

Université Oran 1 - Ahmed Benbella

Département : ...**BIOLOGIE**

**Polycopié pédagogique
Habilitation Universitaire**

Dossier numéro :

**TOXICOLOGIE ET SECURITE
MICROBIOLOGIQUE DES ALIMENTS**

Cours destiné aux étudiants de

3^{ème} ANNEE Licence:

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**

Filière : **Sciences Alimentaires**

Spécialité : **Alimentation, Nutrition et Pathologies**

Présenté par : **Dr. BEKKOUCHE Lineda**

Année Universitaire : 2020 / 2021



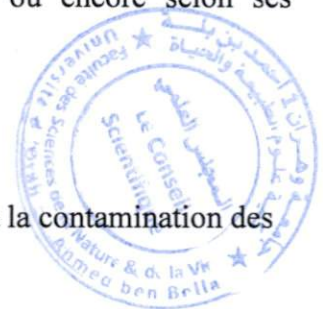
Avant-propos

L'évolution des techniques industrielles et agricoles a multiplié le nombre des sources de contamination et des agents toxiques des denrées alimentaires auxquels l'homme est exposé. La connaissance toxicologique d'une molécule débute par l'étude de ses propriétés physicochimiques et de son devenir métabolique afin de comprendre la nature et l'origine des symptômes observés. L'évaluation de sa toxicité fait ensuite appel à diverses études réalisées in vitro ou sur des animaux (toxicité aiguë, toxicité à court et à long terme, cancérogenèse, mutagenèse, allergénicité, etc.). Le but ultime de ces études est de pouvoir déterminer le rapport sécurité/risque des molécules étudiées chez l'homme et d'en déterminer la dose journalière admissible. Les principaux agents toxiques ainsi rencontrés dans les aliments peuvent être classés en plusieurs catégories, selon que ce sont des constituants naturels des aliments, des micro-organismes, des contaminants de l'agriculture et de l'élevage, des contaminants de l'industrie, des additifs alimentaires ou des substances formées au cours des traitements technologiques.

La toxicologie est l'étude des substances toxiques et, plus précisément, l'identification et l'évaluation quantitative des conséquences néfastes liées à l'exposition à des agents physiques, chimiques ou de toute autre nature. Comme telle, elle fait appel, tant pour ses connaissances que pour sa démarche de recherche ou ses méthodes, à la plupart des sciences biologiques fondamentales, aux disciplines médicales, à l'épidémiologie et à divers domaines de la chimie et de la physique. Elle s'étend de la recherche fondamentale sur le mécanisme d'action des agents toxiques à la mise au point et à l'interprétation de tests normalisés permettant de caractériser les propriétés toxiques de ces agents. Elle fournit à la biologie, à la médecine et à l'épidémiologie des informations indispensables pour comprendre l'étiologie et établir le lien entre les expositions et les pathologies observées. La toxicologie peut être scindée en spécialités: toxicologie clinique, toxicologie et sécurité alimentaire, toxicologie médico-légale, toxicologie fondamentale et toxicologie réglementaire, être présentée selon les organes cibles (par exemple, immunotoxicologie, toxicogénétique) ou encore selon ses objectifs (recherche, expérimentation et évaluation du risque).

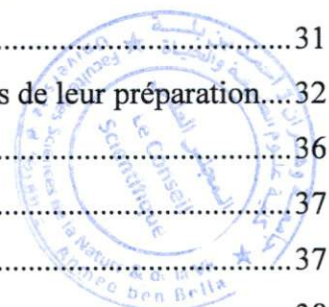
L'Objectif de cette matière :

Est que l'étudiant (e) soit capable, à la fin, d'identifier les risques liés à la contamination des aliments et d'en comprendre les conséquences.

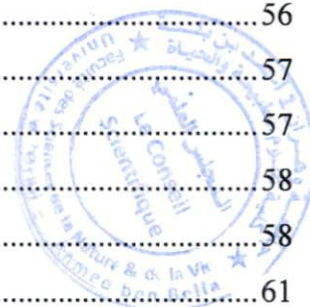


Sommaire

Avant-propos	2
Introduction	2
Chapitre I : Sécurité microbiologique des aliments.....	4
I. Association micro-organismes/aliments	4
I.1 Levures	4
I.2. Croissance microbienne	4
I.3. Inhibition de la croissance microbienne.....	5
I.4. Destruction des micro-organismes	5
I.5. les aliments fermentés	6
II. Les groupes microbiens dans la sécurité alimentaire.....	6
II.1. Les salmonelles.....	7
II.2. Les staphylocoques	8
II. 3. La listeria	11
II.4. Les clostridies	14
III. Les Principes de la toxi-infection alimentaire	16
III.1. Toxicité d'origine bactérienne.....	16
III.2. Action bactérienne	18
III.3. Action des toxines	18
III.4. Prévention des toxi-infections alimentaires.....	19
III.5. Les Mycotoxines dans les aliments	20
III.6. Comment limiter la prolifération des moisissures ?	22
IV. Contrôle microbiologique des aliments.....	23
VI.1. Risques liés à l'encéphalopathie spongiforme bovine	25
VI.2. Risques chimiques et/ou cancérogènes	25
VI.3. Composés issus des processus de production.....	26
VI.4. Risques lies a la consommation de produits contaminés	27
VI.5. Maladies parasitaires	31
VI.6. Risques lies à la contamination des aliments souillés au cours de leur préparation.....	32
VI.7. Surveillance médicale.....	36
Chapitre II : Toxicologie et sécurité alimentaire	37
I. Les métaux en tant que contaminants dans les aliments	37
I.1. Le nickel	38



I.2. Le mercure.....	38
I.3. Le plomb	39
I.4. Les facteurs qui déterminent les effets des métaux sur la santé et leur gravité.....	40
I.5. Comment l'organisme se détoxique-t-il naturellement des métaux ?.....	41
II. Résidus des pesticides dans l'alimentation	41
II.1. Résidus des pesticides dans la salade.....	43
II.2. Résidus des pesticides dans l'eau de boisson	43
III. Résidus d'emballage dans l'alimentation	44
III.1. Les phtalates :	44
III.2. Le bisphénol A.....	45
IV. Les substances nocives dans les aliments.....	46
IV.1. Le sirop de maïs fort en fructose	46
IV.2. Les acides gras trans.....	46
IV.3. Les exhausteurs de goût	47
IV.4. Les colorants artificiels	47
IV.5. Les édulcorants artificiels.....	47
IV.6. Les conservateurs	47
IV.7. Les anti agglomérant	48
V. Les additifs alimentaires	48
V.1. Historique	48
V.2. Définition.....	48
V.3. Quelques exemples d'additifs alimentaires	49
VI. Nitrates, nitrites, Alcools, cétones, peroxydes d'hydrogène dans l'alimentation	53
VI.1. Les nitrates et les nitrites	53
VI.1.1. Les nitrites/nitrates dans l'organisme.....	54
VI.1.2. Les nitrites/nitrates ajoutés aux aliments.....	54
VI.1.3. La réévaluation de la sécurité des nitrites et des nitrates.....	54
VI.2. Peroxyde d'hydrogène	56
VI.3. Alcool et cétones dans l'alimentation	57
VII. Prévention et législation dans la sécurité alimentaire	57
VII.1. Réglementation	58
VII.1.1. Textes législatifs et réglementaires	58
VII.1.2. Recommandations - normes - étiquetage - signalisation	61



VII.2. Les guides de bonnes pratiques.....	61
VII.3. Liste des sujets ayant fait l'objet de textes communautaires (directives, décisions, règlements)	62
VII.4. Liste des sujets ayant fait l'objet d'une réglementation.....	62
Conclusion :	64
Références bibliographiques.....	65



Introduction

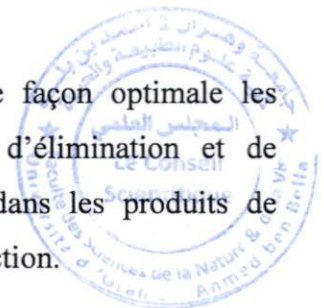
La sécurité alimentaire, dont la qualité microbiologique des aliments est une composante essentielle, représente un enjeu considérable. Sur le plan du commerce international, elle est très souvent invoquée pour renforcer les barrières aux importations. De plus, elle a un rôle évident à jouer dans la prévention des maladies d'origine alimentaire et par voie de conséquence, elle participe à la maîtrise des dépenses de santé.

La **maîtrise des risques microbiologiques** repose sur le respect des règles d'hygiène tout au long des filières de production, de transformation et de distribution et sur la validation des pratiques industrielles par l'analyse du produit fini. Cette stratégie présente des limites du fait du caractère insuffisamment spécifique des règles et des codes, mais surtout à cause des difficultés que comporte l'analyse microbiologique du produit fini. Il en résulte une évolution de la réglementation qui privilégie l'obligation de résultats, c'est-à-dire les objectifs à atteindre, en laissant une certaine latitude quant au choix des moyens à mettre en œuvre.

Les **souhaits des consommateurs** sont en contradiction avec leur besoin de sécurité quand ils demandent des produits à la fois moins traités, plus proches du naturel et plus sûrs. La sécurité alimentaire n'étant pas négociable et l'exigence d'innocuité microbiologique toujours plus forte, la parfaite maîtrise de la contamination est indispensable. Elle repose sur une bonne connaissance du monde microbien et fait appel au génie des procédés pour prendre en compte et maîtriser les phénomènes microbiens de façon très rigoureuse à chaque étape de la production, de la transformation et de la distribution.

Par rapport aux autres agents de contamination chimiques ou particulaires, les micro-organismes ont une propriété importante et remarquable : ils sont capables de se reproduire. Ainsi, lorsque les conditions sont favorables à cette reproduction, ce qui est souvent le cas pour les micro-organismes des produits naturels et alimentaires, la biocontamination s'auto amplifie. Le risque d'altération et d'intoxication éventuelle associé à ce phénomène nécessite sa maîtrise.

La stratégie de maîtrise du risque microbiologique doit intégrer de façon optimale les différentes démarches de prévention, de destruction, d'inhibition, d'élimination et de compétition des micro-organismes dans les matières premières et dans les produits de transformation, au niveau du matériel et de l'environnement de la production.



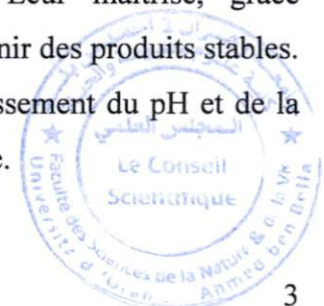
En ce qui concerne la **prévention**, tout doit être fait afin d'éviter l'apport de micro-organismes, en particulier pathogènes, à chacune des étapes de la chaîne agroalimentaire. L'emballage notamment permet de protéger denrées et produits du risque de contamination.

L'**inhibition de la croissance microbienne** peut être obtenue en appliquant des conditions de température, de pH et d'activité de l'eau défavorables. Elle peut aussi être obtenue en introduisant dans l'aliment des substances chimiques appelées conservateurs dont l'utilisation est soumise à une réglementation stricte. Le recours à des micro-organismes antagonistes de ceux que l'on cherche à inhiber est une voie intéressante qui conduit aux aliments fermentés. Le conditionnement sous atmosphère modifiée est utilisé pour ralentir la croissance microbienne.

La **destruction des micro-organismes** est très utilisée, notamment pour conserver les denrées alimentaires. La connaissance des modalités de cette destruction est importante afin d'en tirer, en pratique, le meilleur parti possible. Il est impératif, notamment, de prendre en compte l'extraordinaire résistance des endospores bactériennes. Dans le cas des produits alimentaires, la destruction est le plus souvent obtenue par voie thermique. Dans l'environnement de la production, la maîtrise industrielle de la biocontamination implique l'hygiène des surfaces des matériels et des locaux. La destruction des micro-organismes est, dans ce cas, obtenue par voie chimique grâce à l'utilisation de désinfectants.

L'**élimination des micro-organismes** est à envisager car la taille et le mode de reproduction des micro-organismes, notamment dans le cas des moisissures, font qu'ils sont disséminables et donc transmissibles. L'air pouvant être souvent impliqué dans les phénomènes de contamination, sa qualité microbiologique peut être un élément déterminant de la maîtrise de celle des aliments. La filtration est fréquemment utilisée pour améliorer la qualité de l'air des locaux de production afin d'éviter les phénomènes de contamination.

La **compétition microbienne** est mise en jeu. Certaines espèces microbiennes, notamment des bactéries lactiques et des levures, sont assez largement utilisées dans les produits laitiers, carnés et végétaux, ainsi que dans les boissons fermentées. Leur maîtrise, grâce principalement aux fermentations lactique et alcoolique, permet d'obtenir des produits stables. L'inhibition des bactéries d'altération et pathogènes résulte de l'abaissement du pH et de la teneur en éthanol mais repose aussi sur des phénomènes d'antagonisme.



Chapitre I : Sécurité microbiologique des aliments

I. Association micro-organismes/aliments

Les micro-organismes des produits naturels et des aliments sont pour la plupart des champignons microscopiques (levures et moisissures) et des bactéries. Certaines denrées peuvent aussi renfermer des parasites tels que des protozoaires, des métazoaires et des virus pouvant être responsables de maladies d'origine alimentaire.

I.1 Levures

Les **levures** et les **moisissures** appartiennent au règne végétal et sont réparties dans les quatre classes de champignons (mycètes). Ce qui différencie principalement les levures des moisissures est leur structure cellulaire. Dans les deux cas, il s'agit de cellules eucaryotes, mais les levures sont au moins à une étape de leur cycle biologique sous forme unicellulaire, tandis que les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux. L'ensemble des filaments (hyphes) constitue le mycélium.

Les levures ne constituent pas un groupe de mycètes bien défini. En fait, on les trouve dans deux classes de champignons, Ascomycètes et Basidiomycètes selon l'ultra structure de la paroi. Dans chacune des deux classes, on trouve des levures parfaites (télé-omorphes) car elles ont à la fois un mode de

I.2. Croissance microbienne

La spécificité des organismes vivants est sans conteste leur **capacité à se reproduire**. Dans le cas des micro-organismes, l'augmentation de la population qui résulte de cette reproduction s'accompagne de phénomènes importants qu'il est indispensable de prendre en compte et de maîtriser pour sauvegarder, dans les industries alimentaires, la qualité des produits. Au cours de la croissance, les micro-organismes transforment biochimiquement le milieu et provoquent des modifications de la qualité organoleptique. Cela conduit à une altération dans de nombreux cas, les piqûres lactique et acétique étant les plus fréquentes avec la putréfaction. Certains micro-organismes ont la faculté de synthétiser des toxines, endo- ou exotoxines, dont l'accumulation ou seulement la présence rend le produit dangereux à consommer. On parle alors d'altération de la qualité hygiénique ou sanitaire. Les risques microbiologiques principaux sont dus aux *Salmonella* sp., à certaines souches d'*Escherichia coli*, aux

Staphylocoques entérotoxigènes, à *Listeria monocytogenes*, à *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Campylobacter*, *Vibrio*, *Aeromonas* et aux moisissures toxigènes.

I.3. Inhibition de la croissance microbienne

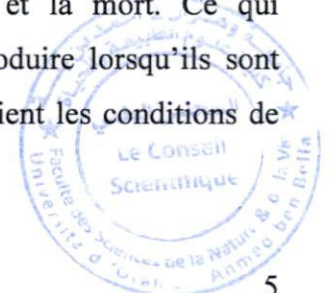
La cinétique de croissance des micro-organismes est déterminée par les caractéristiques physico-chimiques du milieu dans lequel ils se trouvent. Il est indispensable de connaître les modes et les conditions d'action de ces facteurs environnementaux pour maîtriser la croissance des germes et être capable de l'inhiber, pour prévoir les conséquences de leur développement et au besoin pour interpréter les observations faites sur un produit altéré.

Les conditions physico-chimiques agissent sur les vitesses des réactions enzymatiques, ce qui a des répercussions sur le métabolisme et la multiplication cellulaires. Il en résulte des modifications de la durée de la phase de latence, de la vitesse spécifique maximale au cours de la phase exponentielle ou de la durée de la croissance et de la concentration cellulaire maximale obtenue en phase stationnaire. Le développement microbien est affecté tout d'abord par la composition du milieu, c'est-à-dire par la nature et les concentrations des sources d'énergie, de carbone et d'azote, par la quantité d'eau disponible, de minéraux, de facteurs de croissance, d'acides organiques et de substance pouvant avoir une activité particulière (les antioxydants par exemple). Cette composition :

- 3.1 - Température
- 3.2 - pH
- 3.3 - Activité de l'eau et stress osmotique

I.4. Destruction des micro-organismes

- La destruction des micro-organismes est un phénomène très utilisé dans les industries alimentaires et biologiques pour conserver les produits et les denrées et assainir les surfaces.
- Comme pour tous les organismes vivants, on peut caractériser deux états physiologiques majeurs pour les micro-organismes : la vie et la mort. Ce qui différencie ces deux états est la capacité qu'ils ont à se reproduire lorsqu'ils sont vivants et qu'ils n'ont plus lorsqu'il sont morts, quelles que soient les conditions de culture.



