

Introduction

La contamination biologique ou bio contamination correspond à la présence d'un élément biologique indésirable (bactérie, champignon, virus, toxine) dans un produit, ou dans l'environnement du produit (eau, air, surface).

Les contaminants biologiques peuvent être des microorganismes mais également les toxines que certains d'entre eux synthétisent.

La présence de ces contaminants peut être source de "danger" pour le produit (altération des produits alimentaires, dysfonctionnement des systèmes électroniques), mais aussi pour l'homme (présence de microorganismes pathogènes dans l'aliment).

Les microorganismes peuvent être séparés en trois groupes (virus, bactéries, levures et moisissures). Le nombre d'espèces à l'intérieur de ces trois groupes est considérable. De plus, de nouvelles espèces sont régulièrement découvertes.

5.1. LES MICROORGANISMES CONTAMINANTS

5.1.1 Les bactéries

Les bactéries sont capables de s'adapter à des environnements très variés et parfois invraisemblables. Ainsi, il est possible de les rencontrer à des températures élevées (sources chaudes) mais aussi très basses (ex.: dans les glaciers), dans des milieux contenant très peu de nutriments. Elles peuvent également survivre à des pH extrêmes (eaux acides, lacs de soude) ou encore auprès de sources hydrothermales à des températures comprises entre 80 et 110°C (bactéries hyperthermophiles) par 2500 m de fond ou il règne des pressions de 250 atmosphères.

On a pour habitude de classer les bactéries en fonction de leur comportement vis-à-vis de l'oxygène.

-Les bactéries aérobies strictes en peuvent vivre qu'en présence d'oxygène. En industrie agroalimentaire, conditionnement sous vide ou sous atmosphère.

-Les bactéries anaérobies facultatives sont capables de se multiplier indifféremment en présence ou en absence d'oxygène.

-Les bactéries anaérobies strictes ne peuvent pas se développer en présence d'oxygène. Si le conditionnement sous vide ou sous atmosphère modifiée permet d'éliminer les bactéries aérobies, il favorise la multiplication des bactéries anaérobies.

Les bactéries dans des conditions favorables (température, pH, nutritif) sont capables de se multiplier rapidement. Ainsi, à 37°C toutes les 20-30 minutes, la population d'*Escherichia coli* est multipliée par deux. Ainsi, au bout de 24 heures, une bactérie aura donné naissance à $4,72 \times 10^{21}$ bactéries. Cependant, les bactéries se trouvent rarement dans les conditions optimales de croissance et le substrat nutritif s'épuise rapidement et la plupart des bactéries meurent. Cette

rapidité de multiplication permet aux bactéries de modifier leur patrimoine génétique et de s'adapter, par conséquent, à de nouveaux environnements. On parle alors de mutation. Ainsi, les bactéries peuvent acquérir rapidement une résistance aux antibiotiques utilisés par l'homme, ce qui peut par fois poser problème dans le monde hospitalier où se développe une flore résistante aux ATB même les plus complexes.

5.1.2. Les toxines

Les bactéries sous certaines conditions peuvent produire des toxines qui, même à faible dose, peuvent entraîner la mort lors de leur ingestion. Ces toxines peuvent résister aux traitements thermiques destinés à détruire les bactéries. Ce qui fait qu'un produit microbiologiquement correct peut être dangereux par la présence de toxine. Parmi les bactéries productrices de toxine, on peut citer *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et certaines souches d'*Escherichia coli*.

Certaines toxines sont synthétisées dans le produit alimentaire, d'autres ne le sont qu'une fois que la bactérie a été ingérée.

5.1.3. Les virus

Les virus sont des ARN ou ADN (molécules contenant l'information génétique) qui utilisent la machine cellulaire de l'hôte pour se multiplier. Ces molécules d'acide nucléique sont encapsidées (enveloppées d'une capsule protéique). Les virus pénètrent dans les cellules (animales, végétales ou bactériennes) et utilisent les enzymes de la cellule hôte pour synthétiser les protéines qui leur permettent de se multiplier. Les nouveaux virus vont quitter la cellule hôte pour coloniser d'autres cellules.

