connues et des restrictions s'appliquent à tous les FCM. Il existe des matériaux plus susceptibles de contenir des métaux lourds comme les encres ou les métaux, mais la majeure partie des composants du FCM n'est pas si toxique. Les substances CMR (cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction) ne doivent pas être utilisées dans la composition de FCM. La toxicité des substances migrant est normalement basée sur une exposition à vie (par exemple TDI) et elle est régulée par des limites de migration spécifiques ainsi que globales (migration globale et migration spécifique).

Un risque important pour la sécurité alimentaire des matériaux d'emballage est normalement lié à l'utilisation de fongicides et d'antimicrobiens dans le bois, le liège et le papier. Les matériaux actifs pourraient également être une source des antimicrobiens d'une manière différente et ne devraient pas être confondus avec le traitement du bois.

a. RISQUES D'ALLERGENES

Le risque de réactions allergiques est dû à un mauvais étiquetage (par exemple, ingrédients non déclarés, étiquettes mixtes) ou à des contaminations croisées potentielles plutôt qu'à partir de matériaux en contact avec les aliments eux-mêmes. Les FCM ne sont pas une source de risques allergènes mais il y a quelques exceptions. Caoutchouc naturel latex (NRL) pourrait être considéré comme l'un des ceux-ci et a besoin d'une attention particulière. Officiellement, l'Organisation Mondiale de la Santé a répertorié 13 allergènes de latex.

La prévalence d'allergie au latex dans la population générale est inférieure à 1%, mais dans la population pédiatrique générale, la sensibilisation au latex n'est pas rare lorsque les jeunes nourrissons ont des antécédents familiaux d'allergie au latex. NRL est couramment utilisé dans les gants, les adhésifs scellés à froid mais aussi dans les mamelons, les biberons ou tétines. À minimiser le risque, la qualité du latex doit être contrôlée.

Des matériaux alternatifs tels que le vinyle ou le nitrile pourraient remplacer le LNR dans les gants. De la même manière, les thermoplastiques (TPE) ou le silicone pourraient remplacer le NRL dans de nombreuses autres applications.

Les matériaux au contact des aliments

Matériel	Sur quoi se concentrer (non exhaustif	Commentaire
Emballage actif	Technologies de libération (composants actifs migrant dans les denrées alimentaires	Les antimicrobiens et les nanotechnologies doivent être soigneusement évalués
Revêtements pour emballages métalliques	Bisphénol A - Migrants à moins de 1000 daltons	
Papier et carton résistant à la graisse	Composés à base de fluor	Une attention particulière lorsqu'ils sont utilisés dans le four (par exemple, sacs de pop-corn, boîtes à pizza)
Articles en céramique	Métaux lourds (cadmium, chrome VI, plomb, mercure)	Surtout si une décoration vitrifiée est appliquée
Liège, bois et carton	Phénols et produits dérivés	Le fameux «goût de liège» des vins pourrait être également trouvé dans les aliments provenant du bois (ex: palettes traitées). Le test sensoriel est fortement recommandé puisque le seuil humain est à un niveau plus bas qu'une partie par billion (PPB)
Joints en fermeture de métal	Joint: plastifiants (la migration globale pourrait être élevée) et agent gonflant (Europe)	Les phtalates étaient traditionnellement utilisés; il est fortement recommandé d'obtenir des informations sur l'identité des plastifiants. L'azodicarbonamide n'est pas autorisé en Europe
Minéral hydrocarbures / cires	Cires minérales	Il est important de connaître sa composition et la pureté. Autorisé uniquement pour le contact application avec des aliments secs
Encres d'emballage	- Pigments - Impression UV - Impression jet d'encre	- La liste positive suisse pourrait être une référence. - Photo initiateurs et acrylates - Teneur résiduelle en méthanol et éthanol Listes d'exclusion (par exemple CEPE, Japon)
Polyacrylonitrile	Acrylonitrile et résidus de polyacrylonitrile	
Polystyrène -Ne doit pas être utilisé dans le four applicatio	Styrène, oligomères de styrène et résidus de polystyrène	Max 500 mg / kg en polystyrène - Max. 0,3 mg / kg dans les aliments - La teneur résiduelle en oligomères - Ne doit pas être utilisé dans le four
Chlorure de polyvinyle	-Résidus de chlorure de vinyle - PVC plastifié	Attention particulière aux plastifiants (les phtalates sont encore utilisés en grande variété et quantité