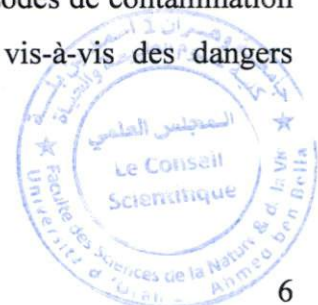
- L'application d'un traitement physique ou chimique à une population de cellules microbiennes peut avoir pour conséquence de léser les cellules sans pour autant les détruire et entraîner leur mort. On parle alors de cellules stressées. Les lésions qu'elles ont subies peuvent être réparées et la reproduction peut reprendre si les cellules sont mises dans des conditions particulières. Le choix du milieu de culture est important et les milieux sélectifs, couramment employés en microbiologie, ne conviennent pas.

1.5. les aliments fermentés

- Les aliments fermentés sont connus depuis très longtemps : des aliments obtenus par fermentation, ressemblant à notre pain, à nos boissons fermentées, bières et vins, à nos laits fermentés et à nos fromages, existaient déjà environ 6 000 ans avant notre ère. L'intérêt des aliments fermentés est multiple.
- Par leur métabolisme, les micro-organismes, principalement des bactéries et des levures, font apparaître des **molécules inhibitrices** qui ralentissent ou même empêchent la croissance des germes d'altération et/ou pathogènes. La durée de vie de l'aliment est augmentée, il peut être transporté sans précaution particulière, de température par exemple (cas de certains fromages) et surtout sa consommation peut être différée. Le principal objectif est de *conserver* : la transformation du lait en fromage est un moyen de le stabiliser pour pouvoir le consommer longtemps après la collecte.
- Les micro-organismes des fermentations participent de façon considérable à l'élaboration des **propriétés organoleptiques** de l'aliment fermenté. La fermentation (maturation ou affinage) : - Bactéries - Levures - Moisissures

II. Les groupes microbiens dans la sécurité alimentaire

De multiples micro-organismes (bactéries, virus, parasites) sont susceptibles de contaminer les denrées alimentaires et d'engendrer diverses pathologies. Les mesures mises en œuvre par les autorités de santé et les professionnels ont conduit à une diminution majeure des principales pathologies causées par l'alimentation. Cependant, des épisodes de contamination liés notamment à des produits végétaux, appellent à la vigilance vis-à-vis des dangers microbiens.



II.1. Les salmonelles

Les salmonelles sont les germes les plus représentés;

Le risque est considérable puisque les salmonelloses représentent 63% des toxi-infections alimentaires collectives.

Le risque « salmonelle » est surtout lié à un risque de matières premières contaminées et, notamment, une contamination des œufs et des poulets, par *salmonella enteridis*.

- **Gravité:** +++

- **Fréquence :** forte, de 70 à 75% des cas de TIAC déclarés.

- Dangereuses

- Provoquent, en moyenne, 24h après le repas (8 à 48h) des diarrhées et coliques violentes accompagnées de fièvre et de grande fatigue.

- Les cas mortels sont assez fréquents: 0,5% des salmonelloses

Cette pathologie a même été définie comme maladie réputée légalement contagieuses, à savoir les élevages contaminés font l'objet de mesures particulières afin de tenter de diminuer la pression de contamination par la volaille considérée comme composant protidique et de substitution, et multiplie les risques d'intoxication alimentaires (*Salmonella entéridis*).

Cette contamination très forte vient d'une charge bactériologique importante au niveau des élevages, accrue par un phénomène d'amplification tout au long de la filière agro-alimentaire
Au niveau des élevages (dépistage difficile)

Au niveau de l'abattoir, première phase d'amplification (les animaux peuvent se contaminer entre eux).

Lors d'une salmonellose, le cheminement de l'enquête a lieu en sens inverse du schéma «lieux et pièces de transmission des salmonelles». L'enquête commence en interrogeant des malades: Soit contaminés au sein d'une restauration collective (le repas scolaire, la cantine d'entreprise...). Qualifiée de foyer fermé (consommateurs, même lieu), Soit contaminés individuellement (intoxication familiale), par l'achat d'œufs contaminés par exemple, foyer ouvert.

Le but est de remonter jusqu'à l'élevage, pour cela, il faut pouvoir présenter en cuisine des éléments d'enquête, donc une *traçabilité d'étiquetages*. Il s'agit d'épidémies groupées chez les participants à un même repas d'épidémie diffuses chez les consommateurs d'un même produit contaminé à l'origine de cas familiaux de cas individuels Réservoirs: Animaux (volailles, veaux), coquillages Hommes, porteurs intestinaux sains (1 à 5% des ouvriers des filières agro-alimentaires; victimes de gastro-entérites) Environnement (eaux contaminées par matières fécales.

Les volailles tout d'abord sont hautement contaminées. Poulets, canards, mais également leurs produits dérivés, abats (gésiers, foies...) le sont aussi

- IL est conseillé de travailler séparément les « viandes à risque » des autres viandes (agneau, bœuf) qui, consommées saignantes peuvent être à l'origine de salmonelloses. Procéder à des phases de nettoyage et désinfection des couteaux et plans de découpe des viandes de différentes espèces.

- Un œuf peut être contaminé, soit au niveau de la coquille, soit au niveau de son contenu. La coquille peut être contaminée lors de la ponte par des excréments situées à l'orifice de ponte ou dans la litière souillée. Cela conduit à prendre un maximum de précautions dans le maniement des œufs en coquille.

La casse des œufs doit se faire dans la zone de prétraitement de façon à ce que les coquilles ne pénètrent pas en cuisine et ne polluent pas un plan de travail.

L'utilisation d'un œuf souillé est déconseillée car on introduit lors de la casse une partie des pollutions de surface. Le jaune d'œuf peut contenir des salmonelles provenant de la contamination directe de l'ovule d'une poule atteinte. Dans ce cas, comme dans celui des poulets, on ne peut éviter la contamination.

II.2. Les staphylocoques

- Le staphylocoque et notamment *Staphylococcus aureus*
- Le staphylocoque doré représente 14% des toxi-infections alimentaires collectives. Or, c'est par excellence le germe manuporté et ces intoxications relèvent bien souvent d'un problème de « mains sales ». Le respect de règles d'hygiène simples permettrait sans peine de réduire considérablement ce lamentable score.

La contamination par le staphylocoque :

Les risques liés au personnel :

Ils proviennent tout d'abord de l'état de santé du personnel de production, sa tenue, sa sensibilisation à l'hygiène.

La main est le premier vecteur de transmission de staphylocoques. Un cuisinier porteur d'une plaie (brûlure, coupure infectée) ou autre affection cutanée à staphylocoque (staphylococcie cutanée) peut transmettre les germes qu'il héberge aux aliments qu'il manipule à main nue.

Mais il faut savoir que des mains apparemment saines peuvent également véhiculer des staphylocoques. On estime à **30% la fréquence des porteurs sains**. Or, la main constitue souvent l'outil le plus approprié pour la saisie de certains produits ou leur manipulation (assemblage de salades composées, brassage de semoule, répartition de produits tranchés). Enfin, la main sale peut véhiculer des staphylocoques et autres germes fécaux lors d'**erreurs graves d'hygiène** : absence de lavage des mains à la sortie des sanitaires par exemple.

Les cheveux sont une source importante de contamination car les follicules pileux et les glandes sébacées à leur base contiennent de nombreux germes et parasites. Un cheveu qui tombe constitue un risque de contamination directe, mais plus insidieux, une main qui replace une mèche devient à son tour le vecteur de staphylocoques. Dans ce cas, les risques dits de « contamination croisée » sont les plus fréquents.

Le fond de gorge est une cavité à staphylocoques ! Certains cuisiniers sont porteurs de symptômes et la toux pulvérise les germes dans les préparations culinaires. Mais là encore une main qui manipule un mouchoir ou qui estompe poliment un éternuement peut à son tour véhiculer ce microbe.

Le tube digestif. Un membre du personnel qui aura contracté une entérite staphylococcique (en consommant lui aussi un repas contaminé) est contaminant pendant les symptômes et le reste quelques jours après. Il peut, à la faveur d'une erreur d'hygiène, contaminer les plats qu'il confectionne.

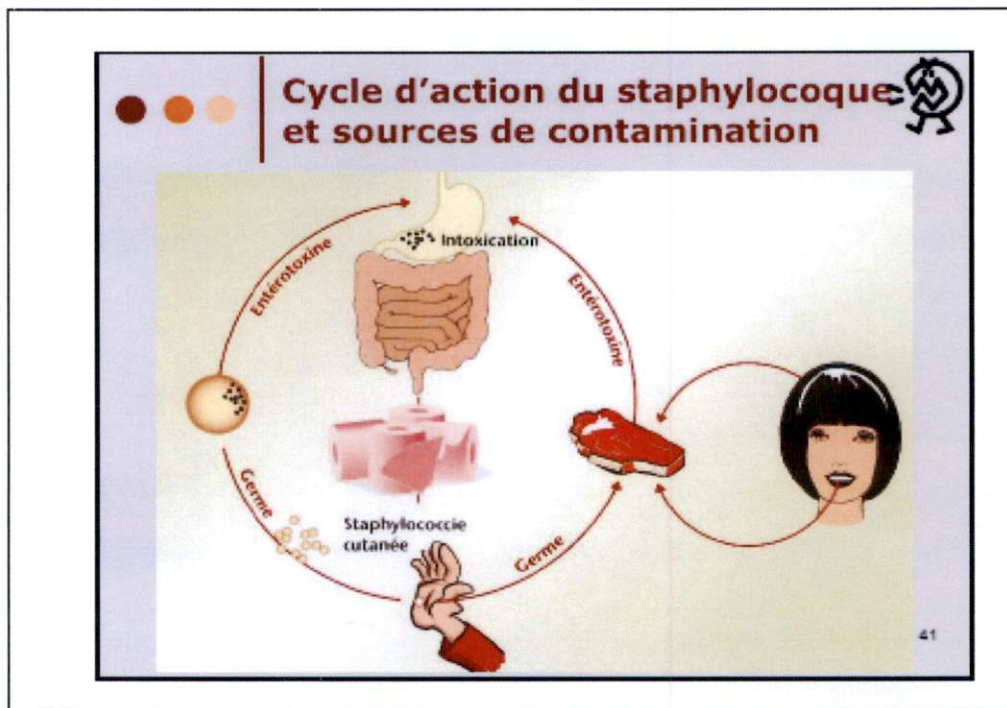


Figure 1: cycle d'action des staphylocoques

Eviction des personnes malades

Les arrêtés ministériels formalisent très clairement l'interdiction de maintenir en poste un personnel malade et l'engagement de la responsabilité (personnelle ou du chef du personnel) si tel est le cas.

Le cuisinier doit être écarté de la production des repas lors de troubles digestifs ou respiratoires apparentés à un problème staphylococcique jusqu'à satisfaction d'une visite de contrôle et recouvrement de son certificat d'aptitude.

Le port de gants, pansements étanches ou d'un doigtier permet le maintien en poste d'un porteur de plaie.

En revanche, le port de masque est non seulement inefficace lors de bronchite staphylococcique mais il est en plus dangereux car gênant, il introduit des gestes vecteurs de contaminations croisées: (repositionnement du masque avec les mains, masque souvent humide et chargé de germes).

Les mesures préventives de lutte contre les staphylocoques

Surveillance par des analyses bactériologiques de la présence du staphylocoque :

- Demande d'autocontrôles aux fournisseurs (viandes, pâtisseries, glaces, charcuteries...).

Réalisation d'autocontrôles sur des produits « en cours » (râpés, mixés).- Réalisation d'autocontrôles sur des produits finis (plats cuisinés assemblés, à cuisson incomplète et brassés).L'hygiène du matériel sera fondamentale et pourra être vérifiée par lame de surface (petrifilm, chiffonnettes, écouvillonnages), par autre système tel que des bio-tests. Il faut impérativement veiller à procéder à un nettoyage et une désinfection entre deux utilisations. Le milieu, et notamment la conception des locaux intervient également, et en particulier les poussières ou grosses particules véhiculées par l'air (feuilles) mais aussi les insectes qui peuvent être vecteurs de staphylocoques.

II. 3. La listeria

La listéria est un germe d'actualité qui fait parler d'elle dans les fromages, les charcuteries, le saumon fumé.

Le risque en cuisine vient essentiellement de ces matières premières et des locaux qui peuvent être contaminés et constituer des cavités microbiennes pour la listéria.

Les conditions de contamination

Les risques de contamination par le **milieu** et le **matériel** sont prépondérants dans le cas de la listéria et on dit que ce germe est ubiquiste (omniprésent) ou ubiquitaire à savoir qu'il se développe sur des plans de travail, dans des chambres froides, dans des plonges. Il est aux cuisines ce que les infections nosocomiales sont aux salles d'opération.

Ce germe est en effet peu exigeant vis-à-vis de la présence d'oxygène (aéro anaérobie), affectionne les zones humides et les atmosphères froides. On le retrouve par conséquent jusqu'au niveau des armoires frigorifiques. C'est par antagonisme le **germe des établissements propres**.



En effet, tolérant à toutes les conditions, ce germe lorsqu'il se trouve en compétition avec les autres germes d'ambiance (coliformes fécaux, flore mésophile, etc...) ne se développe pas ou peu. En revanche, lorsque ce **germe** est à peu près bien maîtrisé puis introduit dans des locaux par contamination croisée (une matière première contaminée) il est transmis aux denrées stockées ou manipulées à proximité.

En cuisine, les listérias sont essentiellement dues à l'introduction d'une matière première contaminée. Ce germe est un **germe tellurique** lui aussi et est essentiellement contenu dans le sol et les végétaux terreux.

Les animaux et notamment les bovins se contaminent en consommant des fourrages contenant la listéria.

Cela détermine des pathologies appelées **listérioses** se traduisant par l'apparition d'abcès au niveau du cerveau des vaches. Leur production (le lait) et leur viande sont contaminées ce qui explique la prédominance des cas de listérioses humaines à partir de **fromages au lait cru** ou à partir de **charcuteries le plus souvent crues**.

Mais il faut savoir qu'un grand nombre de produits cuits peuvent être contaminés après cuisson (notamment par le matériel ou par le milieu) et transmettre le germe au consommateur.

Les crudités (végétaux crus) sont également hautement contaminées mais la listéria s'y développe peu du fait de la forte population microbienne qui se trouve en concurrence.

La listéria se multiplie **dès 2 à 4°C**, sur le plan pratique cela **signifie qu'elle se multiplie dans les réfrigérateurs** et que le respect des températures de stockage est un moyen de lutte insuffisant contre la listéria.

En revanche, une température de 65°C appliquée pendant 15 à 20 minutes détruit effectivement ce germe.

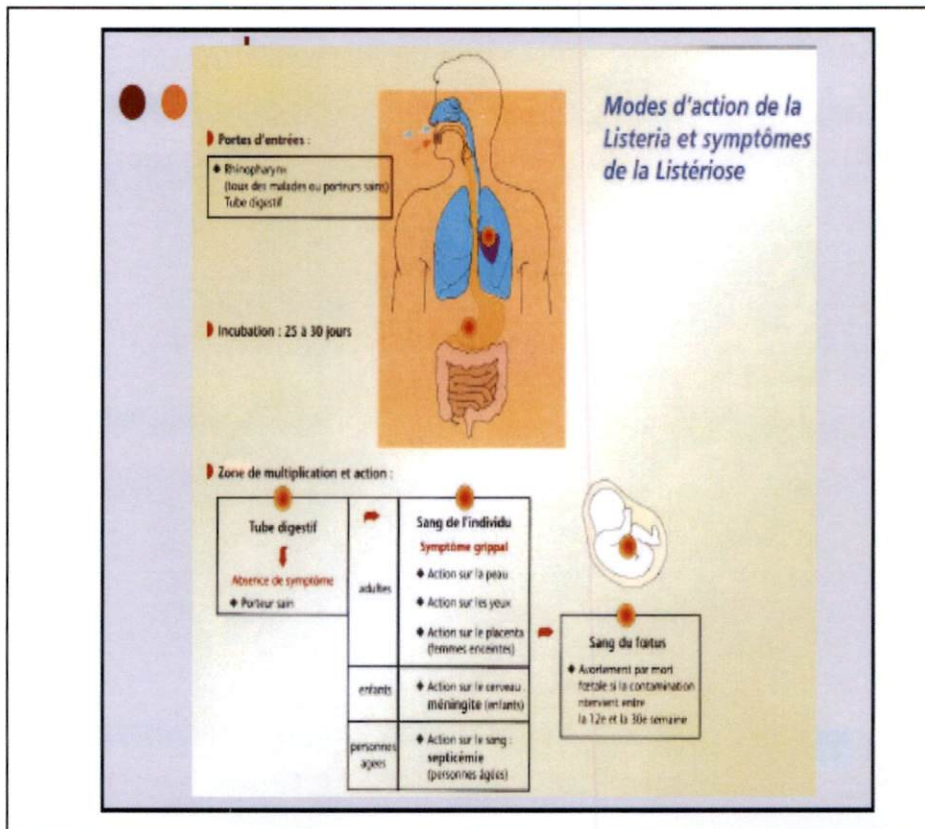


Figure 2: Modes d'action de la Listeria

Les mesures préventives de lutte contre la listéria

Elles constituent à établir un plan de nettoyage et de désinfection des locaux et du matériel adapté à la fréquence d'utilisation des locaux, à la sensibilité de ce germe (la listéria est très sensible à l'eau de Javel et aux produits chlorés) et dont l'efficacité est régulièrement vérifiée grâce à des lames de surface.

