

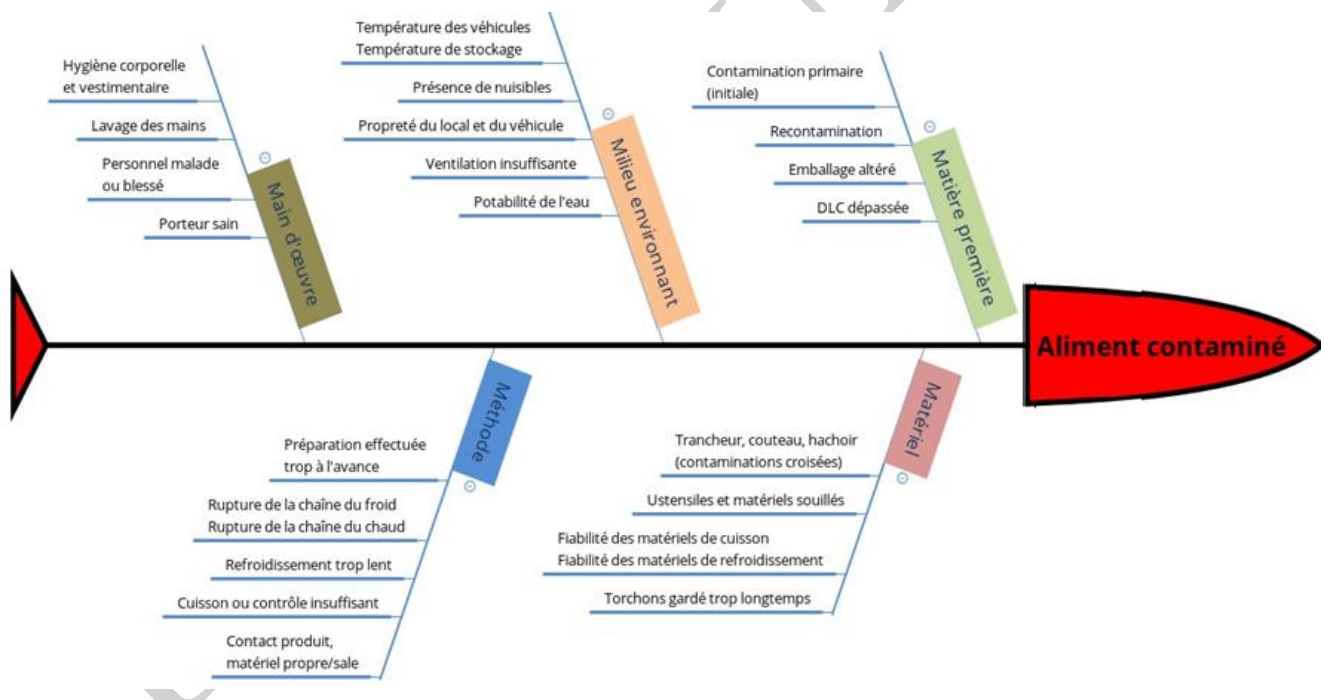
Bactériologie des aliments

Introduction

A chaque aliment correspond un profil microbien qui lui est propre. Ce profil dépend d'une part de la flore présente sur l'aliment et donc de l'origine de la contamination et d'autre part, de facteurs physico-chimiques intrinsèques à l'aliment tels que la structure, la composition, le pH, l' a_w , le potentiel d'oxydoréduction, la présence de composés inhibiteurs naturels, et de facteurs environnementaux tels que la température.

1. Sources de contamination microbienne des aliments

La présence des microorganismes dans les denrées alimentaires est due à des contacts directs ou indirects avec différentes sources de contamination pouvant être listées avec la règle des « 5 M » figurée par le diagramme d'Ishikawa.



Créée par le professeur Ishikawa, la méthode des **5 M** (ou méthode Ishikawa) permet d'identifier simplement les différentes causes d'un problème.

Appliquée en hygiène et sécurité alimentaire, cette technique permet d'identifier les sources possibles de contamination des denrées alimentaires.

1.1. Matière première

Les microorganismes se trouvent dans tous les écosystèmes naturels comme le sol l'air, l'eau et aussi sur les végétaux, les animaux et les humains.