Comme pour les bactéries, cette multiplication rapide permet aux virus de s'adapter rapidement à l'environnement.

5.1.4. Les moisissures

Les moisissures appartiennent au groupe des Eucaryotes (l'ADN est contenu dans un noyau). Certaines espèces peuvent se développer dans conditions extrêmes (pH, température, AW). Leur croissance peut être très rapide (ex. *Rhizopus* s'accroît de 50 mm par 24 heures). Ces microorganismes produisent des spores qui leur permettent de survivre lorsque l'environnement est défavorable, mais aussi de coloniser d'autres substrats par l'intermédiaire de l'air. Les spores de moisissures sont les contaminants les plus fréquents de l'air.

5.2. SOURCES DE CONTAMINATIONS MICROBIENNES

La contamination peut avoir différentes origines comme l'environnement (air, eau, surface), le produit ou le personnel.

5.2.1. L'air

Les microorganismes sont présents dans l'air, notamment sous forme de spores bactériennes ou de moisissures, ce qui leur permet de survivre en attendant de se trouver dans un environnement favorable à leur croissance. Les bactéries sont en général associées à des particules inertes. La contamination du produit se fait par sédimentation de ces particules ou par impactage de ces particules sur le produit.

L'air est lui-même contaminé par le produit (ex. tranchage de produits alimentaires), le personnel ou encore l'eau (aérosolisation). Les systèmes de ventilation lorsqu'ils ne sont pas régulièrement nettoyés et désinfectés entraînent une contamination continue de l'air et donc de l'ensemble des locaux.

5.2.2. L'eau

Comme l'air l'eau peut apporter des bactéries au cours de la production (utilisation d'une eau contaminée lors de la fabrication) ou au cours des opérations de nettoyage et désinfection (contamination des surfaces de travail).

5.2.3. Les surfaces

Les surfaces de travail, restent, notamment en industrie agro-alimentaire, une source de contamination importante. Elles peuvent être elles-mêmes contaminées par l'air, le personnel, l'eau et le produit. Lorsque le produit alimentaire entre en contact avec une surface contaminée, la contamination microbiologique pourra être transférée de la surface vers le produit.

5.2.4. Le produit

Le produit lui-même, ou les matières premières entrant dans sa fabrication peuvent être à l'origine de la contamination d'autres produits. Ainsi, l'utilisation en industrie agro-alimentaire de matières premières contaminées entraîne la fabrication de denrées pouvant être impropres à la consommation car trop contaminées.

La contamination croisée d'un produit par un autre peut se faire par l'intermédiaire des surfaces. Par exemple, une lame de trancheur pourra être contaminée. Les produits tranchés ensuite seront contaminés par la lame.

5.2.5. Le personnel

L'homme est un vecteur de contamination important. En effet, la peau est recouverte de milliard de bactéries et comme l'être humain génère en permanence des particules (peau, cheveux, particules émises lors de l'expiration,...) il contamine en permanence l'air et par conséquent le produit.

5.3. PRINCIPALES CONTAMINATIONS

Le risque lié à la contamination biologique dépend du produit fabriqué ainsi que des traitements qu'il subira après cette contamination. Ainsi, en pharmacie, pour un produit injectable il ne sera

toléré aucune contamination microbienne alors que celle d'un fromage pourra être beaucoup plus important sans pourtant être dangereuse.

Les conséquences d'une bio-contamination sont de deux ordres:

- Conséquences pour le produit : altération du produit.
- Conséquences pour l'homme : présence de microorganismes pathogènes pour le consommateur (ex : *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*).

