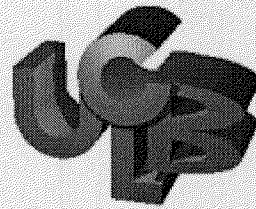


ensib

Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques



Université
Claude Bernard
Lyon I

DESS Informatique Documentaire

Rapport de recherche bibliographique

**Influence des paramètres d'action sur la croissance
des micro-organismes en entreprise agroalimentaire :**

Résistance des micro-organismes impliqués
dans les accidents de fabrication
ou les toxi-infections alimentaires

Audrey BOTTERO

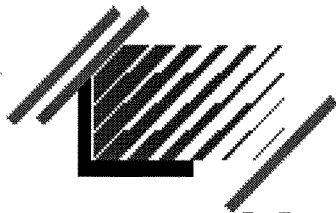
Sous la direction de

Joseph PERRIER

Université Claude Bernard
Laboratoire de Microbiologie Industrielle et Appliquée

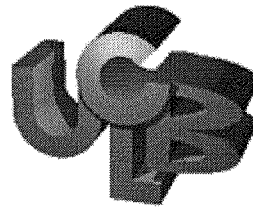
Année 1999





ensib

Ecole Nationale Supérieure
des Sciences de l'Information
et des Bibliothèques



Université
Claude Bernard
Lyon I

DESS Informatique Documentaire

Rapport de recherche bibliographique

**Influence des paramètres d'action sur la croissance
des micro-organismes en entreprise agroalimentaire :**

Résistance des micro-organismes impliqués
dans les accidents de fabrication
ou les toxi-infections alimentaires

Audrey BOTTERO

Sous la direction de

Joseph PERRIER

Université Claude Bernard
Laboratoire de Microbiologie Industrielle et Appliquée

Année 1999

1999
10
1

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
RESUME	ERREUR! SIGNET NON DÉFINI.
SUMMARY	3
METHODOLOGIE DE RECHERCHE	4
I. SUR BASES DE DONNÉES.....	4
II. SUR CD-ROM.....	6
III. SUR INTERNET	8
IV. ESTIMATION DU TEMPS PASSE A LA RECHERCHE ET DU COÛT.....	9
NOTE DE SYNTHÈSE	11
I. MICRO-ORGANISMES IMPLIQUÉS DANS L'ALTÉRATION ET LA CONTAMINATION D'ALIMENTS.....	11
A. <i>Origine des micro-organismes indésirables dans les aliments</i>	11
B. <i>Altération des aliments</i>	11
C. <i>Toxi-infections alimentaires</i>	13
II. TYPES DE RÉSISTANCES DÉVELOPPÉES	14
A. <i>Résistance à la température</i>	14
B. <i>Résistance aux agents chimiques</i>	14
III. LÉGISLATION	15
A. <i>Déclaration des toxi-infections alimentaires collectives en France</i>	15
B. <i>Normes</i>	16
IV. ANNEXE : LE HACCP ET SON INTÉRÊT DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE.....	21
BIBLIOGRAPHIE	22
I. ARTICLES	22
II. CONFÉRENCE	25
III. MONOGRAPHIES	25
IV. MOTEUR DE RECHERCHE SPÉCIALISÉ.....	26
V. SITES INTERNET	26
VI. LOCALISATION DES PÉRIODIQUES CITÉS.....	29
A. <i>Région lyonnaise</i>	29
B. <i>Hors région lyonnaise</i>	31
ANNEXE 1 : DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES D'ACTION IMPLIQUÉS DANS LA VIE DES MICRO-ORGANISMES	34
I. SOURCES D'ÉNERGIE ET DE CARBONE	34
II. SOURCES D'AZOTE	34
III. CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES.....	34
ANNEXE 2 : PROCESSUS DE DÉSINFECTION ET DE STÉRILISATION UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE	37
I. AGENTS PHYSIQUES	37
II. AGENTS CHIMIQUES	39

RÉSUMÉ

Dans l'industrie agroalimentaire, une attention constante doit être portée sur tout ce qui peut être en contact direct avec les aliments. Cependant, certains micro-organismes, dont la croissance peut se faire dans des conditions physico-chimiques particulières ou extrêmes, résistent aux processus de désinfection et de stérilisation. Ces micro-organismes (bactéries, levures, champignons, virus) peuvent causer une altération des aliments ou être impliqués dans des toxi-infections alimentaires. De l'usine au consommateur, quelles en sont les conséquences ?