Séparer physiquement les matières premières pendant le stockage:

- ❖ Matières premières végétales
- ❖ Matières premières lactées
- ❖ Matières premières carnée
- ❖ Traiter séparément chaque matière et procéder au nettoyage et à la désinfection du matériel entre chacune d'elles.

- Eviter selon la population de consommateurs :
 - ❖ Les fromages au lait cru et peu affinés
 - ❖ Le lait cru
- Procédure d'analyses fréquentes
 - ❖ Demande aux fournisseurs des autocontrôles Des fromages et Des charcuteries
 - ❖ Procéder au rinçage des légumes destinés à être consommés en crudités à fortiori râpés avec une eau vinaigrée ou javellisée.
 - ❖ La multiplication de listéria se poursuit au réfrigérateur et que les plats froids sont des produits à risque. En revanche, la chaleur est un bon moyen d'assainissement.

Le respect des températures de stockage suivantes permet de ralentir la croissance de listéria :

- ❖ Viandes, plats cuisinés : 0 à 3°C
- ❖ Beurre, œufs, fromages (B.O.F.) : 0 à 4°C
- ❖ Fruits et légumes : 6 à 8°C
- ❖ Strict respect de la liaison froide 0 à 3°C car à ces températures, la listéria se multiplie doucement à des températures de stockage mentionnées sur les étiquettes par les fabricants. A ce titre, les produits de végétaux crus sont à stocker entre 0 et 4°C.

II.4. Les clostridies

Les Clostridies représentent **13%** des intoxications alimentaires dont **99%** sont représentés par *Clostridium perfringens*.

En revanche, *Clostridium botulinum* compte par sa gravité (paralysies mortelles). Si le nombre de cas de botulisme diminue et reste focalisé sur la restauration familiale, l'incidence d'intoxications alimentaires à *C. perfringens* en revanche, augmente du fait de l'augmentation de l'utilisation des produits sous vide (viandes, matières premières ou produits 3ème et 4ème choix) et les produits crus ou cuits prêts à l'emploi.

La particularité de ces deux germes est en effet les conditions particulières de multiplication en anaérobiose (en absence d'oxygène).



Les clostridies sont avant tout des germes de matières premières contaminées à cause de deux propriétés essentielles : ce sont des germes telluriques (qui proviennent de terre) et anaérobies (température + absence d'oxygène).

Les conditions d'anaérobiose sont en effet rencontrées au niveau des viandes sous vide et des produits en sauce. Dans les viandes sous vide, l'air est extrait mécaniquement avec une cloche à vide.

Dans les produits en sauce, l'ébullition contribue à l'évacuation des gaz dissous et donc les sauces, potages et plats à cuisson longue et progressive seront pauvres en gaz et donc propices au développement de *Clostridium perfringens* (90% des cas d'intoxication par cette bactérie sont dues aux les viandes en sauce).

Ces mêmes conditions d'anaérobiose sont obtenues dans les boîtes de conserve et les grosses pièces de viande (bœuf). L'absence d'oxygène au cœur de ces masses musculaires provient de la saignée, qui prive le muscle du seul apport d'oxygène qui est le sang.

Le facteur « températures » est un facteur de risque conséquent dans le cadre de ces germes thermophiles (aiment les températures élevées) qui se multiplient jusqu'à 60°C, survivent jusqu'à 80°C et fabriquent également une toxine. Par ailleurs, ce sont essentiellement des conserves familiales et les charcuteries artisanales qui sont impliquées dans des cas de botulisme.

Les mesures préventives de lutte contre les clostridies

Les mesures préventives sont par conséquent des contrôles des matières premières portant sur l'autorisation de « mise sur le marché des denrées » visualisable sur les produits eux-mêmes par l'apposition vétérinaire signifiant que l'établissement d'origine est agréé.

Par conséquent tous les produits artisanaux (charcuteries et conserves) sont interdits en restauration sociale s'ils ne sont pas issus d'établissements agréés, c'est-à-dire porteur d'une estampille (marque comme garantie) ou dispensés d'agrément ou numéro de dispense.

L'utilisation du plat cuisiné le jour même en liaison chaude en respectant des températures de distribution et de livraison +63°C

L'utilisation différée du produit seulement à condition d'utiliser une cellule de refroidissement en respectant :

- Le franchissement +63°C à +10°C en moins de deux heures
- Le maintien des produits finis entre 0 et +3°C jusqu'à leur utilisation

- Leur remise en température +10 et +63°C en moins de 1 heure

Le dépistage de Clostridium perfringens se fait sous la dénomination « anaérobies sulfite réducteurs » au niveau des analyses.

III. Les Principes de la toxi-infection alimentaire

Les toxi-infections alimentaires sont le plus souvent liées à des bactéries qui agissent directement ou par l'intermédiaire de toxines. Le déclenchement d'une toxi-infection alimentaire dépend moins de la nature de l'aliment que des conditions dans lesquelles il a été récolté, préparé et conservé. D'où l'importance de respecter quelques règles d'hygiène simples tant dans l'industrie agro-alimentaire que dans la cuisine familiale.

- Une toxi-infection alimentaire (T.I.A.) se définit comme une infection par des bactéries, des virus ou des parasites, due à la consommation d'un aliment contaminé.
- L'attaque microbienne peut être liée aux propriétés invasives du micro-organisme et/ou aux produits toxiques qu'il est capable d'élaborer au cours de sa croissance. Le concept englobe aussi bien les toxi-infections alimentaires classiques à *Staphylococcus aureus*, *Salmonella sp* ou *Clostridium perfringens*, que les pathologies infectieuses moins classiques liées à la consommation d'aliments contaminés par des virus ou des parasites.

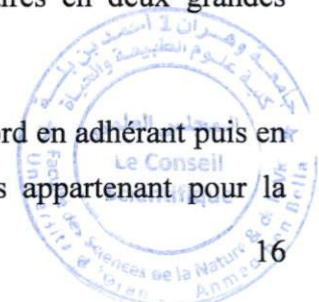
Si les aliments consommés par l'homme lui permettent de couvrir ses besoins nutritionnels, nombre de micro-organismes (et plus particulièrement les bactéries) y trouvent aussi tout ce dont ils ont besoin pour s'y multiplier très rapidement et produire des métabolites éventuellement toxiques.

Certains aliments sont considérés comme particulièrement à risque, comme le lait et la viande. Pratiquement tous les aliments peuvent induire une toxi-infection alimentaire si des précautions ne sont pas prises lors de leur récolte, leur préparation et leur conservation

III.1. Toxicité d'origine bactérienne

On peut classer les germes responsables de toxi-infections alimentaires en deux grandes catégories :

- ceux qui vont agir directement sur la muqueuse intestinale d'abord en adhérant puis en pénétrant dans les cellules intestinales. Il s'agit des bactéries appartenant pour la



plupart aux genres *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia* (*E. coli* entéro invasif), *Yersinia* (*Y. enterocolitica*), *Vibrio* (*V. parahemolyticus*), *Campylobacter*, *Listeria* (*L. monocytogenes*).

- ceux qui vont agir par l'intermédiaire d'une toxine et qui appartiennent pour la plupart aux genres *Staphylococcus* (*S. aureus*), *Clostridium* (*C. perfringens*, *C. botulinum*), *Bacillus* (*B. cereus*).

Tableau I. Origines Alimentaires des Toxi-infections alimentaires

Nature du germe	Origine	Prévention
<i>Shigella - E. coli Entéro Invasif</i>	Aliments peu ou pas cuits contaminés au cours de la préparation	- Cuisson suffisante
<i>Campylobacter jejuni</i>	Origine principale : volailles Autre origine : lait et eau Germe présent dans le tube digestif de la plupart des animaux domestiques.	- Conservation à + 4°C Cuisson suffisante
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Laitages crus - glaces - fruits de mer, viande de boucherie et abats - légumes précuits ou précoupés.	- Conservation à + 4°C - Cuisson suffisante
<i>Salmonella sp</i>	Viandes - volailles - oeufs et ovoproduits - pâtisseries - crèmes glacées - poissons...	- Conservation à + 4°C - Cuisson suffisante
<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Bacillus cereus</i> <i>Clostridium perfringens</i>	Lait et produits laitiers - plats cuisinés contaminés non conservés au froid...	- Conservation à + 4°C - Cuisson suffisante
<i>Clostridium botulinum</i>	Charcuteries Conserves familiales mal stérilisées.	- S'assurer de l'efficacité de la stérilisation des conserves familiales

III.2. Action bactérienne

Les bactéries à action directe adhèrent puis pénètrent dans les cellules intestinales. Elles sont dotées de facteurs de virulence codés par des gènes chromosomiques et/ou plasmidiques qui leur confèrent ces propriétés invasives. Deux processus peuvent se développer : soit la bactérie détruit la cellule et est alors responsable d'une T.I.A. se manifestant par une réaction inflammatoire locale importante avec diarrhée infectieuse fébrile et présence de sang et de leucocytes dans les selles ; soit elle reste confinée et se multiplie dans les vacuoles sans en lyser les membranes. Elle est alors à l'origine, à l'intérieur de la cellule, d'une cascade de réactions responsable d'une diarrhée fébrile éventuellement accompagnée de vomissement (gastro-entérite).

Conditions d'apparition de la T.I.A.

Les caractéristiques des bactéries et de l'hôte déterminent ces conditions. L'agression bactérienne dépend d'abord du potentiel pathogène plus ou moins complet porté par les bactéries (antigène de surface, adhésines, invasine, lipopolysaccharides, sidérophores...) puis du nombre de bactéries constituant l'inoculum infectieux. En effet, la dose minimale infectieuse est différente selon les espèces de bactéries et dépend largement des facteurs de virulence présents.

Face à cette agression, l'hôte va mettre en place des défenses localisées ou générales (réaction immunitaire). Si ces défenses sont dépassées, il y aura déclenchement de la T.I.A.

Symptômes

Ils n'apparaissent que dans la mesure où la bactérie s'est développée dans l'aliment, qu'elle a survécu dans le tube digestif et qu'elle est arrivée sur son site d'action en quantité suffisante. Les symptômes (vomissements, fièvre, diarrhée) surviennent d'autant plus vite que l'inoculum est important.

III.3. Action des toxines

Les toxines bactériennes responsables de T.I.A. sont des molécules holoprotéiques qui ont un impact direct sur le métabolisme cellulaire. Les toxines staphylococciques agissent sur le métabolisme de l'eau et des électrolytes alors que la toxine botulinique a une affinité pour le système nerveux central. Les toxines donnent des diarrhées liquides plus ou moins

importantes sans fièvre. La rapidité d'action des toxines ne permet généralement pas à l'organisme de produire des anticorps : même si l'on a pu détecter chez l'homme des antitoxines staphylocociques, leur valeur protectrice n'a jamais été démontrée.

Conditions d'apparition de la T.I.A.

Le caractère thermorésistant des toxines explique que des aliments même cuits puissent déclencher ce type de T.I.A.

Symptômes

Ils surviennent en général très vite après l'ingestion de l'aliment contaminé : après deux à quatre heures apparaît une diarrhée liquide très importante sans fièvre et sans manifestation invasive (pas de sang ni de leucocytes dans les selles). La diarrhée ne dure en général pas plus de vingt-quatre heures.

III.4. Prévention des toxi-infections alimentaires

La sécurité bactériologique est le critère de base de la sécurité alimentaire. La présence dans un aliment d'une bactérie potentiellement pathogène n'entraîne pas forcément une T.I.A. symptomatique. En effet, les germes dans l'aliment se trouvent dans un environnement physico-chimique variable dont les conditions peuvent ne pas être favorables à leur développement (température, pH, substances inhibitrices...).

D'autre part le micro-organisme n'est pas seul mais se trouve au sein d'une population bactérienne où la compétition existe entre chaque espèce présente. Enfin le chauffage des aliments à 70° C pendant dix minutes, lorsque cela est possible, élimine toutes les bactéries sous forme végétative; en revanche, les spores et les toxines résistent à cette température.

Si les bactéries sont déjà présentes dans un aliment ou si elles sont involontairement ajoutées au cours de la préparation, il faut à tout prix éviter leur multiplication avant la consommation de l'aliment. Cela nécessite de respecter la chaîne du froid depuis la préparation jusqu'à la consommation de l'aliment, et d'éviter de laisser les plats fragiles (poisson, laitages, viande...) à une température ambiante qui favorise la multiplication des bactéries.

Il convient aussi de stocker les produits fragiles dans des enceintes frigorifiques et de respecter la chaîne du froid sans rupture de celle-ci. Les conditions de préparation seront d'autant plus rigoureuses qu'il n'y a pas de cuisson des aliments et qu'il y a des manipulations.

Au niveau individuel et familial, les règles à respecter sont finalement extrêmement proches de celles préconisées pour les collectivités : il faut maintenir la chaîne du froid, conserver les produits au réfrigérateur, se laver les mains avant de toucher un aliment et vérifier la propreté des instruments utilisés.

III.5. Les Mycotoxines dans les aliments

Les mycotoxines sont “des métabolites de champignons qui, quand ils sont ingérés, inhalés ou absorbés par la peau altèrent les capacités de réaction et provoquent des maladies ou la mort chez l’homme ou l’animal, y compris les oiseaux.

Le développement de ces toxines dans les céréales a aussi été à l’origine de la mort de milliers de personnes, décimant des villages entiers de Sibérie pendant la Seconde guerre mondiale. Les mycotoxicoses, connues plus récemment sous le nom *d’aleucie toxique alimentaire* provoquent des vomissements, une inflammation aiguë du tube digestif, une anémie, une défaillance circulatoire et des convulsions.

Les mycotoxines sont présentes dans toute une série de produits de l’alimentation humaine et animale et provoquent de nombreuses maladies chez l’homme et l’animal. Le contact avec les mycotoxines peut être à l’origine de toxicités aiguës et chroniques allant de la mort à des effets délétères sur le système nerveux central, l’appareil cardiovasculaire et l’appareil respiratoire, ainsi que sur l’appareil digestif. Elles peuvent aussi avoir des effets carcinogènes, mutagènes, tératogènes et immunosuppresseurs. Le pouvoir qu’ont certaines d’altérer les réactions immunitaires et, ainsi, de réduire la résistance aux infections, est maintenant largement considéré comme leur effet le plus important, surtout dans les pays en développement.

Les mycotoxines retiennent l’attention dans le monde entier en raison des pertes économiques importantes qui sont liées à leurs effets sur la santé de l’homme, la productivité animale et le commerce national et international.

Les moisissures altèrent les qualités organoleptiques des aliments (saveur, odeur...) et elles sont visibles à la surface des aliments sous forme de points verts, de sortes de duvet blanc ou gris. Cependant couper la partie pourrie n’est pas toujours suffisant, car le champignon a aussi envahi l’intérieur de l’aliment sous forme de filaments très fins (comme des racines).

Ces champignons peuvent causer des réactions allergiques ou des problèmes respiratoires (asthme...). Il existe une trentaine de mycotoxines toxiques ou préoccupantes pour l'Homme. Les mycotoxines sont principalement retrouvées dans les **céréales** mais aussi **les fruits, noix, amandes ou pommes** à cause des mauvaises conditions de stockage. Elles sont également présentes dans les grains, fourrages et aliments composés destinés à l'alimentation animale et peuvent être retrouvées dans le lait, les œufs, les viandes ou les abats, si les animaux ont été exposés à une alimentation contaminée.