Les aliments proviennent soit d'animaux ou de végétaux et par conséquent la flore normale qui leur est associée peut se retrouver dans notre nourriture (contamination primaire), en plus de contamination par les microorganismes de l'environnement extérieur (contamination secondaire).

1.2. Milieu

- L'exposition à des surfaces contaminées des différents locaux est une source majeure de contamination des aliments
- Le sol et les plantes apportent presque tous des microbes, en quantité très importante.
- L'eau apporte également de très nombreux germes.
- L'air et la poussière sont essentiellement vecteurs de spores et de bactéries.
- Les petits nuisibles apportent divers microbes.

1.3. Matériel

Il peut potentiellement propager des germes si le nettoyage, la désinfection et l'entretien ne sont pas correctement effectués. De plus, il joue un rôle important dans la contamination croisée lorsqu'il entre en contact direct avec les aliments.

1.4. Méthodes

Elles concernent le fonctionnement et l'organisation du travail au cours de la préparation des aliments. La plupart des TIAC sont généralement dues à de mauvaises pratiques de manipulation le long de la chaîne alimentaire.

1.5. Main d'œuvre

L'homme représente le principal agent responsable des contaminations par le biais de son état sanitaire, son hygiène corporelle, son hygiène vestimentaire, et son comportement.

2. Croissance microbienne dans les aliments

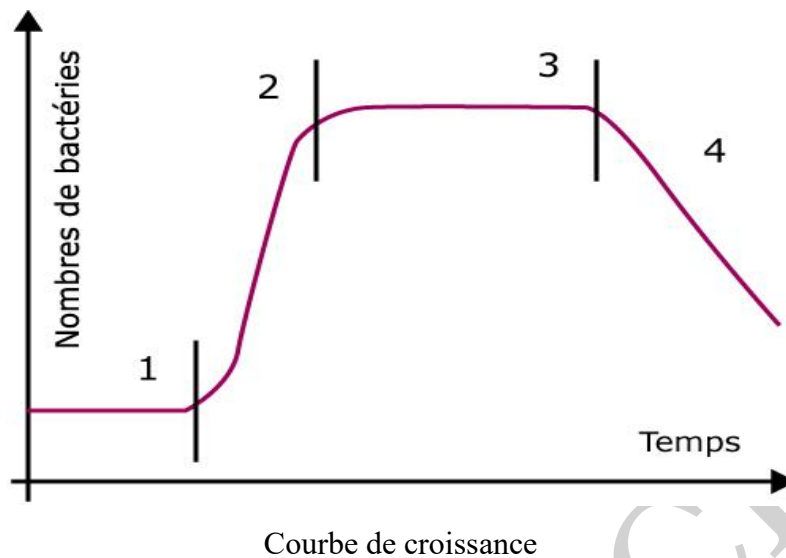
Contrairement aux autres catégories de dangers, seuls les dangers de nature microbiologique s'accroissent dans le temps. Un microbe se multiplie de façon exponentielle à fur et à mesure dans le temps. Des conditions favorables doivent être réunies afin qu'ils puissent proliférer pleinement.

2.1. Phases de développement bactérien

Dans un milieu où les nutriments ne sont pas renouvelés, on peut distinguer plusieurs phases dans l'évolution de la population :

- 1 - La phase de latence pendant laquelle les micro-organismes s'adaptent à leur milieu. Elle explique le délai entre le moment de la contamination et la croissance bactérienne dans le produit.
- 2 - La phase de croissance exponentielle pendant laquelle ils utilisent les nutriments et se multiplient rapidement.
- 3 - La phase stationnaire : les multiplications moins nombreuses sont compensées par la mort des micro-organismes. Pendant ce temps le milieu (ou l'aliment) s'épuise en nutriments.

4 - La phase de déclin (décroissance) : Lyse des bactéries, car trop de "déchets" dans le milieu (par ex acide lactique qui diminue le pH) et plus assez de nutriments.



2.2. Facteurs influençant la croissance microbienne dans les aliments

- Les éléments nutritifs

L'aliment fournit les éléments nutritifs, qui comprennent des glucides, des protéines, des lipides, des minéraux et des vitamines, pour la croissance microbienne. L'eau ne constitue pas un élément nutritif, mais il est essentiel en tant que support pour des réactions biochimiques nécessaires à la synthèse de la masse cellulaire et l'énergie.