DESCRIPTEURS :

micro-organisme, pathogène
résistance
industrie agroalimentaire
altération des aliments, moisissure
contamination des aliments
toxi-infection alimentaire, botulisme, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli O157:H7*
contrôle des aliments
sécurité alimentaire

SUMMARY

In food industry, a constant attention must be paid to everything that can be connected with food. However some microorganisms, whose growth can be done in particular or extreme physicochemical conditions, resist to disinfection and sterilization processes. These microorganisms (bacteria, fungi, yeasts, viruses) can cause food spoilage or be involved in food poisonings. From the factory to the consumer, what are the consequences ?

KEY WORDS :

microorganism, pathogene
resistance
food industry
food spoilage, mould
food contamination
food poisoning, botulism, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli O157:H7*
food control
food safety

MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Pour les recherches sur bases de données et sur CD-ROM, les références ont été sélectionnées d'après les parties soulignées des équations de recherche.

I. SUR BASES DE DONNÉES

Pour cette recherche, j'ai utilisé le mode *DialIndex* du serveur de bases de données DIALOG. Ce mode permet l'interrogation simultanée de plusieurs bases de données sélectionnées par des acronymes définis sur DIALOG *OneSearch*. *OneSearch* est un catalogue des catégories de bases de données auxquelles sont associés ces acronymes.

Les mots clés que j'ai utilisés ont dans un premier temps été définis en langage courant, puis dans un deuxième temps d'après les descripteurs associés aux références obtenues à l'aide des premiers mots clés.

Afin de délimiter correctement la recherche, j'ai déterminé trois axes :

- Recherche fondamentale :

Pour cet axe, j'ai sélectionné les acronymes BIOCHEM pour *Biochimie*, BIOTECH pour *Biotechnologies* et BIOBUS pour *Industrie biotechnologique*.

Interrogation de *DialIndex* :

```
sf BIOCHEM,BIOTECH,BIOBUS  
s food(w)poisoning
```

A partir de cette interrogation, j'ai sélectionné les bases de données suivantes sur le nombre de réponses fournies :

- ⇒ ToxLine, n° 156 : Informations sur les effets toxicologiques de différents agents sur les organismes vivants.
- ⇒ MedLine, n° 155 : Base de données internationale recouvrant tous les domaines de la médecine.
- ⇒ EMBase, n°73 : Littérature internationale sur la pharmacologie et la médecine humaine.
- ⇒ JICST-EPlus, n° 94 : Littérature japonaise couvrant les sciences, les technologies et la médecine.
- ⇒ CAB Health, n° 162 : Littérature internationale sur la santé humaine et les maladies.

Equations de recherche :

S1	11299	FOOD AND (COMMUNICABLE(W)DISEASE? OR DISEASE(W)RESER VOIR OR INFECTIOUS(W)DISEASE)
S2	5062	FOOD(S)MICROBIOLOGY AND PATHOGEN?
S3	9055	FOOD(W)INDUSTRY
S4	98955	FOOD(S)(CONTAMINAT? OR POISON? OR SPOILAGE)
S5	96720	RESISTANCE(S)(MICROORGANISM OR MICROB? OR GERM? OR BACTER?)
S6	126841	ANTIBACTERIAL(W)AGENTS OR DISINFECT? OR STERILIZ? OR ASEPTICIZ?
S7	880	S1 AND S2
S8	1748	S3 AND S4
S9	208112	S5 OR S6
<u>S10</u>	<u>26</u>	<u>S7 AND S8</u>
<u>S11</u>	<u>5</u>	<u>S9 AND S10</u>
<u>S12</u>	<u>5</u>	<u>(S10 OR S11) AND (PY=1996 OR PY=1997 OR PY=1998)</u>
S13	5	RD (unique items)

• Conséquences industrielles :

Pour cet axe, j'ai sélectionné les acronymes AGRIBUS pour *Industrie agroalimentaire* et FOODSCI pour *Sciences de l'alimentation*.

Interrogation de *DialIndex* :

sf AGRIBUS, FOODSCI

s food(w)poisoning or food(w)damag?