Exemples de mycotoxines

- Toxines neurotropes

La patuline, sécrétée par des penicilliums, a des propriétés antibiotiques, mais elle a été vite abandonnée dans cette indication à cause de sa toxicité. Elle est trouvée dans les céréales, les fromages et les fruits, surtout les pommes, au niveau des zones moisies. Les jus de fruits, souvent réalisés avec des fruits de 2eme choix peuvent ainsi être contaminés, beaucoup plus que les confitures pour lesquelles la cuisson joue un rôle protecteur. Les concentrations dans les aliments sont en général insuffisantes pour donner des troubles aigus, mais l'intoxication chronique peut associer des troubles nerveux

La contamination des jus de pomme conduirait à dépasser la dose journalière tolérable (DJT) chez les enfants : sur ces bases, la dose limite dans les jus a été fixée à 25 µg/l.

- Toxines hématotropes

Ces toxines sont omniprésentes dans les produits alimentaires, mais en concentrations très faibles. Elles donnent parfois des intoxications aiguës dans les troupeaux, mais le plus souvent des intoxications chroniques, avec hémorragies, perte de poids, vomissement. Elles ont également des propriétés mutagènes et cancérigènes; Elles sont malheureusement thermostables.

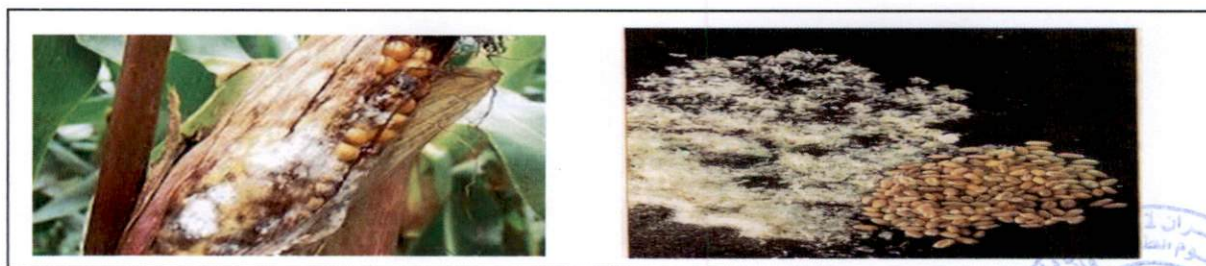


Figure 3: développement des penicilliums

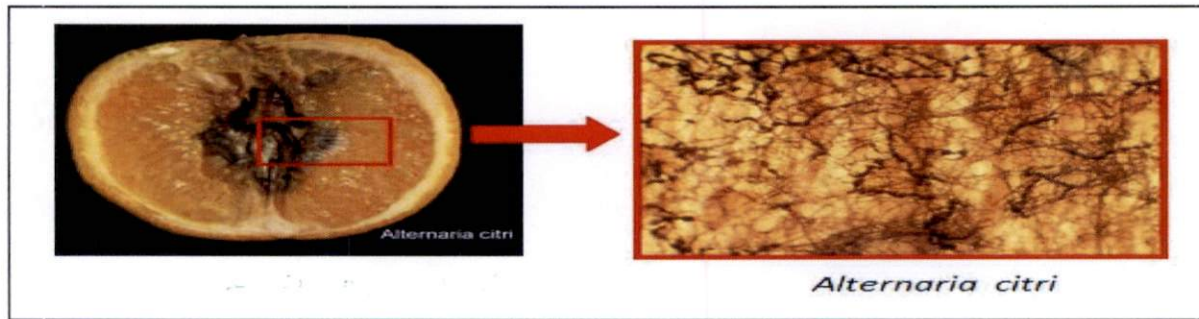


Figure 4: Développement de *Alternaria citri*

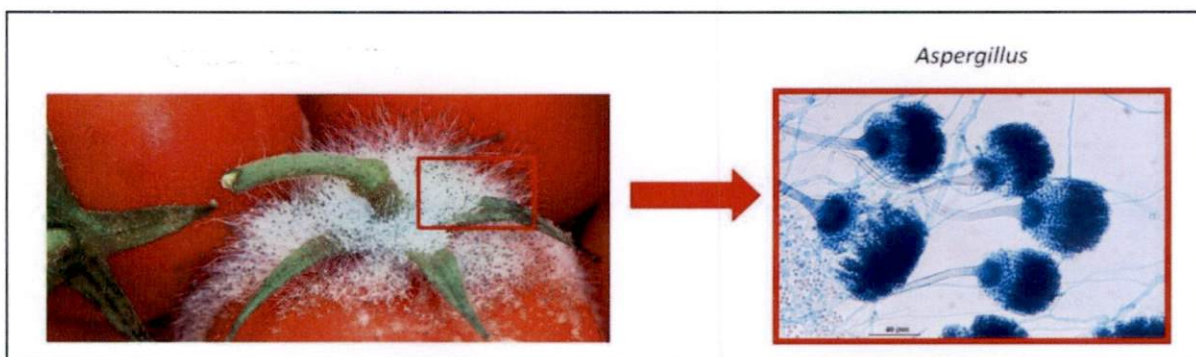


Figure 5: Développement de *Aspergillus*

III.6. Comment limiter la prolifération des moisissures ?

- Éviter de laisser un fruit contaminé avec les autres fruits. La moisissure se propage rapidement au sein des fruits et légumes.
- Ne pas renifler un aliment moisi, cela peut causer des problèmes respiratoires.
- Respecter la chaîne du froid et les conditions élémentaires d'hygiène
- Nettoyer son réfrigérateur régulièrement.
- Changer régulièrement les éponges, les lavettes.
- Vérifier les produits en magasin : ne pas acheter des aliments pourris.

IV. Contrôle microbiologique des aliments

La viande nous apporte quelques nutriments essentiels tels que protéines, les sels minéraux (fer) et les vitamines du groupe B. La qualité des protéines apportées par la viande est si élevée qu'une quantité minime permet facilement de couvrir les besoins en protéines de l'homme.

Les protéines exercent dans le corps humain de nombreuses fonctions spécifiques. Leur rôle essentiel réside dans la synthèse et le renouvellement des protéines constitutives de l'organisme.

La viande est composée d'eau, de protéines (dont des enzymes) et d'acides aminés, de sels minéraux, de graisses et d'acides gras, de vitamines et d'autres composants bioactifs, et de petites quantités de glucide.

Les protéines représentent 12 à 20% de la partie comestible. Les principales sont la myosine, la myostroïne et le collagène.

La myoglobine donne à la viande sa couleur rouge caractéristique qui passe au brun lors de l'oxydation (cuisson, longue conservation).

Les lipides sont en quantité très variable selon l'animal et le morceau. Le muscle strié est le constituant principal des carcasses des animaux de boucherie.

Le stockage de la viande

La viande est un aliment qui s'altère très rapidement. Sa conservation dépend essentiellement des règles d'hygiène de l'établissement et des personnes qui y travaillent. La viande et les produits carnés doivent toujours être entreposés au frais à une température de 0°C à 2°C et une humidité comprise entre 85 et 90%. Si l'air est trop sec la viande perd de son poids ou au contraire, si l'air est trop humide, un dépôt gluant apparaît. Il est conseillé pour les grosses pièces de les suspendre, sans qu'elles se touchent ou de poser les plus petites sur un plateau.

Une bonne hygiène pendant l'abattage et une grande propreté lors du traitement de la carcasse prolongent la durabilité de la viande. La viande doit être conservée au plus vite après l'abattage.

La maladie liée à la viande hachée est causée par une bactérie appelée E. coli 0157:H7. Cette bactérie vit dans les intestins du bétail et peut être transférée à la surface de la viande

lorsqu'un animal est dépecé. Le hachage de la viande peut propager la bactérie à toute la viande. L'aspect, la senteur ou le goût du bœuf haché ne permet pas de savoir s'il est contaminé ou non.

Les deux façons les plus communes d'entrer en contact avec la bactérie E. coli 0157:H7 sont:

- ❖ La manipulation du bœuf haché cru sans prise de précautions
- ❖ La consommation de bœuf haché insuffisamment cuit.
- ❖ Les sujets qui souffrent de la maladie du hamburger signalent souvent avoir mangé du bœuf haché avant d'être malade.
- ❖ Il est possible d'être exposé à ce type de E. coli par d'autres sources, dont les viandes fermentées, le lait non pasteurisé, le jus de pomme non pasteurisé, l'eau non chlorée et les légumes contaminés.
- ❖ La bactérie peut être propagée simplement en touchant une surface contaminée, comme la planche à découper d'une cuisine

Symptômes de la maladie

- ❖ Une infection à E. coli 0157:H7 peut entraîner un grand nombre d'effets sur la santé. Alors que certaines personnes ne seront pas malades du tout, d'autres penseront avoir une mauvaise grippe et auront des symptômes allant de violentes crampes abdominales aux vomissements, à la fièvre et à la diarrhée aqueuse ou sanglante.
- ❖ Les symptômes se manifestent habituellement dans les deux à dix jours suivant le contact avec la bactérie, et s'estompent après sept à dix jours. Certaines personnes atteintes de la maladie du hamburger peuvent avoir des effets pouvant être mortels, comme une insuffisance rénale, une crise épileptique et un accident vasculaire cérébral.

Bien que la plupart de ces patients se rétablissent complètement, d'autres peuvent subir des effets permanents, comme des dommages aux reins, et certains peuvent même mourir.

Comment réduire les risques ?

- La **cuisson** des aliments, permet de réduire considérablement les risques de contracter la maladie du hamburger et d'autres maladies d'origine alimentaire.

- La fabrication sur place de viandes hachées crues ne doit pas intervenir plus de deux heures avant la consommation. Si elle n'est pas cuite immédiatement après le hachage, elle est conservée pendant cette période en enceintes dont la température sera comprise entre 0°C et 3°C.
- Une cuisson longue à basse température permet de rendre tendre une viande, tout en conservant les arômes et en assurant une destruction suffisante des microbes dangereux.
- Le même effet destructeur est donc obtenu pour les salmonelles en quelques secondes à 70°C en quelques minutes à 65°C en quelques heures à 60°C et encore plus à 58°C.

La température est déterminée au cœur du morceau.

VI.1. Risques liés à l'encéphalopathie spongiforme bovine

Agent responsable : un prion, forme modifiée d'une protéine saine naturellement présente dans le cerveau, très résistant

- Contamination : de l'animal par des farines alimentaires faites à partir de moutons atteints de tremblante et insuffisamment chauffées, de l'homme par la consommation de cervelle
- Symptômes : incubation longue ; apparition chez l'animal de troubles nerveux et d'une ataxie locomotrice ; apparition chez l'homme d'une encéphalopathie spongiforme (maladie de Creutzfeldt-Jakob)
- Prévention : élimination du cheptel malade, interdiction de vente des produits susceptible d'être contaminant, tant au niveau de l'alimentation que des médicaments ou cosmétique à base d'extraits de bovins (système nerveux, tissus contenant des organes lymphoïdes)

VI.2. Risques chimiques et/ou cancérigènes

Substances toxiques naturellement présentes dans les aliments

- Alcaloïdes (solanine des pommes de terre) ; xanthines (caféine, théobromine, théophylline)
- Glycyrrhizine substance aromatique sucrante pouvant engendrer de l'HTA
- Cancérigènes potentiels :
 - hydrazines des champignons comestibles



- méthylazoxyméthanol : noix de cycade
- furocoumarines photosensibilisant dans le panais, le persil, le céleri, les figues, la bergamote
- safrol : sassafras, noix de muscade, cannelle
- estragol
- polyphénols
- Substances à activité oestrogénique
- Glycosides de la fève (favisme)
- Acides aminés toxiques dans les graines de légumineuses (lathyrisme)
- Toxines végétales (champignons ; acide cyanhydrique dans les amandes amères, les pépins de poires et les noyaux de fruits) ; toxines animales (poisons tropicaux (tétrodon), plantons présents dans certains coquillages)
- Phytostérols pouvant faire chuter le taux des antioxydants dans le sang (vitamine A, bêta-carotène)

- Substances issues de l'environnement

- Métaux : mercure concentré par les poissons (daurade, espadon, marlin, requin, thon), plomb, cadmium, arsenic, étain, aluminium
- Métabolites des moisissures : mycotoxines (ochratoxine A :cancérogène, toxique pour les reins et le système nerveux, tératogène) (vomitoxine : immunotoxique) présentes dans les silos de stockage des céréales
- Dioxines et furanes en provenance des combustions et se fixant sur les graisses de la chaîne alimentaire. Valeur maximale autorisée 5pg I-TEG/g de matière grasse laitière. Valeur conseillée < 1pg I-TEG/g
- Résidus des processus de nettoyage et de désinfection
- Produits radioactifs (pour mémoire)

VI.3. Composés issus des processus de production

- Pesticides et insecticides pouvant être présents dans les végétaux : Imidacloprine (gaucho), terbuthylazine (cancérogène et neurotoxique)
- Médicaments pouvant subsister chez les animaux : Antibiotiques : risques d'allergie et de résistance ; anabolisants de synthèse (DES et stilbènes) cancérogènes

- Nitrates - nitrites - nitrosamines : Les nitrates sont utilisés comme agents fertilisant et en charcuterie. Ils peuvent donner des nitrites responsables de méthémoglobinémie et de nitrosamines. Les nitrosamines seraient cancérogènes
- Hydrocarbures aromatiques et polycycliques (HAP) et produits de pyrolyse : Ils sont mutagènes et cancérogènes. Ils apparaissent au cours des opérations de fumage et de traitements thermiques sévère. Ils peuvent également contaminer les aliments par dissipation dans l'atmosphère
- Autres substances :
 - colorants : cantahaxantine (rétinopathie)
 - acrylamide présent dans l'amidon chauffé longtemps à forte température, neurotoxique et cancérigène chez l'animal

VI.4. Risques liés à la consommation de produits contaminés

- Maladie virale (hépatite A)

- Germe : il est présent dans le sang des sujets malades ; il se multiplie dans les cellules hépatiques qu'il détruit ; il est éliminé par les selles qui sont contaminantes
- Contamination : de personne à personne ou par l'absorption d'aliments, d'eau ou de coquillages contaminés
- Symptômes : incubation de 2 à 6 semaines très infectante ; asthénie, céphalées, fièvre puis Ictère ; guérison lente en quelques semaines
- Prévention : vaccination, respect des règles d'hygiène

- Maladies bactériennes

Dysenterie bacillaire

- Germe : shigelle Gram négatif
- Contamination : par portage du germe sur les aliments par un sujet atteint de dysenterie bacillaire
- Symptômes : incubation de 24 heures ; rectocolique aiguë fébrile ; le germe reste présent dans les selles pendant des mois
- Prévention : dépistage et traitement des malades ; hygiène des cultures et alimentaire.



Brucellose

- Germe : de forme arrondie, sans spore, Gram négatif ; il peut rester vivant plusieurs semaines sur les vêtements, les eaux, le sol ; il est détruit dans les fromages fermentés
- Contamination : à partir d'un animal malade ou par consommation de lait cru ou de fromage frais artisanaux
- Symptômes : incubation 2 à 4 semaines ; fièvre ondulante et asthénie, douleurs diffuses pouvant durer plusieurs mois
- Prévention : vaccination du bétail et des personnes exposées ; consommation de fromage affiné.

Tularémie

- Germe : francisella tularensis, Gram négatif
- Contamination : il peut se transmettre par contact direct d'animaux malades (gibier, lièvres, renards, rongeurs, chiens, chats) ; ou aérosol, ou piqûre de tique infectée
- Symptômes : incubation de 2 à 6 jours ; ulcération puis inflammation ganglionnaire avec suppuration
- Prévention : dépistage du gibier malade, contrôle du gibier d'importation ; vaccination possible pour les professionnels exposés.

Légionnellose

- Germe : petit bacille Gram négatif.
- Contamination : par aérosols d'eau chaude contaminés par la bactérie.
- Symptômes : maladie du légionnaire (incubation 2 à 14 jours puis pneumopathie fébrile pouvant entraîner la mort).
- Prévention : entretien correct des installations sanitaires.

- Maladies parasitaires : les vers

Oxyures

- Parasite : le couple de ver rond; la femelle pond ses œufs à la marge de l'anus
- Contamination : par absorption d'œufs d'oxyures présents dans la literie, les poussières ou les aliments crus contaminés par le malade.
- Symptômes : prurit anal.

- Prévention : dépistage et traitement des porteurs (scotch test) ; hygiène alimentaire générale.