- Activité de l'eau (A_w)

L' A_w représente la quantité d'eau libre disponible pour que les micro-organismes puissent réaliser des réactions d'hydrolyse qui pourrait détériorer les aliments.

Chaque espèce microbienne a un optimum, un maximum et un minimum d' A_w pour la croissance. D'une manière générale, la plupart des bactéries se développent entre 0,91 et 0,98 sauf le staphylocoque doré (0,86). (La plupart des bactéries sont inhibées quand $A_w < 0,94$. En dessous le temps de génération s'allonge). La valeur de 0,91 permet de caractériser les denrées stables et qui assure l'inhibition quasi-totale des germes pathogènes et d'altérations. C'est pourquoi certains aliments sont déshydratés afin de permettre leur conservation.

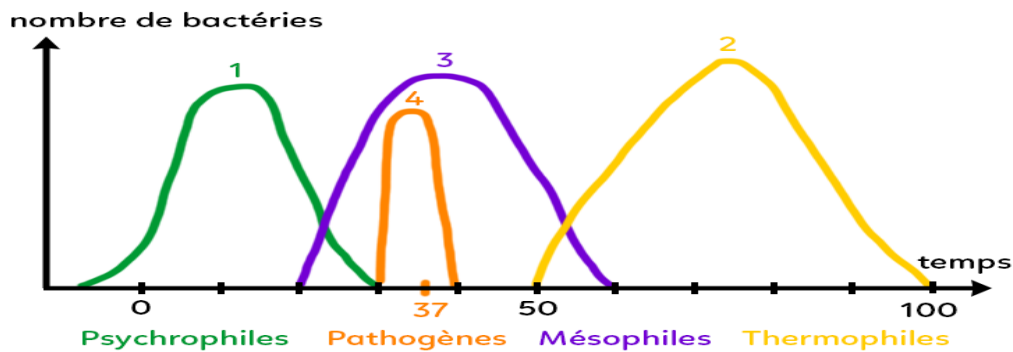
- pH

En général, le pH optimal de croissance pour les bactéries est compris entre 6,5 et 7,5. Cependant, certaines bactéries peuvent supporter des pH bien plus acides correspondant au pH de certains aliments. En effet, certaines souches d'*Escherichia coli* qui peuvent être cultivées dans un bouillon nutritif dont le pH est compris entre 4,4 et 9. De plus, il existe des germes acidophiles dont le pH optimal est de 2, ce sont les bactéries sulfo-oxydantes. Le pH des aliments est compris entre 2 et 9.

Il y a donc possibilité pour une très grande majorité des bactéries de se développer dans tous les types d'aliments.

- Température

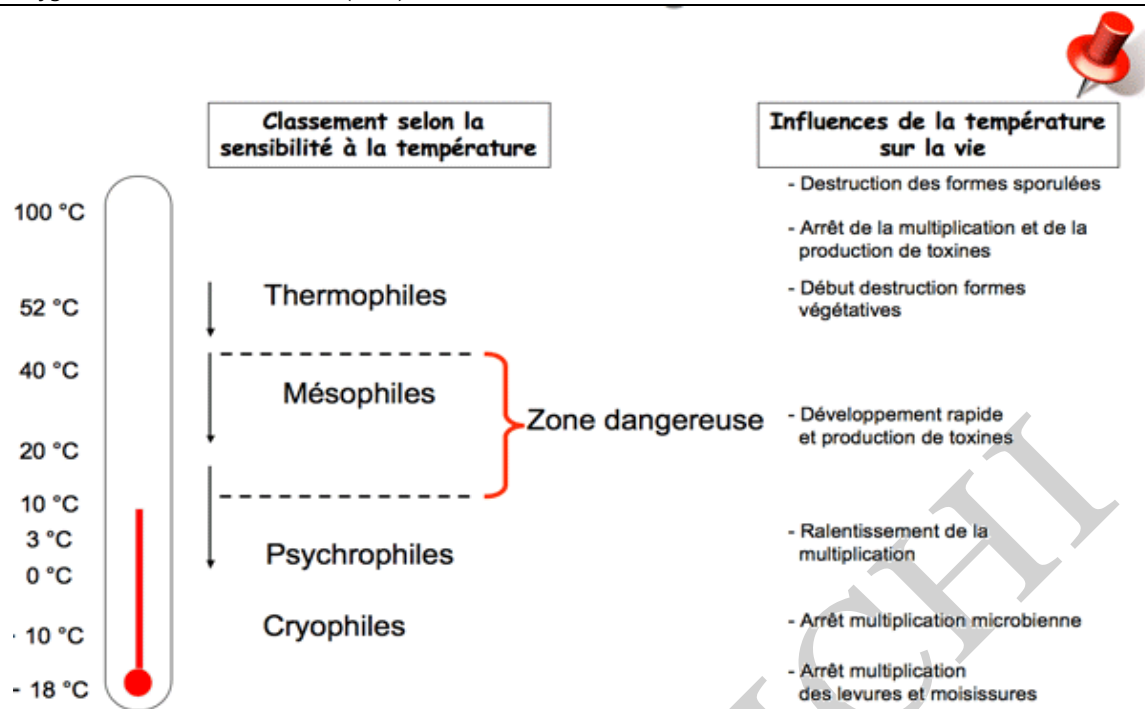
Les micro-organismes ont des températures de croissance optimales spécifiques. Ils sont classés en trois groupes en fonction de leur capacité à se développer préférentiellement ou exclusivement à telle ou telle gamme de température :