A partir de cette interrogation, j'ai sélectionné les bases de données suivantes sur le nombre de réponses fournies :

- ⇒ FoodLine, n° 53 : Informations techniques sur l'industrie agroalimentaire.
- ⇒ Biosis Previews, n° 5 : Littérature et publications de recherche mondiales sur la biologie et la médecine.
- ⇒ CAB Abstracts, n° 50 : Informations sur l'agriculture et la biologie.
- ⇒ Food Science and Technology Abstracts, n° 51 : Informations sur les sciences de l'alimentation, les produits alimentaires et les procédés de l'industrie agroalimentaire.
- ⇒ Agricola, n° 10 : Littérature mondiale sur l'agriculture et les sujets associés.

Equations de recherche :

S1	56803	FOOD(W)INDUSTRY OR FOOD(W)PROCESSING(W)INDUSTRY
S2	1228	INDUSTRIAL(W)MICROBIOLOGY
S3	6025	FOOD(W)TECHNOLOGY
S4	1064	FOOD(W)CONTROL
S5	56511	FOOD(N)(CONTAMIN? OR POISON? OR SPOIL?)
S6	73923	DISINFECT? OR STERILIZ? OR ASEPTICIZ?
S7	11332	SPECIFICATIONS
S8	1846	PROCESSING(S)(ACCIDENT OR INCIDENT OR EVENT)
S9	34	S1 AND S2
<u>S10</u>	<u>8</u>	<u>S3 AND S4</u>
<u>S11</u>	<u>12</u>	<u>S5 AND S8</u>
S12	0	S7 AND S11
<u>S13</u>	<u>1</u>	<u>S6 AND S10</u>
<u>S14</u>	<u>6</u>	<u>(S9 OR S11 OR S13 OR S10)AND (PY=1996 OR PY=1997 OR PY=1998)</u>
S15	6	RD (unique items)

- Aspects juridique et législatif :

Pour cet axe, j'ai sélectionné l'acronyme LAW pour les informations sur la législation.

Interrogation de *DialIndex* :

sf LAW

s food(w)industry

A partir de cette interrogation, j'ai sélectionné les bases de données suivantes sur le nombre de réponses fournies :

- ⇒ PAIS International, n° 49 : Index mondial de la littérature sur les finances, l'économie, les lois, les relations internationales,...
- ⇒ IAC Newsearch, n° 211 : Sélection d'articles, monographies, ... sur 1700 journaux, magazines, périodiques.
- ⇒ Accounting and Tax Database, n° 485 : Articles de journaux financiers.

Equations de recherche :

S1	2273	FOOD(W)INDUSTRY
S2	4623	PUBLIC (W)HEALTH
S3	8	FOOD(W)CONTROL
S4	300	FOOD(W)SAFETY
S5	1492	QUALITY(W)ASSURANCE
S6	58	TEXT(W)BOOK
S7	40265	EUROPEAN
S8	38889	UNION
S9	6233	EUROPEAN(W)UNION
S10	4294	DIRECTIVE?
S11	9270	INSTRUCTION?
S12	79450	LINE?
S13	1136	(EUROPEAN(W)UNION) AND (DIRECTIVE? OR INSTRUCTION? OR LINE?)
S14	2395	DECREE?
S15	26730	RESPONSIBILITY
S16	3	S1 AND S3
S17	34	S2 AND S4
S18	0	S6 AND S 14
S19	60	S15 AND S1
S20	13	S17 AND S1
S21	4	(S6 OR S13 OR S14) AND S4
<u>S22</u>	<u>6</u>	<u>S17 AND S15</u>
S23	63	(S17 OR S19 OR S20 OR S21 OR S22) AND (PY=1996 OR PY=1997 OR PY=1998)
S24	62	RD (unique items)
<u>S25</u>	<u>9</u>	<u>S24 AND FOOD(W)(POISON? OR CONTAMIN? OR SPOIL?)</u>

II. SUR CD-ROM

J'ai choisi de faire ces interrogations en plusieurs étapes ne se recoupant pas entre elles car les résultats obtenus étaient d'assez petite taille pour que je puisse les étudier plus en détail, ce que ne me permettait pas la recherche en mode *DialIndex* sur DIALOG.

Ces recherches ont été effectuées afin de compléter et peut-être d'affiner les résultats obtenus sur DIALOG

- Biosis :

Il s'agit de la base de données correspondant aux Biological Abstracts, qui couvrent l'ensemble des sciences de la vie.