Ascaris

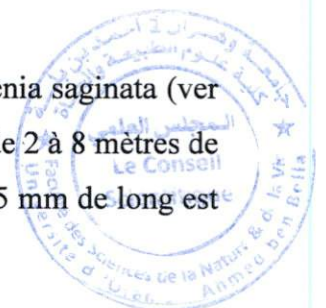
- Parasite : ver rond de 20 cm vivant dans l'intestin grêle de l'homme du porc et du chien, où il sécrète des toxines agissant sur le système vasculaire et nerveux ; les œufs sont rejetés dans les selles ; ils s'embryonnent dans la nature ; les larves peuvent ensuite souiller les eaux et les végétaux.
- Contamination : par absorption de larves contaminant l'eau et/ou les végétaux
- Symptômes : phase d'invasion de l'organisme par les larves (syndrome de Loeffler) : toux, fébricule inconstant, infiltrat pulmonaire labile avec éosinophilie ; période d'état : petits troubles de l'état général, nerveux, digestifs, fébricule inconstant ; complications chirurgicales possibles par obstruction digestive.
- Prévention : surveillance sanitaire des cultures ; lavage des aliments consommés crus.

Trichine

- Parasite : petit ver rond dont les femelles adultes pondent des larves dans les plaques de Peyer qui vont s'enkyster dans les muscles ; il est l'hôte de tous les mammifères.
- Contamination : par la consommation de viande animale crue (salaison) ou insuffisamment cuite contenant des kystes.
- Symptômes : incubation de 48 heures, puis diarrhée abondante hyperthermique, apparition de myalgies diffuses et d'oedèmes vers le 10ème jour puis enkystement des larves vers le 21ème jour avec apyrexie, myalgies, persistances des phénomènes allergiques plusieurs mois.
- Prévention : surveillance des élevages de porc et des abattoirs, congélation de la viande à - 25°C pendant 10 jours, très bonne cuisson de la viande de porc ou de sanglier.

Taenias

- Parasite : il s'agit de vers plats adultes qui parasitent l'intestin ; le taenia saginata (ver solitaire) de 6 à 10 mètres de long vit chez le boeuf, le taenia solium de 2 à 8 mètres de long se trouvent dans le porc (ladrerie), hymenolepsis nana mesure 15 mm de long est un parasite de l'homme



- Contamination : en consommant de la viande insuffisamment cuite contaminée par une larve. Transmission directe d'homme à homme pour *H. nana*
- Symptômes : souvent latent, découverte d'anneaux dans les sous-vêtements ou les selles ; d'oeufs dans les selles pour *H. Nana*
- Prévention : dépistage et traitement des porteurs du milieu d'élevage ; contrôle vétérinaire des viandes ; congélation à - 20°C et bonne cuisson ; hygiène des mains et des préparations alimentaires

Taenia botriocéphale

- Parasite : il s'agit d'un ver plat pouvant atteindre 12 mètres de long ; il parasite de nombreux animaux ; ceux-ci pondent des oeufs qui peuvent contaminer l'eau douce où va éclore un embryon : le coracidium ; celui-ci va se transformer en larve procercoïde dans le cyclops ; celle-ci se transforme en larve plérocercœide si ce crustacé est avalé par un poisson ; l'homme et les mammifères se contaminent par absorption de ce poisson
- Contamination : par absorption de poisson contaminé
- Symptômes : souvent latent ; découverte d'oeufs dans les selles
- Prévention : congélation à - 20°C et bonne cuisson.

Distomatose

- Parasite : ver plat d'un centimètre, parasite des bovins et des ovins ; dans l'eau les oeufs deviennent des embryons qui s'enkystent sur le cresson
- Contamination : par consommation de cresson sauvage ou en provenance de cressonnières contaminées par des déjections de bétail (boeuf ou mouton)
- Symptômes : nausées, vomissements, douleurs abdominales, fièvre, augmentation du volume du foie, ictère, abcès hépatique
- Prévention : cultures de cresson protégées des contaminations fécales ; triple lavage des aliments consommés crus.

VI.5. Maladies parasitaires

- Toxoplasmose

- Parasite : protozoaire très répandu chez l'homme, les oiseaux, les mammifères (mouton) ; il existe sous deux formes : végétative (trophozoïde) et kystique ; le chat est le seul animal permettant le développement de formes sexuées qui donnent naissance à des oocytes qui se transforment en sporozoïdes libérés par les selles et contaminants par voie digestive ; dans les autres espèces les trophozoïdes se multiplient puis s'enkystent
- Contamination :
 - par ingestion d'oocytes mûrs avec des aliments souillés par des selles de chat
 - par ingestion de kystes toxoplasmiques vivants par consommation de viande insuffisamment cuite
 - par passage de trophozoïdes de la mère à l'enfant
- Symptômes : atteinte ganglionnaire, mais la maladie est souvent asymptomatique ; sa gravité est liée aux atteintes fœtales lorsqu'elle survient en cours de grossesse (souffrance neurologique, syndrome infectieux avec ictère, syndrome hémorragique ; hydrocéphalie, retard psychomoteur, convulsions, chorio-rétinite ..)
- Prévention : interdire les chats dans les cuisines, bonne cuisson des viandes, lavage efficace des légumes et des fruits

- Amibiase

- Parasite : protozoaire rhizopode qui existe sous 3 formes : la forme végétative pathogène *histolytica* qui est hématophage, la forme végétative *minuta* non hématophage et la forme kystique qui résiste une quinzaine de jours dans l'eau entre 0°C et 25°C ; les formes *minuta* vivent dans la lumière colique et peuvent se transformer en formes kystiques qui sont éliminées par les selles ; lorsque les kystes sont absorbés ils perdent leur coque et reprennent une forme végétative ; les raisons du passage entre les 3 formes sont mal connues
- Contamination : par l'absorption de kystes éliminés par les porteurs sains qui ont souillés l'eau ou les aliments
- Symptômes : dysenterie aiguë avec coliques, ténésme et diarrhée mucopurulente ; amibiase hépatique possible ; passage à la chronicité fréquente en l'absence de soins

- Prévention : dépistage et traitement des porteurs ; principes généraux d'hygiène alimentaire

VI.6. Risques liés à la contamination des aliments souillés au cours de leur préparation

Il s'agit dans ces cas là de germes fabricant des toxines et provoquant des toxi-infections alimentaires (TIAC). Les principaux microbes transmis aux aliments à partir d'un porteur sont les suivants :

- *Salmonelles* (première cause de décès par TIAC)

- Germe : entérobactéries Gram négatif (famille de la typhoïde) ; ils libèrent une endotoxine lorsqu'ils sont lysés ; développement maximum entre 30 et 37°
- Contamination : germes présentent partout (oeufs, volaille, tube digestif des animaux et des humains, eaux souillées)
- Symptômes : incubation de 8 à 72 heures ; gastro-entérite fébrile ; guérison en 3 à 5 jours
- Prévention : les 5 M
 - Matières premières contrôlées
 - Matériels : nettoyage et désinfection soigneuse
 - Milieu : maîtrise de la température et de l'hygrométrie
 - Méthodes : limiter les temps de séjour à température ordinaire, cuisson supérieure à 15 mn et supérieure à 60°C
 - Main d'oeuvre : dépister et traiter les porteurs sains, hygiène rigoureuse des mains

- *Shigelles*

- Germe : entérobactéries Gram négatif, aimant la chaleur et l'humidité, pouvant libérer une endotoxine entérotrope et/ou une exotoxine neurotrope
- Contamination : à partir d'un porteur sain qui a manipulé des aliments mangés froids ou en salades (pommes de terre, thon, crevettes, crabe, viande froide)
- Symptômes : incubation de 1 à 7 jours ; rectocolite aiguë sans fièvre ; guérison pouvant attendre 2 semaines
- Prévention : les 5 M

- ***Staphylocoque doré***

- Germe : coque arrondi Gram positif de 0,5 à 1,5 mm de diamètre, certaines souches peuvent libérer une entérotoxine thermorésistante ; développement maximum entre 35 et 37°
- Contamination : germe présent sur les téguments du porc, de la volaille, des ruminants, dans le nez et la gorge des animaux et des hommes ; il contamine les produits carnés (viande hachée), les charcuteries (rillettes, pâtés, salaisons), les desserts glacés ou à base de crème pâtissière, les plats cuisinés
- Symptômes : incubation 1 à 6 heures ; nausées et vomissements, parfois diarrhée, non fébrile ; guérison en 12 à 24 heures
- Prévention :
 - éviter la contamination des aliments par les porteurs : traiter les infections ORL et cutanées
 - éviter la multiplication des germes en ne laissant pas séjourner les aliments entre 3°C et 65°C
 - respecter les mesures générales d'hygiène relative à la préparation des plats

- ***Clostridium perfringens* entérotoxiques (20% des TIAC)**

- Germe : Gram positif ; peut prendre 2 formes : végétative en milieu anaérobie, développement maximum entre 30°C et 52°C, sporulée en milieu aérobie ; les spores matures libèrent une entérotoxine
- Contamination : germes présents dans le côlon de l'homme et des animaux ; les spores se forment dès la défécation ; certaines souches sont telluriques ; contamination des viandes, parfois des légumes terreux et des épices
- Symptômes : : incubation entre 6 et 24 heures ; douleurs abdominales aiguës, diarrhée, nausées ; guérison en 12 à 24 heures
- Prévention : les 5 M

- ***Bacille cereus* (le plus fréquemment rencontré dans les TIAC)**

- Germe : bacille en bâtonnet de 1 à 5 microns, Gram positif, capable de sporuler ; la multiplication et la germination sont optimales à 30°C ; il est présent partout (sol, végétaux, hommes)

- Contamination : absorption d'un aliment contaminé par le bacille notamment les préparations à base de riz, la semoule, germes de céréales, les pâtes cuites, légumes cuits
- Symptômes : liés aux exotoxines ; vomissements de 1 à 5 heures après l'absorption de l'aliment, rémission en 6 à 24 heures ; ou diarrhée de 10 à 12 heures après l'absorption, rémission en 12 à 24 heures
- Prévention : les précautions générales d'hygiène

- ***Clostridium botulinum***

- Germe : 2 formes (végétative en milieu anaérobie, et sporulée) ; Gram faiblement positif ; la multiplication du germe est optimale entre 25°C et 40°C (à partir de 3°C pour les souches des poissons) ; elle s'accompagne d'une fermentation putride dans les denrées à base de viande, acide à odeur rance ou entêtante pour les sucres ; les spores sont présentes dans la terre, le fourrage, les végétaux, l'intestin de l'homme et des animaux ; elles sont thermorésistantes > 120°C en atmosphère humide ; elle ne germe pas en milieu acide ; le germe élabore une toxine hautement toxique détruite par la chaleur > 80°C
- Contamination : à partir d'animaux porteurs ou d'aliments souillés et préparés dans des conditions insuffisantes de température ou d'acidité
- Symptômes : incubation entre 12 à 26 heures ; nausées, vomissements, diarrhée puis constipation, soif et sécheresse de la bouche ; les formes suraiguës peuvent être mortelles avec mydriase, tarissement de toutes les sécrétions, paralysie des muscles bucco-pharyngés et digestifs, puis paralysie générale
- Prévention : faire jeûner l'animal avant abattage ; éviter les souillures de la carcasse ; cuisson suffisante > 80°C ; traitement bactéricide des salaisons avec sel > 15% ; refroidir rapidement ; conserver les produits à < 3° ; conserves en milieu acide < pH 4,5 si possible

- ***Listéria monocytogène* (deuxième cause de décès des TIAC)**

- Germe : bacille Gram positif ; présent partout ; multiplication optimum entre 30 et 37°C ; il est détruit à partir de 55°C
- Contamination : par portage à partir de sujets sains

- Symptômes : incubation 12 à 90 jours ; fièvre, céphalées puis syndrome méningé ; mortalité de 30% ; gravité +++ chez les personnes immunodéprimées
- Prévention : mise en place d'une démarche de type HACCP

- ***Escherichia coli* (colibacille)**

- Germe : bacille Gram négatif présent dans la flore intestinale des hommes et des animaux à sang chaud ; thermorésistant ; développement optimum 37°C ; une souche est très pathogène la 0157 : H 7 qui sécrète des vérotoxines
- Contamination : par la terre, la viande de bovin, les produits peu ou pas cuits
- Symptômes : diarrhée banale ; la souche 0157 : H7 est responsable de colique hémorragique, de diarrhée, de syndrome hémolytique et urémique (SHU) pouvant entraîner la mort, de purpura thrombocytopénique thrombotique
- Prévention : laver les aliments en contact avec la terre, cuisson des aliments

- ***Yersinia enterocolitica***

- Germe : bacille ou coccobacille Gram négatif. Il produit une entérotoxine ; développement optimum entre 28 et 30°C
- Contamination : à partir d'animaux infectés essentiellement le porc (langue), et par souillure par les selles des animaux à partir du lait, des végétaux, de l'eau
- Symptômes : incubation variable ; colite fébrile avec diarrhée parfois sanguinolente, pouvant durer 15 jours
- Prévention : contrôle sanitaire des animaux ; principes généraux d'hygiène pour les locaux, le matériel, et le personnel ; traitement thermique des aliments

- ***Campylobacter jejuni***

- Germe : germe Gram négatif, spiralé en virgule, ou en coque dans les aliments ; développement optimum à 42°C, détruite par la chaleur au-dessus de 48°C
- Contamination : germe présent dans plus de 50% dans le tube digestif de plus de 50% des volailles et fréquent chez les autres animaux à sang chaud ; il passe dans les aliments au moment de l'éviscération et de la transformation des viandes ; contamination du lait et de l'eau possible

- Symptômes : incubation de 2 à 5 jours ; diarrhée muqueuse puis liquide, parfois bilieuse et/ou hémorragique, mal odorante pendant 1 à 4 jours ; guérison en une semaine
- Prévention : les 5 M

- ***Vibrio parahaemolyticus***

- Germe : bâtonnet Gram négatif, présent dans toutes les mers et les animaux marins
- Contamination : les produits de la mer
- Symptômes : gastro-entérite survenant de 4 à 96 heures après la contamination ; guérison en 2 à 3 jours ; fièvre inconstante
- Prévention : respect de la chaîne du froid ; cuisson suffisante

Prise en charge des pathologies :

- Pour les salariés du secteur agroalimentaire : se référer aux fiches des professions concernées pour les risques d'accident du travail et les tableaux des maladies professionnelles correspondant aux risques
- Pour la population générale : pas de prise en charge en dehors de l'assurance maladie et des recours en justice en cas de faute

VI.7. Surveillance médicale

- **Pour les salariés du secteur agroalimentaire**

Les professionnels manipulant des denrées alimentaires peuvent être soumis à une surveillance médicale renforcée (arrêté du 11 juillet 1977 fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale : *Travaux de préparation, de conditionnement, de conservation et de distribution de denrées alimentaires*).

- **Pour la population générale**

Pas de surveillance médicale spéciale. Des enquêtes ponctuelles doivent être diligentées par les pouvoirs publics en cas d'épidémie.



Chapitre II : Toxicologie et sécurité alimentaire

I. Les métaux en tant que contaminants dans les aliments

Les métaux tels que l'arsenic, le cadmium, le plomb et le mercure sont des composés chimiques existant à l'état naturel. Ils peuvent être présents à différents niveaux dans l'environnement, comme par exemple dans le sol, l'eau et l'atmosphère.

Les métaux peuvent également se présenter sous forme de résidus dans les aliments en raison de leur présence dans l'environnement, à travers des activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie ou les gaz d'échappement de véhicules, ou par suite d'une contamination lors de traitement ou de stockage des denrées alimentaires.

L'homme peut être exposé à ces métaux par l'intermédiaire de leur présence dans l'environnement ou à travers la consommation d'aliments ou d'eau contaminés. L'accumulation de ces métaux dans l'organisme peut avoir des effets nocifs au fil du temps.

Origine des contaminations

- La plupart des aliments contiennent des métaux, souvent à l'état de traces, mais certains les concentrent, en particuliers les poissons.
- Les eaux de boisson, notamment lorsqu'elles sont traitées par les sels d'aluminium.
- Le sol et l'air contiennent également des métaux issues généralement de l'activité de l'homme.
- Le Nickel, le mercure et le plomb, sont des éléments ubiquitaires qui vont inéluctablement contaminer les aliments. Ils peuvent induire divers effets toxiques à faible niveau d'exposition, *via* le régime alimentaire.
- Bien que les apports alimentaires de ces éléments se situent en-dessous des valeurs de référence, les marges de sécurité apparaissent faibles pour certains groupes de population. Le choix d'aliments, de nature et de provenances variées, peut contribuer à réduire l'exposition.