Les hautes températures agissent en arrêtant tout métabolisme entraînant ainsi la mort microbienne.

Le froid arrête la croissance microbienne par immobilisation enzymatique, mais ne dénature pas les enzymes, ce qui permet une reprise de la multiplication dès que la température atteint des valeurs proches de l'optimum de croissance.

- La plupart des bactéries pathogènes sont mésophiles, elles prolifèrent entre 20 et 40 °C.
- Lorsque les conditions sont défavorables, certaines bactéries sont capables de produire des formes de résistance appelées **spores**. Ces formes sont très difficiles à détruire par la chaleur ou un traitement désinfectant, aussi faut-il faire le maximum pour éviter la **sporulation**. Trois bactéries responsables de TIA sporulent : *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum* et *Bacillus cereus*.



Action de la température sur les microorganismes

- Oxygène

Les bactéries ont des modes respiratoires variés, elles sont classées selon leur dépendance à l'oxygène.

- Les microorganismes aérobies ont obligatoirement besoin d'oxygène libre et sont qualifiés d'aérobies stricts. Sans oxygène leur développement n'est pas possible.
- Les bactéries anaérobies strictes ne peuvent se multiplier et survivre qu'en l'absence d'oxygène. Elles utilisent d'autres composés organiques ou minéraux comme accepteur finaux d'électrons.
- Les aéro-anaérobies, développement possible quelle que soit la teneur en oxygène,

3. Flores bactériennes des aliments

Différents groupes de bactéries associés aux aliments :

3.1. La flore banale (bactéries saprophytes)

Elles ne sont **pas nocives** si leur population reste **normale**.

3.2. La flore utile (conséquence : Amélioration)

La fabrication d'un grand nombre de produits alimentaires s'appuie sur le métabolisme de microorganismes, que l'on peut regrouper sous le terme de microflore positive (utile ou bénéfique). On peut citer :

- Les bactéries lactiques : fabrication de yaourts et l'affinage des fromages, élaboration des produits de charcuterie.

- Les *Brevibacteriaceae* (*Brevibacterium linens*, ou « ferment du rouge ») responsables principalement de l'aromatisation et de la coloration de certains fromages lors de l'affinage.
- Les bactéries acétiques (*Acetobacter*, *Gluconobacter*,...) permettent la fermentation acétique et interviennent dans la fabrication du vinaigre.
- Les bactéries propioniques (*Propionibacterium*) : nécessaires à l'affinage des fromages à pâte pressée cuite (flaveur et " trous ").

3.3.La flore indésirable

Un des effets les mieux connus de la flore indésirable contaminante nos aliments est la dégradation de la qualité alimentaire, qui, au plan microbiologique, être définie de 2 façons :

- Qualité marchande

Concerne essentiellement les caractéristiques organoleptiques et se traduit par un attrait ou une répugnance par les consommateurs.