- **En milieux industriels**

5.3.1. L'industrie pharmaceutique

Cette industrie doit mettre sur le marché des produits exempts de contamination (solutés injectables). Ceci est d'autant plus important que les médicaments s'adressent à des "malades" dont les défenses contre les microorganismes peuvent être affaiblies. La fabrication et le conditionnement des produits se déroulent donc dans des conditions d'asepsie très strictes.

L'industrie pharmaceutique doit donc lutter contre la contamination (même pour les produits non injectables). En effet, cette bio contamination, sans être dangereuse pour l'homme, peut être à l'origine de l'altération du produit (fermentation,...).

5.3.2. L'industrie électronique

Les produits fabriqués par cette industrie se sont considérablement miniaturisés. Aussi, sur une très faible surface, sont présents de nombreux éléments et circuits de quelques mm. Une bactérie face à certains de ces éléments peut apparaître comme un "géant". Sa présence sur un circuit peut entraîner sa "coupure". Inversement, un microorganisme peut relier entre des éléments qui ne devraient pas l'être.

5.3.3. L'industrie agroalimentaire

Dans cette industrie, le produit alimentaire est en général lui même une source de contamination, ce qui rend la lutte antimicrobienne plus difficile. C'est pourquoi à l'exception de certains produits (lait UHT,...), un certain taux de contamination peut être toléré (Arrêté du 21 décembre 79). De plus, la présence de microorganismes peut être volontaire (produits fermentés comme le yaourt ou le saucisson sec).

Cependant, la présence de certains microorganismes peut être néfaste pour le produit (altération du produit et de ses propriétés organoleptiques), mais aussi pour le consommateur (présence de bactéries pathogènes comme *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*).

5.3.4. Milieux hospitaliers

Le secteur hospitalier doit également lutter contre les bio-contaminations. En effet, les malades sont plus sensibles aux agents infectieux. De fait, ils peuvent acquérir au cours de leur

hospitalisation une infection, on parle alors d'infection nosocomiale. Celle-ci peut se révéler après le séjour à l'hôpital ou pendant l'hospitalisation.

Ces infections nosocomiales entrent un surcoût pour l'hôpital et la société. En effet, des études récentes montrent que les infections prolongent le séjour hospitalier de 4 jours en moyenne.

5.4. MISE EN EVIDENCE DE LA BIOCONTAMINATION

5.4.1. Contamination du produit

Les micro-organismes sont mis en évidence par les techniques classiques de microbiologie : cultures sur milieux nutritifs, pouvant être sélectifs pour certaines espèces bactériennes. La présence de toxines peut être révélée par des méthodes immuno-enzymatiques de type ELISA (anticorps spécifiques d'une toxine donnée).

5.4.2. Contamination de l'air

La contamination de l'air peut être mesurée par prélèvement de l'air et impactage des particules présentes dans cet air sur un milieu nutritif. Les bactéries cultivables donneront naissance à des colonies qui seront dénombrées. Le prélèvement peut également être effectué par sédimentation.

5.4.3. Contamination des surfaces

La contamination des surfaces peut être estimée à l'aide de supports gélosés (nutritifs) que l'on applique sur la surface et que l'on incube à une température adéquate.

5.5. Désinfection des locaux (voir cours Microbiologie Industrielle)

La contamination biologique est très diversifiée (bactéries pathogènes, d'altération, virus, moisissures,...) et peut avoir des conséquences importantes tant sur le plan économique que sur le plan de la santé humaine. C'est pourquoi les industriels de différents secteurs (agro-alimentaire, pharmacie, micro-électroniques,...) recherchent des moyens de réduction, voire d'éliminer cette contamination. Cette lutte peut être préventive comme le traitement de l'air par filtration ou le traitement de l'eau ou encore l'utilisation de matières premières faiblement contaminées. Le choix des matériaux en contact avec le produit joue également un rôle important dans cette lutte. Ceux-ci doivent être non seulement facilement nettoyables, mais également défavorables à l'adhésion bactérienne.