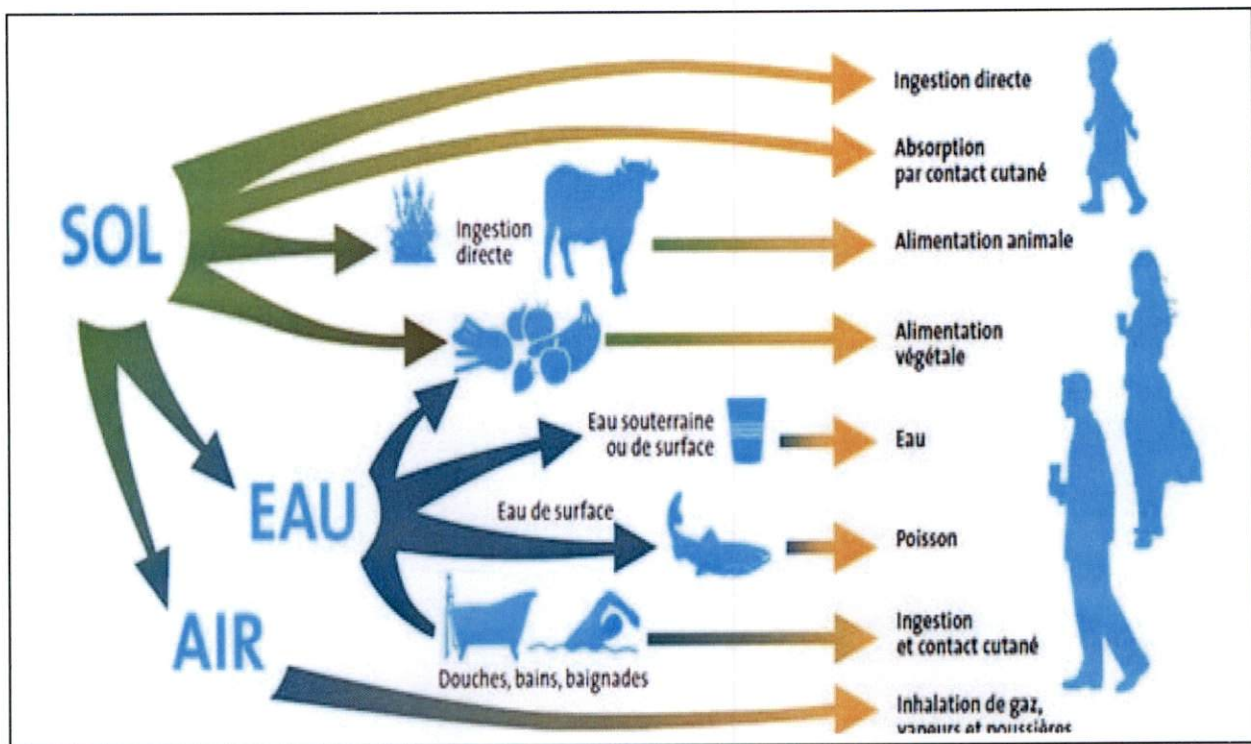


Figure 6: Les Origines des contaminations

I.1. Le nickel

Le nickel est un métal d'origine naturelle qui peut se retrouver dans les aliments et l'eau à travers une contamination environnementale, notamment en raison des activités humaines. L'exposition à court terme au nickel (exposition aiguë) provoque des réactions allergiques chez certaines personnes, à la fois par contact mais aussi par ingestion d'aliments ou d'eau.

Les résultats des études menées sur l'animal indiquent également des effets possibles sur la reproduction et le développement dus à une exposition à long terme au nickel (exposition «chronique»).

La concentration de nickel dans l'eau potable destinée à la consommation humaine et dans les eaux minérales naturelles ne devrait pas dépasser 20 microgrammes par litre.

I.2. Le mercure

Le mercure est un élément présent dans la nature que l'on retrouve dans l'air, l'eau et les sols.

L'exposition au mercure, même à de petites quantités, peut causer de graves problèmes de santé et constitue une menace pour le développement de l'enfant in utero et à un âge précoce. Il peut avoir des effets toxiques sur les systèmes nerveux, digestif et immunitaire, et sur les poumons, les reins, la peau et les yeux.

Le mercure est considéré par l'OMS comme l'un des dix produits chimiques ou groupes de produits chimiques extrêmement préoccupants pour la santé publique.

L'homme peut être exposé aux différentes formes de mercure selon les circonstances. Toutefois, l'exposition est surtout la conséquence de la consommation de poisson ou de crustacés contaminés par du méthylmercure et de l'inhalation au travail de vapeurs de mercure élémentaire lors de processus industriels. La cuisson n'élimine pas le mercure.

Dans l'environnement, le **mercure** présent peut être transformé par des bactéries en méthylmercure, qui s'accumule tout au long de la chaîne **alimentaire** jusqu'aux grands poissons prédateurs, comme les thons, en passant par tous les poissons et les crustacés.

Le méthylmercure est très différent de l'éthylmercure. L'éthylmercure est utilisé comme conservateur dans certains vaccins et ne représente aucun risque pour la santé.

La dose hebdomadaire tolérable est de 1,3 microgrammes par kg de poids corporel pour le méthylmercure; et la consommation de poisson se situant entre 2 à 3 portions par semaine afin de bénéficier des bienfaits pour la santé tels que, une amélioration du développement neurologique chez l'enfant et une réduction du risque de cardiopathies coronariennes chez l'adulte.

1.3. Le plomb

Volatils et très rapidement accumulés dans la chaîne alimentaire, le plomb se stockent dans l'organisme où il est susceptible de provoquer des dysfonctionnements graves.

En effet, cette **neurotoxine naturelle** qu'est le plomb agit essentiellement sur le rein, la moelle osseuse et le système nerveux, entraînant à terme des pathologies telles que le **saturnisme**, des retards de croissance ou encore des troubles comportementaux.

Actuellement l'apport alimentaire contaminé par le plomb provient des boissons, des **fruits et légumes** (en raison de la contamination des sols), de la viande, des produits laitiers, du poisson, et des céréales. Toutefois, l'eau de robinet peut aussi représenter un apport non négligeable en plomb.

I.4. Les facteurs qui déterminent les effets des métaux sur la santé et leur gravité

- le type de métaux en cause;
- la dose;
- l'âge ou le stade de développement de la personne exposée (le fœtus est plus sensible);
- la durée de l'exposition;
- le mode d'exposition (inhalation, ingestion ou contact avec la peau).

Tableau II. Sources alimentaires des polluants

Polluants	Sources alimentaires
Arsenic inorganique	Riz, céréales infantiles
Plomb	Légumes, eau de ville
Nickel	Produits à base de chocolat
PCDD/F	Lait, poissons
PCB	Poissons
Mycotoxines et acrylamide	Petits pots et aliments préparés
Furane	Petits pots et conserves
Strontium	Biberons, eaux très minéralisées
Sélénium	Poissons
<u>Méthylmercure</u>	Poissons
Cadmium	Pommes de terre, légumes



I.5. Comment l'organisme se détoxique-t-il naturellement des métaux ?

L'entrée abondante de Métaux Traces Toxiques dans l'organisme n'est pas vraiment prévue par la physiologie. S'il n'avait pas été introduit par les activités humaines, ces métaux seraient quasiment absents de l'environnement.

Face à cette menace inconnue, l'organisme va utiliser ses moyens existants pour piéger les métaux et les éliminer. Le foie élimine la plus grande partie par la bile et les métaux sont finalement éliminés par les selles. Le reste entre dans la circulation sanguine et va pouvoir s'éliminer par les urines. Dans le cas d'un apport modéré en métaux, ce mécanisme peut éliminer la plus grande partie et il n'y a pas de conséquences.

En revanche, si l'apport est excessif, la capacité de détoxification amoindrie, alors les métaux entrent dans la circulation ne peuvent s'éliminer et s'accumulent dans les tissus. Ils vont alors pouvoir exercer leurs effets néfastes.

II. Résidus des pesticides dans l'alimentation

Les pesticides étant très fortement utilisés dans l'agriculture, on retrouve leurs résidus dans de nombreux aliments.

Les pesticides (herbicides, insecticides et fongicides) sont présents dans les fruits, les légumes, les céréales et même la viande, en faible quantité. Selon l'OMS, l'alimentation représente 80 % de notre exposition. On leur reproche de:

- Perturber le système hormonal
- favoriser l'apparition de cancers,
- abaisser la fertilité...

Et par conséquent, évaluer l'impact sanitaire d'une exposition quotidienne à des doses infimes via l'alimentation reste difficile.

Selon l'Autorité européenne de sécurité des aliments (Efsa), 97,2% des échantillons analysés se situaient dans les limites légales de résidus de pesticides dans les aliments. Au total, ce sont 84.341 échantillons couvrant 774 pesticides qui ont été analysés, 53,3% des échantillons testés étaient ainsi exempts de résidus quantifiables tandis que 43,9% contenaient des résidus ne dépassant pas les limites légales.

Un repas type, équilibré et sain en apparence.
Malheureusement, il est contaminé par de multiples résidus invisibles de pesticides.



Plus de **23% des aliments végétaux contiennent parfois plusieurs résidus de pesticides**, jusqu'à 8 différents. On retrouve également des résidus de pesticides dans l'eau, certains jus de fruits, les poissons (saumon, thon..), les fruits de mer (moules, huîtres...) et même parfois dans la viande de bœuf ou le lait. Ce sont ainsi des dizaines de pesticides différents dans l'alimentation.

Figure 7: Résidus des pesticides dans nos aliments

II.1. Résidus des pesticides dans la salade



SALADES ET RÉSIDUS DE PESTICIDES

Les salades font parties des aliments les plus contaminés par les résidus de pesticides.

Voici quelques unes des molécules les plus fréquemment détectées dans les salades et leurs effets sur la santé :

Molécules	Effets sur la santé (source US-EPA, CIRC et UE)
Chlorothalonil	Cancérogène possible
Iprodione	Suspecté d'être cancérogène et perturbateur endocrinien
Procymidone	Cancérogène probable et perturbateur endocrinien
Vinclozoline	Cancérogène possible, perturbateur endocrinien et reprotoxique probable
Deltaméthrine	Perturbateur endocrinien
Propyzamide	Cancérogène probable et suspecté d'être reprotoxique

II.2. Résidus des pesticides dans l'eau de boisson

EAU DE BOISSON ET RÉSIDUS DE PESTICIDES



Voici quelques unes des molécules les plus fréquemment détectées dans les eaux de distribution entre 2001 et 2003 et leurs effets sur la santé :

Molécules	Effets sur la santé (source US-EPA, CIRC et UE)
Alachlore	Perturbateur endocrinien
Atrazine	Perturbateur endocrinien
Diuron	Cancérogène possible (US) et toxique du développement (US)
Malathion	Cancérogène possible, perturbateur endocrinien possible et neurotoxique
Prométhrine	Perturbateur endocrinien possible
Trifluraline	Cancérogène possible et perturbateur endocrinien possible

III. Résidus d'emballage dans l'alimentation

Les emballages alimentaires sont devenus incontournables, et bien qu'ils ne soient pas directement consommés, ils peuvent tout de même être nocifs pour notre santé. C'est pourquoi des législations sont appliquées par l'Union européenne.

La réglementation fixe des prescriptions générales pour tous les matériaux destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.

En conditions normales d'utilisation, les matériaux utilisés ne doivent pas céder aux aliments des constituants en quantité susceptible de présenter un danger pour la santé humaine ou d'entraîner une modification inacceptable de la composition des denrées avec ou non une altération des caractères organoleptiques de celles-ci. deux molécules sont souvent contenues dans les emballages : **Les phtalates et Le bisphénol A.**

III.1. Les phtalates :

Sont utilisés comme plastifiants, et retrouvés dans beaucoup de produits du quotidien mais aussi dans des emballages alimentaires.

Les phtalates, nés dans les années 1950, sont un groupe de produits chimiques dérivés de l'acide phtalique. Sous forme de liquide visqueux, transparent et incolore.

Les phtalates sont couramment utilisés comme plastifiants (entre autres pour le PVC) afin de les rendre plus souples, transparents et augmenter leur durabilité.

Les trois millions de tonnes de phtalates produits chaque année sont utilisées dans de nombreux produits d'utilisation courante, notamment des jouets, des appareils médicaux, mais en particulier dans certains emballages alimentaires.

Ce sont des molécules hydrophobes, elles ont une affinité particulière pour les graisses et les alcools lourds. Du fait de ces propriétés, les phtalates peuvent migrer passivement des emballages alimentaires vers des produits gras comme le fromage.

Les aliments contaminés ingérés sont une des sources d'exposition connues. D'autres sources d'exposition comme la mise à la bouche des jouets des enfants ou les poches de sang qui contiennent également des phtalates, ou encore par voie cutanée lors de l'utilisation de cosmétiques.

Les effets des phtalates sur la santé

On retrouve principalement des effets sur la reproduction et un effet tératogène. Ils provoquent notamment une baisse de la fertilité, une réduction du poids du fœtus, une mortalité fœtale et des malformations. Certains phtalates sont également des perturbateurs endocriniens et peuvent provoquer des anomalies du développement sexuel chez le jeune rat mâle exposé *in utero*. De plus, des effets sur le foie, les reins et le système reproducteur mâle ont été rapportés.

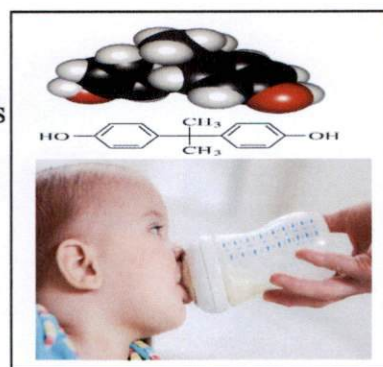
III.2. Le bisphénol A

Le bisphénol A est l'une des molécules retrouvées dans nos aliments

Le bisphénol A possède des propriétés similaires à l'œstrogène

et fut très étudié dans les années 1930. En effet, il possède

la capacité de se fixer sur le récepteur alpha des œstrogènes.



Finalement détourné de son rôle premier suite à la découverte de molécules encore plus efficaces, il fut utilisé dès les années 1960 dans la fabrication de plastiques et de résines, où il est associé à d'autres substances chimiques.

Ainsi, on retrouve du **bisphénol A** dans un grand nombre de produits, les lunettes de soleil, les tickets de caisse, mais aussi les emballages alimentaires : bouteilles recyclables, biberons (le bisphénol A est interdit dans les biberons en Europe depuis 2011), vaisselle (assiettes et tasses). Des résidus de **bisphénol A** se retrouvent également dans des résines utilisées pour fabriquer des films de protection dans les canettes et certaines boîtes de conserve.

Le **bisphénol A** peut migrer en petites quantités dans les aliments et les boissons stockées dans des emballages qui contiennent cette substance, surtout lors du chauffage du plastique (où le polymère qui le compose, sous l'effet de la température, libère une partie du bisphénol A). Ainsi, l'exposition journalière moyenne est estimée à 7 microgrammes de **bisphénol A** par adulte et par jour, et 90 % des adultes testés ont des traces de bisphénol A dans leurs urines.

Le risque pour la santé :

Son action sur le récepteur alpha des œstrogènes lui confère une action hormonale, et permet de le classer dans la catégorie des perturbateurs endocriniens.

Des études effectuées sur des rats ont montré des effets néfastes sur la reproduction, sur les intestins, le cœur, voire sur le développement embryonnaire. Toutefois, il existe des différences majeures entre les espèces de rongeurs et l'Homme sur la façon dont le **bisphénol A** est assimilé par l'organisme et il n'est donc pas pertinent de transposer les résultats d'une espèce à l'autre.

Chez l'Homme, le bisphénol A est rapidement éliminé par les urines (en 4 à 5 heures) et ne s'accumule vraisemblablement pas, excepté chez les fœtus et les nourrissons.

IV. Les substances nocives dans les aliments

Aujourd'hui, les aliments retrouvés dans les chaînes de supermarchés et de restauration sont loin d'être naturels. Les entreprises utilisent une grande quantité de conservateurs, de produits chimiques et d'autres additifs qui, à long terme, sont dangereux pour la santé.

En effet, Sur les emballages et les étiquettes, la majorité des aliments contiennent au moins l'un des éléments toxiques suivants :

IV.1. Le sirop de maïs fort en fructose

Il est présent dans les aliments sucrés, comme les sodas et certains desserts, et il est également assez utilisé dans la restauration rapide. Les effets potentiels du sirop de maïs sont l'obésité, la résistance à l'insuline, l'augmentation de la graisse abdominale et les maladies cardiovasculaires.

IV.2. Les acides gras trans

On les appelle les graisses hydrogénées ou partiellement hydrogénées. Elles se trouvent dans de nombreux aliments transformés comme les gâteaux, les aliments panés, les aliments congelés etc. Les effets potentiels des acides gras trans sont les maladies cardiovasculaires, le diabète et le cancer.

IV.3. Les exhausteurs de goût

Ils sont présents dans tous les gâteaux, les boissons gazeuses et les aliments préparés. Il existe plus de 100 additifs chimiques différents à l'intérieur de ce groupe qui **a pour objectif de « donner un goût plus réel » aux aliments**. Les effets secondaires potentiels des goûts artificiels sont les allergies, les réactions comportementales, comme par exemple l'hyperactivité.