- Qualité hygiénique.

L'innocuité d'un aliment correspond à une qualité seuil et la norme zéro défaut doit être atteinte pour certains systèmes aliment-microorganisme en particulier à partir du moment où la présence du microorganisme dans le produit risque d'avoir une incidence défavorable et parfois très grave sur la santé du consommateur.

La flore indésirable se divise en :

✓ La flore d'altération (conséquence : dégradation)

Les aliments, de fait de leur richesse en eau, et en éléments organiques et minéraux sont d'excellents milieux de culture, ils sont donc souvent très altérables. En général, les microorganismes qui sont présents naturellement dans l'aliment ne sont pas pathogènes. Ils sont commensaux ou saprophytes et leur nombre est souvent réduit. Cependant, si cette flore microbienne n'est pas contrôlée, la qualité et la conservation des aliments peuvent être affectées.

Définition d'une altération (dégradation) alimentaire

C'est une modification que subit un produit alimentaire par rapport à sa constitution spécifique, ce qui modifie sa valeur nutritionnelle et/ou le rend impropre à la consommation.

La flore d'altération influence la stabilité et la qualité technologique des denrées alimentaires. En effet, la présence d'un taux important de micro-organismes d'altération peut modifier rapidement les propriétés organoleptiques d'un produit (goût, couleur, odeur ou texture), et ce même si la chaîne du froid est scrupuleusement respectée. Les micro-organismes d'altération ne rendent pas automatiquement le produit dangereux ou impropre à la consommation, mais, en le dégradant, ils le rendent bien souvent invendable avant même la fin de la DLC (Date Limite de Consommation). Ceci peut générer de graves problèmes au niveau industriel quant à la qualité **marchande** du produit.

Types des flores d'altération : chaque type d'aliment est dégradé par une catégorie différente de bactéries. Tout dépend des produits que ces bactéries sont capables à digérer. Ces bactéries d'altération dégradent le goût, l'odeur et l'aspect d'un produit. Parmi celles-ci on distingue :

- Les bactéries **lactiques**, modifient les sucres contenus dans le lait pour leur donner un goût aigre et acide
- Les bactéries **protéolytiques** ou bactéries de **putréfaction** (ex : *Pseudomonas*), qui attaquent les protéines des aliments. Les aliments les plus riches en protéines comme la viande, les œufs, les poissons et les produits laitiers, prennent en se dégradant une odeur caractéristique « d'œuf pourri » avec une production des gaz.
- Les bactéries **lipolytiques** ou bactéries de **rancissement** dégradent les lipides (gras) du beurre, de la crème fraîche, de la margarine et des graisses animales (ex : poisson) en produits toxiques et acides. L'aliment prend une odeur rance et ne doit pas être consommé.
- Les bactéries **cellulolytiques** et **glucidolytiques**, qui attaquent les sucres des fruits et des légumes : la cellulose et les amidons sont hydrolysés, provoquant le ramollissement puis le pourrissement des aliments.

✓ **La flore pathogène (conséquence : danger)**

Du grec *pathos* qui signifie « maladie » ou « souffrance » et *genes* qui signifie « origine ». Les aliments peuvent être contaminés par des micro-organismes pathogènes à différentes étapes de la production, de la transformation, du stockage et de la préparation.

Ces organismes constituent des risques majeurs dont la fréquence en fait la cause la plus importante de pathologies liées à la consommation d'aliments, et sont capables de provoquer par leur multiplication intensive des problèmes de santé chez les consommateurs (maladies **d'origine alimentaire**) et ceci par deux mécanismes différents :

- Les pathogènes infectieux. Ils entraînent par leur multiplication intensive dans notre organisme des maladies graves en altérant les tissus de certains organes (brucellose, tuberculose bovine par exemple). Ils sont responsables de maladies infectieuses alimentaires ;
- Les microbes toxi-infectieux. Ils sont à la fois toxiques et infectieux et sont donc responsables de toxi-infections alimentaire (**TIA**). Ces agents sont par exemple : *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium botulinum*, *Salmonella spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* etc.....(voir cours TIAC)

NB : Les micro-organismes pathogènes ne rendent pas toujours les aliments **perceptiblement altérés**.