IV.4. Les colorants artificiels

Les colorants sont des additifs présents dans presque tous les aliments transformés. **Si sur l'étiquette des gâteaux, des bonbons ou des desserts, il est souvent écrit « colorants permis », cette information est inquiétante**. Les effets potentiels des colorants artificiels sont les allergies, la congestion des sinus para nasaux, l'hyperactivité (surtout chez les enfants) et les troubles mentaux graves dans l'enfance comme le trouble de déficit d'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH).

IV.5. Les édulcorants artificiels

À l'intérieur de ce groupe, on peut trouver :

- L'aspartame qui affecte le système nerveux et peut provoquer des maux de tête, vertige, des pertes de mémoire et des convulsions.
- La saccharine qui entraîne le cancer.

Dans ce cas là, le goût sucré, **« brûle » les papilles gustatives ou les inhibe**. Ce qui pousse le consommateur à rajouter toujours plus d'édulcorant ou de sucre dans les infusions ou les desserts.

IV.6. Les conservateurs

Il existe différents types de conservateurs avec des conséquences particulières:

- le THBQ ou antioxydant E-319 qui provoque des nausées, et des vomissements
- les polysorbates 60, 65 et 80 qui provoquent l'infertilité, sont immunodépresseurs et fragilisent le système immunitaire,

- les BHT ou E-321 et BHA ou E-320 génèrent des problèmes rénaux et hépatiques, en plus d'un risque cancérigène,
- le benzoate de sodium ou E-211 provoque des réactions allergiques et il est cancérigène
- les sulfites qui causent des allergies, surtout de l'asthme.

IV.7. Les anti agglomérant

- Ils s'utilisent pour absorber l'humidité des aliments et s'ajoutent en général aux produits en poudre ou déshydratés. **Ils sont composés de phosphate, de carbonate et de silicate d'aluminium.** Ce dernier est lié à la maladie d'Alzheimer. De plus, le silicate d'aluminium (présent dans les antiagglomérants) s'utilise dans les vaccins contre la grippe.

V. Les additifs alimentaires

V.1. Historique

Depuis le début du 20^e siècle, de nouvelles méthodes de **conservation des aliments** ont vu le jour. La surgélation en 1923, le congélateur domestique en 1960, ainsi que l'UHT (Ultra Haute Température) au début des années 1960 et pour finir la **conservation des aliments** sous-vide en 1970.

Depuis très longtemps, l'homme a dû trouver des solutions pour conserver ses récoltes, ainsi que la viande et le poisson en les salant ou les fumant.

Depuis 1985, sur un étiquetage, les additifs sont identifiés par un numéro de code CEE, c'est une numérotation conventionnelle avec 100 pour les colorants , 200 pour les conservateur .

V.2. Définition

Les additifs alimentaires sont des substances ajoutés aux produits alimentaires de base dans le but d'en améliorer la conservation, la couleur, le goût, l'aspect... Quand un additif alimentaire est autorisé au niveau européen, celui-ci bénéficie d'un code du type **Exxx (exemple : E160)**. **En Algérie**, les additifs ont un code de type SINxxx (exemple: SIN180). Les additifs sont classés selon leurs catégories : Les conservateurs- les antioxydants- les colorants- les émulsifiants

Les additifs alimentaires sont définis par une directive de l'Union Européenne : « On entend par additif alimentaire toute substance habituellement **non consommée** comme **aliment en soi** et 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, qu'elle devient** elle-même directement ou indirectement, **un composant des denrées alimentaires** ».

Certains peuples comme les Egyptien et les Romains utilisaient déjà les colorants pour améliorer l'aspect de certains aliments.

Jusqu'en 1850, tous les colorants rajoutés dans l'alimentation étaient d'origine naturelle (safran, caramel, rouge de betterave), et ce n'est que plus tard qu'apparaissent les colorants de synthèse, la mauvéine est le premier colorant artificiel.

Tableau III. Exemple d'additifs alimentaires			
CODE	NOM	ROLE	D.J.A
E264	Acétate d'ammonium	régulateur de l'acidité	
E265	Acide déhydracétique	conservateur	
E266	Déhydroacétate de sodium	conservateur	

V.3. Quelques exemples d'additifs alimentaires

Les colorants alimentaires :

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

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

Alors qu'ils sont ajoutés à des fins incitatives, les colorants alimentaires commencent à avoir un effet dissuasif sur les consommateurs qui cherchent plus de naturel dans leur assiette. En effet, les conséquences des colorants sur la santé suscitent des inquiétudes, d'autant que la plupart de ceux utilisés dans l'industrie sont synthétiques. On les suspecte notamment de provoquer des allergies ou d'être cancérogènes.

Les colorants alimentaires sont des substances qui ajoutent ou redonnent de la couleur à des denrées alimentaires, ces additifs figurent sous leur numéro CEE sous la forme E100 à E180.

Il est de coutume de distinguer les colorants « naturels » des colorants dits de synthèse, les premiers sont des substances extraites de végétaux, parfois depuis longtemps, et qui a priori ne posent pas de problèmes, les seconds, sont des produits qui ont pris naissance en même temps que l'essor de la chimie et pour lesquels des mises en garde ont été ignorées.

La directive n 94/36/CE relative aux colorants, L'annexe comporte cinq parties :

- **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 (dans les produits de charcuterie et de salaison).
- **annexe IV** : liste des colorants autorisés uniquement dans certaines denrées alimentaires (10 colorants dont la Canthaxantine et l'amarante).
- **annexe V** : 15 colorants utilisables sans restriction dans les denrées alimentaires autre que celles mentionnées aux annexes II et III, 18 colorants utilisables en quantités limitées.

Exigences requises pour les colorants

Il est tout d'abord évident que l'intérêt technologique ou nutritionnel du colorant est nul, les colorants sont donc les additifs alimentaires les moins indispensables.

En principe, l'addition de colorants est effectuée pour normaliser la couleur d'un aliment, et ne doit pas servir à dissimuler une altération, ou à laisser croire à la présence d'un constituant de qualité ; par exemple, l'adjonction d'un colorant jaune dans les produits de biscuiterie pourrait laisser croire au consommateur que ces produits contiennent du beurre.

Aujourd'hui, l'industrie des colorants constitue un secteur capital de la chimie moderne, Depuis quelques décennies, l'industrie alimentaire mondiale utilise une qualité de plus en plus importante de colorants naturels ou artificiels surtout dans les conserves, les confiseries, les boissons, mais aussi dans la charcuterie, les fruits et légumes, les matières grasses (huile, beurre, fromage).

Tableau IV. Classification des colorants alimentaires autorisés

Colorants de synthèse	Colorants naturels	Colorants minéraux
E102 Tartrazine	E100 Curcumine	E170 Carbonate de calcium
E104 Jaune de quinoléine	E101 Riboflavine	E171 Bioxyde de titane
E110 Jaune orangé S	E120 Cochenille	E172 Oxyde de fer
E122 Azorubine	E140 Chlorophylle	E173 Aluminium
E123 Amarante	E141 Complexes cuivriques des	E174 Argent
E124 Rouge cochenille A	chlorophylles	E175 Or
E127 Erythrosine	E150 Caramel	E180 Pigment rubis
E128 Rouge 2G	E153 Carbo medicinalis	
E129 Rouge Allura AC	vegetalis	
E131 Bleu patenté V	E160 Caroténoïdes	
E132 Indigotine	E161 Xanthophylles	
E142 Vert acide brillant	E162 Rouge de betterave	
E151 Noir brillant BN	E163 Anthocyananes	
E154 Brun FK		

Aspect toxicologique des colorants

La plupart des colorants alimentaires ont fait l'objet de la définition d'une dose journalière admissible (DJA), à la suite d'études expérimentales, Il y a peu d'essais réalisés chez l'homme, les colorants autorisés ne présentent pas de risque en dessous de la DJA.

Depuis quelque temps, des études signalent des cas d'hyperactivité associée à la consommation de colorants chez les enfants, récemment, une étude menée sur des groupes d'enfants de 3 ans et 8 ans conclue à l'existence d'une augmentation significative de l'hyperactivité lors de la consommation de certains colorants et d'autres additifs alimentaires dans les deux groupes d'enfants étudiés.

6 colorants et 1 agent de conservation déjà liés à des troubles du déficit de l'attention et hyperactivité retrouvés dans des produits alimentaires et des boissons.

La Tartrazine (E 102) :

La Tartrazine est le colorant E102 , de couleur jaune synthétique , il s'agit d'un colorant azoïque dérivés de goudron , essentiellement constituée de sel trisodique d'hydroxy-5-(sulfo-4-phényl)-1-(sulfo-4-phénylazo)-4-H-pyrazole-carboxylate-3 et de matières colorantes accessoires associées à du chlorure et /ou du sulfate de sodium constituant les principaux composants non colorés , la tartrazine décrite est le sels de sodium , les sels de calcium et de potassium sont également autorisés .

- **Principale utilisation ;**

Il est utilisée dans de nombreux aliments (bonbons , confiseries , pâtisseries , condiments , boissons), médicaments (aspirine , vitamines , pilule) et cosmétique (dentifrice) ,sa DJA et de 7,5mg/kg

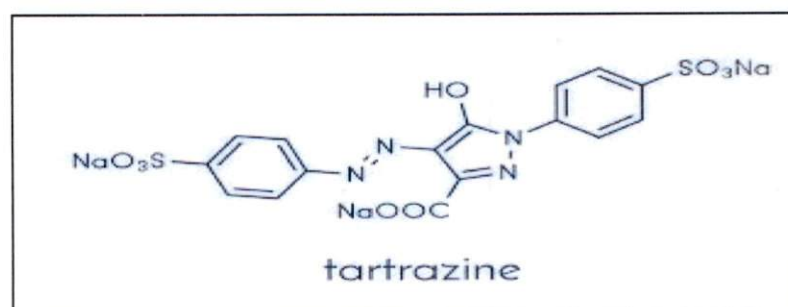


Figure 8: formule chimique de la Tartrazine

VI.1.1. Les nitrites/nitrates dans l'organisme

Chez l'homme, le nitrite et le nitrate ingérés par l'intermédiaire des aliments sont rapidement absorbés par le corps et, pour la plus grande partie, excrétés comme nitrate. Le nitrate qui demeure dans l'organisme est partiellement recyclé par les glandes salivaires et une partie de celui-ci est converti par les bactéries de la bouche en nitrite. Le nitrite absorbé peut transformer par oxydation l'hémoglobine en méthémoglobine qui, en excès, réduit la capacité des globules rouges à se lier et à transporter l'oxygène dans le corps. Le nitrite dans les aliments (et le nitrate converti en nitrite dans le corps) peut aussi contribuer à la formation d'un groupe de composés connus sous le nom de nitrosamines, dont certains sont cancérogènes.

VI.1.2. Les nitrites/nitrates ajoutés aux aliments

La Commission européenne a demandé à l'EFSA de réévaluer, d'ici 2020, tous les additifs ayant été autorisés avant le 20 janvier 2009. Dans le cadre de ce programme, l'EFSA a réévalué la sécurité du nitrite de potassium et de sodium (E 249-250) et du nitrate de sodium et de potassium (E 251-252) dans deux avis scientifiques publiés en juin 2017.

Actuellement, pour le nitrite, les doses journalières admissibles (DJA) fixées par l'ancien comité scientifique pour l'alimentation humaine (CSAH) de la Commission européenne en 1997, et par le Comité mixte d'experts en additifs alimentaires de la FAO et de l'OMS (JECFA) en 2002, sont respectivement de 0,06 et de 0,07 milligrammes par kilogramme de poids corporel par jour (mg/kg pc/jour). Pour les nitrates, ces deux organes avaient fixé la DJA à 3,7 mg/kg pc/jour.

VI.1.3. La réévaluation de la sécurité des nitrites et des nitrates

Le groupe d'experts de l'EFSA sur les additifs alimentaires et les sources de nutriments ajoutés aux aliments (groupe ANS) a fondé ses travaux sur des évaluations antérieures, sur la nouvelle littérature scientifique publiée et sur les informations collectées grâce à des appels publics de données.

Le Nitrate

Les experts ont pu dériver une DJA pour le nitrate car ils ne l'ont pas considéré comme génotoxique ou cancérogène ; en effet, pour les substances potentiellement génotoxiques – c.-à-d. préjudiciables à l'ADN – ou qui peuvent causer le cancer, aucun niveau de sécurité ne peut être établi. Le groupe d'experts a considéré que l'effet le plus pertinent pour établir le niveau de sécurité était une concentration sanguine élevée en méthémoglobine, causée par le nitrite converti à partir du nitrate dans la salive (voir ci-dessus). En considérant cet effet, le

groupe d'experts a conclu que la DJA fixée par le CSAH en 1997 constituait une protection adéquate pour la santé publique.

Le Nitrite

Le groupe d'experts a établi une DJA de 0,07 mg/kg pc/jour, correspondant au niveau de sécurité fixé par le JECFA en 2002 et proche de la DJA actuelle légèrement plus conservatrice de 0,06 mg/kg pc/jour calculée par le CSAH. Comme pour le nitrate, ce niveau se fonde sur l'augmentation des taux de méthémoglobine dans le sang suite à la consommation de nitrate sous forme d'additif alimentaire.

En conclusion, Les nitrites – y compris sous forme d'additifs alimentaires – contribuent à la formation d'un groupe de composés appelés nitrosamines, dont certains sont cancérigènes.

Le groupe d'experts a appliqué des hypothèses conservatrices dans son évaluation, c'est-à-dire qu'il a envisagé les scénarios les plus pessimistes. Sur la base de ces hypothèses, ils sont parvenus à la conclusion suivante : les nitrosamines qui se forment dans l'organisme à partir des nitrites ajoutés dans des produits à base de viande aux niveaux autorisés sont peu préoccupantes pour la santé humaine.

Le groupe d'experts a également noté que la présence non intentionnelle dans des produits à base de viande de nitrites provenant d'autres sources – telles qu'une contamination environnementale – pouvait également contribuer à la formation de nitrosamines. Les experts de l'EFSA ont conclu que ces niveaux de nitrosamines exogènes pourraient donner lieu à des problèmes de santé potentiels, mais que des recherches supplémentaires devraient être menées pour remédier aux incertitudes et aux lacunes en matière de connaissances dans ce domaine complexe.

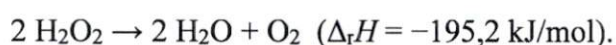
Pour réduire les incertitudes dans ce domaine, les experts ont formulé plusieurs recommandations, notamment :

- Des études supplémentaires pour mesurer l'excrétion de nitrate dans la salive humaine, sa conversion en nitrites et la formation de méthémoglobine qui en résulte ;
- Des études additionnelles sur les niveaux de nitrosamines qui se forment dans différents produits à base de viande en fonction des quantités connues de nitrites/nitrates ajoutés ;
- Des études épidémiologiques à grande échelle sur l'apport en nitrite, nitrate et nitrosamines et le risque associé à certains types de cancer.

VI.2. Peroxyde d'hydrogène

Le peroxyde d'hydrogène est un composé chimique de formule H_2O_2 . Sa solution aqueuse est appelée eau oxygénée. Elle est incolore et légèrement plus visqueuse que l'eau. Le peroxyde d'hydrogène possède à la fois des propriétés oxydantes par exemple vis-à-vis d'ions iodure et des propriétés réductrices par exemple vis-à-vis des ions permanganate. C'est un agent de blanchiment efficace. Il est utilisé comme antiseptique.

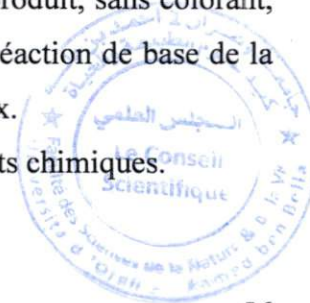
Le peroxyde d'hydrogène existe naturellement chez les êtres vivants comme sous-produit de la respiration cellulaire. Tous les organismes aérobies possèdent des enzymes, appelées peroxydases, qui catalysent la dismutation de H_2O_2 en H_2O et O_2 :



Ce puissant biocide est toxique pour de nombreux organismes, à des doses variant selon les espèces, leur âge et le contexte. Sa toxicité a fait l'objet d'une réévaluation publiée en 1999 par le Centre international de recherche sur le cancer

Usage industriel

- Le peroxyde d'hydrogène sert essentiellement au blanchiment de la pâte à papier (environ deux tiers du volume produit dans le monde). Les pâtes blanchies peuvent être chimiques, mécaniques ou recyclées.
- Il est utilisé dans le domaine de l'environnement pour le traitement des eaux, des sols et des gaz (désulfuration, deNox, etc.).
- Il est contenu dans certaines solutions destinées à purifier l'eau de piscine ou de spa et détruisant les algues vertes, vendues sous l'appellation commerciale « oxygène actif ».
- Vaporisé à haute température, il sert à stériliser les emballages alimentaires juste avant l'incorporation de leurs contenus (liquides UHT tels que lait, jus de fruits, etc.).
- L'oxydation de luminol dissous dans de l'hydroxyde de sodium produit, sans colorant, une lumière bleue intense sans dégagement de chaleur. C'est la réaction de base de la chimiluminescence, utilisée par exemple dans les bâtons lumineux.
- C'est un oxydant prometteur pour la synthèse de différents produits chimiques.



VI.3. Alcool et cétones dans l'alimentation

Les composés organiques comportant au sein de leur molécule le *groupe carbonyle* -CO- sont appelés *composés carbonylés*. Deux classes fonctionnelles leur correspondent :

- les *aldéhydes* comportent le groupe caractéristique (ou groupe fonctionnel) -CHO. Le groupe carbonyle est lié à un groupe alkyle ou phényle et un atome d'hydrogène (exceptionnellement deux atomes d'hydrogène dans le cas du méthanal) ;
- les *cétones* comportent le groupe caractéristique -CO-R. Le groupe carbonyle est lié à des groupes alkyles ou phényles.

VII. Prévention et législation dans la sécurité alimentaire

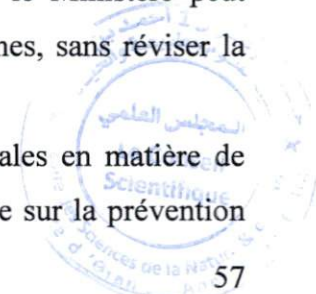
La réglementation sur la sécurité sanitaire relève de la Loi sur l'assainissement des aliments, promulguée en 1947 et révisée à plusieurs reprises, au gré des circonstances. Il s'agit d'une législation globale sur l'alimentation, qui comprend 36 articles.

Premièrement, cette loi vise des objectifs variés. Elle stipule qu'elle se propose d'éviter aux êtres humains des maladies d'origine alimentaire et elle porte non seulement sur les aliments et les boissons mais aussi sur les additifs (aromatisants naturels, notamment) ainsi que sur le matériel d'équipement et les conteneurs/emballages qui sont utilisés dans la manutention, la fabrication, le traitement et la livraison des aliments. Le matériel d'équipement et les conteneurs/emballages, ne concernent que les produits en contact direct avec les aliments. La loi vise aussi les personnes qui participent à des activités liées à l'alimentation, telles que la fabrication et l'importation.

Deuxièmement, c'est le Ministère de la santé, qui supervise ce domaine. C'est donc à lui qu'il appartient d'agir au contentieux, avec diligence et de manière à assurer un bon fonctionnement et faire sanctionner les infractions pénales. La procédure de révision est toutefois très longue, du fait surtout de la longueur des débats à la Diète, en raison de divers facteurs sociaux et politiques.

Les aliments génétiquement modifiés, ont fait l'objet d'une réglementation, dans le cadre de la loi. Il s'agit d'un bon exemple de la compétence octroyée puisque le Ministère peut réglementer les aliments génétiquement modifiés, en établissant des normes, sans réviser la loi.

Troisièmement, la loi accorde un rôle important aux administrations locales en matière de réglementation alimentaire. Depuis le début, la loi s'est surtout concentrée sur la prévention



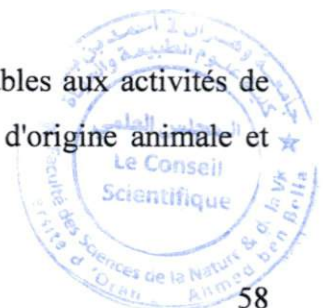
des intoxications alimentaires. De ce point de vue, la loi vise toute une série d'activités liées à l'alimentation. Le nombre d'installations visées est d'environ 4 millions, dans l'ensemble du pays, dont 2,6 millions sont soumises à l'octroi d'une licence par le Ministère de la santé, du travail et de la protection sociale. Afin de pouvoir effectuer un travail de réglementation concernant un nombre élevé d'installations, il est nécessaire de disposer d'un personnel important. Or, soixante-deux fonctionnaires seulement, travaillent dans la section chargée de ces questions auprès du gouvernement central. Ce personnel est clairement insuffisant pour effectuer un contrôle quotidien de toutes les installations et pour dispenser des conseils. La loi autorise les autorités locales à prendre les mesures nécessaires pour ce qui est des installations situées dans leur ressort. Les mesures portent notamment sur l'établissement de normes relatives aux installations, l'octroi ou la révocation des licences, l'établissement de directives et la fermeture temporaire ou définitive de locaux. Le pays doit disposer aussi d'un autre type d'organismes administratifs chargés exclusivement de la santé et de l'hygiène. Ces organismes, appelés centres de santé, jouent un rôle important pour l'assurance de la sécurité sanitaire des aliments de la région concernée.

Les usines et les fabricants établissent des méthodes de fabrication ou de transformation pour les aliments cibles et des méthodes de contrôle sanitaires, en se basant sur le système. Ce système permet donc d'appliquer une grande variété de méthodes dans la production alimentaire, sans suivre des normes uniformes. On compte actuellement six catégories d'aliments visées dans le système (le lait, les produits laitiers, les produits carnés, les produits à base de pâte de poisson, les boissons non alcoolisées et les aliments qui ont été emballés dans un conteneur ou emballés et pasteurisés sous pression, comme les conserves alimentaires et les aliments stérilisés en autoclave).

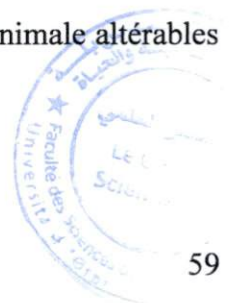
VII.1. Réglementation

VII.1.1. Textes législatifs et réglementaires

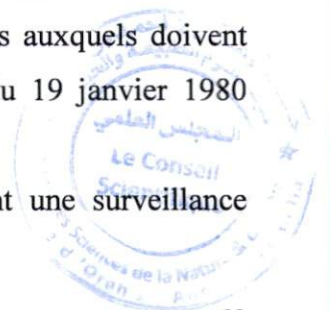
- Décret n° 2011-731 du 24 juin 2011 relatif à l'obligation de formation en matière d'hygiène alimentaire de certains établissements de restauration commerciale - J.O. n° 0147 du 26 juin 2011. Entrée en vigueur : 1er octobre 2012.
- Arrêté du 21 décembre 2009 relatif aux règles sanitaires applicables aux activités de commerce de détail, d'entreposage et de transport des produits d'origine animale et denrées alimentaires en contenant



- Règlement (CE) n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires
- Décret n°2001-1016 du 5 novembre 2001 portant création d'un document relatif à l'évaluation des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs, prévue par l'article L.230-2 du code du travail et modifiant le code du travail (deuxième partie : Décrets en Conseil d'Etat).
- Arrêté du 19 juillet 2001 modifiant l'arrêté du 17 mars 1992 relatif aux conditions auxquelles doivent satisfaire les abattoirs d'animaux de boucherie pour la production et la mise sur le marché de viandes fraîches et déterminant les conditions de l'inspection sanitaire de ces établissements
- Arrêté du 30 juillet 1999 modifiant l'arrêté du 28 mai 1997 relatif aux règles d'hygiène applicables à certains aliments et préparations alimentaires destinés à la consommation humaine
- Arrêté du 20 juillet 1998 fixant les conditions techniques et hygiéniques applicables au transport des aliments
- Arrêté du 6 juillet 1998 relatif aux règles d'hygiène applicables aux établissements d'entreposage de certaines denrées alimentaires JO du 28 juillet 1998
- Arrêté du 30 juin 1998 modifiant l'arrêté du 18 juillet 1994 modifié fixant la liste des agents biologiques pathogènes.. *Groupe 3 : maladie de Creutzfeldt-Jakob, virus de la rage*
- Avis du conseil supérieur d'hygiène publique de France (CSHPF) du 17 mars 1998
- Arrêté du 29 septembre 1997 fixant les conditions d'hygiène applicables dans les établissements de restauration collective à caractère social.
- Arrêté du 3 avril 1996 fixant les conditions d'agrément des établissements d'entreposage des denrées animales et d'origine animale
- Arrêté du 9 mai 1995 réglementant l'hygiène des aliments directement remis au consommateur
- Circulaire DEPSE/SDTE/C 95-7011-DRT n°95-6 du 8 mars 1995 relative à la surveillance médicale des salariés procédant à la manipulation des denrées animales et d'origine animale.
- Arrêté du 20 janvier 1995 relatif aux denrées animales ou d'origine animale altérables dont la date limite de consommation est dépassée



- Arrêté du 28 juin 1994 relatif à l'identification et à l'agrément sanitaire des établissements mettant sur le marché des denrées animales ou d'origine animale et au marquage de salubrité
- Arrêté du 14 janvier 1994 fixant les conditions sanitaires auxquelles doivent satisfaire les établissements d'abattage de volailles
- Arrêté du 19 novembre 1993 fixant les conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des viandes fraîches de lapin et de rongeurs gibiers d'élevage.
- Arrêté du 22 janvier 1993 relatif aux conditions hygiéniques et sanitaires de production, de mise sur le marché et d'échanges de produits à base de viande
- Arrêté du 18 septembre 1992 relatif à l'emploi de fluides de refroidissement et frigorigènes en contact direct avec les aliments
- Arrêté du 17 mars 1992 relatif aux conditions auxquelles doivent satisfaire les établissements se livrant à la préparation et à la mise sur le marché de viandes d'animaux de boucherie découpées, désossées ou non
- Arrêté du 17 mars 1992 relatif aux conditions auxquelles doivent satisfaire les abattoirs d'animaux de boucherie pour la production et la mise sur le marché de viandes fraîches et déterminant les conditions de l'inspection sanitaire de ces établissements
- Arrêté du 13 mars 1992 relatif au contrôle microbiologique des produits végétaux ou d'origine végétale JO du 7 avril 1992 (modifié par l'arrêté du 20 février 1997 JO du 1 mars)
- Note de service DGAL/SVHA/89 N° 8020 du 30 janvier 1989 relative à l'utilisation des oeufs en coquille en restauration collective
- Note de service DQ/SVHA/85 N° 8031 du 1 mars 1985 relative à l'autorisation d'utilisation d'adsorbants organiques en restauration
- Circulaire DQ/SVHA/80 N° 8082 du 27 juin 1980 relative aux règles d'hygiène applicables aux matériels
- Circulaire n°10 du 29 avril 1980 relative à l'application de l'arrêté du 11 juillet 1977 fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale
- Arrêté du 21 décembre 1979 relatif aux critères microbiologiques auxquels doivent satisfaire certaines denrées animales ou d'origine animale. JO du 19 janvier 1980 (Dernière modification arrêté du 11 mars 1998 JO du 24 mars)
- Arrêté du 11 juillet 1977 fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale.



- Arrêté du 10 mars 1977 relatif à l'état de santé et l'hygiène du personnel appelé à manipuler les denrées animales ou d'origine animale
- Arrêté du 26 juin 1974 relatif à la réglementation des conditions hygiéniques de congélation, de conservation et de décongélation des denrées animales et d'origine animale J.O. du 31 juillet 1974. Dernière modification par arrêté du 9 mai 1995 JO du 16 mai
- Décret n°71-636 du 21 juillet 1971 pris pour l'application des articles 258,259 et 262 du code rural et relatif à l'inspection sanitaire et qualitative des animaux vivants et des denrées animales ou d'origine animale
- Circulaire n°13 SS du 20 janvier 1961 relative à l'application de l'arrêté du 22 juillet 1959 sur le port d'un tablier de protection dans le travail de la viande
- Arrêté du 22 juillet 1959 relatif au port d'un tablier de protection dans le travail de la viande

VII.1.2. Recommandations - normes - étiquetage - signalisation

Hygiène des produits alimentaires. Document méthodologique pour l'élaboration des guides de bonnes pratiques d'hygiène. Fascicule de documentation FD V 01-001. Juin 2000.

VII.2. Les guides de bonnes pratiques

- Végétaux crus prêts à l'emploi (IV° gamme) - CTIFL (centre technique interprofessionnel des fruits et légumes)
- Conserve végétales
- Plats préparés et réfrigérés longue conservation Boissons rafraîchissantes
- Glaces alimentaires –
- Sucre (complément sucres liquides)
- Purification des coquillages
- Abattage et découpe de poulets
- Confitures, compotes, purée de fruits
- Ovoproduits
- Fruits et légumes frais non transformés
- Restauration rapide
- Restauration collective



VII.3. Liste des sujets ayant fait l'objet de textes communautaires (directives, décisions, règlements)

1. Textes horizontaux

- Contrôle des denrées
- Sécurité - hygiène
- Additifs
- Etiquetage - publicité
- Divers
- Contaminants
- Matériaux en contact des denrées alimentaires

2. Textes par secteurs

- Aliments pour animaux
- Viandes et produits à base de viande
- Produits de la pêche
- Volailles - Lapins - Gibiers
- Laits et produits laitiers
- Œufs et ovo produits

VII.4. Liste des sujets ayant fait l'objet d'une réglementation

1. Additifs
2. Alimentation humaine générale
3. Aliments pour animaux
4. Conserves
5. Contrôles - Inspections
6. Distribution - Restauration
7. Eaux de boisson
8. Entreposage
9. ESB

10. Etiquetage
11. Ionisation
12. Lait - Produits laitiers et dérivés
13. Matériaux au contact des denrées alimentaires
14. Oeufs et ovoproduits
15. OGM
16. Pesticides
17. Produits de nettoyage
18. Produits de la pêche
19. Produits surgelés
20. Produits végétaux
21. Santé - Hygiène du personnel
22. Sécurité - Hygiène
23. Transport
24. Viande
25. Volailles - Lapins - Gibier

Conclusion :

La Sécurité microbiologique et la toxicologie alimentaire sont deux thèmes d'études aujourd'hui indissociables. Les évolutions réglementaires et le développement de l'hygiène dans les procédés de production, les applications des biotechnologies dans la production d'aliments traditionnellement dérivés des fermentations, la maîtrise des techniques de conservation, témoignent de l'imbrication forte de ces deux domaines. L'objectif de ce polycopie est d'apprendre aux étudiants les connaissances de base en microbiologie et en produits toxiques et leurs applications dans le domaine de la science des aliments, les altérations des aliments, les toxi-infections d'origine alimentaire, les techniques de conservation, les principes de base et la réglementation en hygiène alimentaire.

Références bibliographiques

- **AFNOR (2000).** Hygiène dans la restauration. Collection : *Recueils de normes*.
- **Bourgeois C-M, (1996).** Microbiologie alimentaire, Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Ed. Tec. et Doc.
- **Branger A, Richer M, Roustel S, Branger A, (2007).** Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques ouvrage collectif **Dijon : Éducagri éditions**.
- **DROMIGNY E, (2011).** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires
Règlementation - agents microbiens - autocontrôle.
Ed: *LAVOISIER / TEC ET DOC*.
- **Dromigny E, (2021).** Les critères microbiologiques des denrées alimentaires
Règlementation, agents microbiens, autocontrôle. *2e édition LAVOISIER - TEC ET DOC EDITIONS*.
- **FAO, (2005).** Réglementations relatives aux mycotoxines dans les produits d'alimentation humaine et animale, à l'échelle mondiale en 2003 Organisation Des Nations Unies Pour L'Alimentation Et L'Agriculture Auteur : Ed : *FAO*
Collection : *Étude FAO alimentation et nutrition - 81*.
- **FOSSE J, MAGRAS C, (2004).** Dangers biologiques et consommation des viandes.
Ed : *LAVOISIER / TEC ET DOC*.
- **LARPENT J-P, (2004).** Listeria. Ed: *TEC ET DOC / EM INTER*
- **Marcel C, LARPENT JP, (2021).** Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments Coll. Sciences et techniques agroalimentaires Tome 1, 2eme édition ; *BOURGEOIS*.

- **NAITALI M, GUILLIER L, DUBOIS-BRISSONNET F, (2017).** Risques microbiologiques alimentaires. Ed *LAVOISIER / TEC ET DOC*
Collection : *Sciences et techniques agroalimentaires.*
- **RAIFFAUD Ch, (2020).** Emballage et conditionnements des produits alimentaires :
Guide pratique ed : EDUCAGRI
- **Reichl F-X, (2004).** Guide pratique de toxicologie, édition De Boeck.
- **TEC ET DOC, (2018).** Risques chimiques liés aux aliments Principes et applications
Ed : *LAVOISIER*
- **UTTSCHEID Ed, (2016).** Affichage origine des viandes bovines Auteur : *Collectif.*
- **ZULIANI V, (2005).** Prédiction de la contamination bactérienne lors de la fabrication
et de la conservation d'un aliment. Ed : *ITP.*