Equations de recherche :

3	19	FOOD POISONING
6	101	FOOD CONTAMINATION
<u>7</u>	<u>3</u>	<u>#3 and #6</u>
3	4	FOOD TECHNOLOGY
6	5	FOOD CONTROL
9	60	FOOD SAFETY
<u>10</u>	<u>1</u>	<u>(#3 or #6) and #9</u>
9	60	FOOD SAFETY
15	1733	PUBLIC HEALTH
<u>16</u>	<u>13</u>	<u>#15 and #9</u>
3	21	FOOD SPOILAGE
4	1623	MICROBIOLOGY
<u>5</u>	<u>9</u>	<u>#3 and #4</u>

- EMBase :

Il s'agit de la base de données correspondant à Excerpta Medica, qui couvre l'ensemble du domaine biomédical.

Equations de recherche :

3	129	FOOD POISONING
6	571	FOOD CONTAMINATION
9	37	FOOD SPOILAGE
12	74	FOOD TECHNOLOGY
15	1453	ANTIINFECTIVE AGENT
18	228	FOOD SAFETY
19	305	DISINFECTION
20	351	STERILIZATION
<u>21</u>	<u>29</u>	<u>#3 and #6</u>
3	129	FOOD POISONING
6	571	FOOD CONTAMINATION
9	37	FOOD SPOILAGE
12	74	FOOD TECHNOLOGY
21	29	#3 and #6
<u>23</u>	<u>1</u>	<u>#9 and #12</u>
3	37	FOOD SPOILAGE
6	74	FOOD TECHNOLOGY
12	228	FOOD SAFETY
13	305	DISINFECTION
14	351	STERILIZATION
15	29	(FOOD POISONING) and (FOOD CONTAMINATION)
17	1	#3 and #6
<u>19</u>	<u>3</u>	<u>(#13 or #14) and #12</u>
3	212	FOOD INDUSTRY
6	228	FOOD SAFETY
<u>7</u>	<u>17</u>	<u>#3 and #6</u>

III. SUR INTERNET

Pour les recherches sur Internet, je me suis servie des différents outils de recherche à ma disposition, pour obtenir des résultats en quantité et qualité diverses.

- Index :

AltaVista en mode *Recherche avancée* :

Secteur : food industry

Equation de recherche : food AND (spoilage OR contamination)

Date de début des recherches : 1996

Refine : *Exclude* : Waste, Environmental, Pesticides ,Toxic, Contaminants, Water, EPA, Agriculture, Consumers, Grounwater, Inspection

Refine : *Require* : Spoilage, Contamination

Le nombre de résultats obtenus était très important après le premier *Refine* (de l'ordre de la centaine de milliers), puis assez faibles après le deuxième, avec des références qui n'entraient pas toujours dans mon sujet. Néanmoins, j'ai pu trouver de nombreuses choses intéressantes, et cette partie de ma recherche sur Internet est la plus importante en quantité.

J'ai ensuite lancé des recherche sur **Excite**, **Infoseek** et **Lycos** mais sans obtenir de résultats supplémentaires.

- Annuaire :

Nomade :

⇒ en mode *Recherche* : agroalimentaire → Résultat : moteur de recherche **Agrimonde**

⇒ en recherche directe pour aller sur le site du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche :

Etat et Service public → France → Ministères et Administrations → Ministère de l'Agriculture et de la Pêche → Alimentation

La recherche sur **Yahoo** s'est déroulée de la même manière.

Les annuaires sont intéressants dans la mesure où ils permettent d'obtenir des renseignements d'ordre général, mais pas pour des recherches spécialisées approfondies.

- Moteurs spécialisés :

NorthernLight en mode *PowerSearch* :

Equations de recherche : food contamination puis food spoilage

Date de début des recherches : 01/01/1996

Secteur industriels : Santé et Médecine, Agroalimentaire

Types de sites : Educatifs, Non commerciaux, Militaires, Gouvernementaux

Malgré le peu de résultats cités dans la bibliographie, je pense que ce sont les plus pertinents que j'ai trouvés sur Internet.

- Méte Moteurs :

Je n'ai rien obtenu sur **Debriefing**, et uniquement un site sur **Metacrawler**. Je pense que ce type d'outils n'est pas adapté à des recherches dans des domaines précis.

IV. ESTIMATION DU TEMPS PASSE A LA RECHERCHE ET DU COUT

- Estimation du temps passé sur Internet :

Nomade	1 h
AltaVista , Recherche	4 h (problèmes avec les <i>Refine</i> et la mémorisation des sites)
AltaVista , Tri des sites	2 h
NorthernLight	1 h 30 (Recherche et tri)
Autres	2 h
TOTAL	11 h environ

- Estimation du temps passé sur DIALOG :

Environ 3 h, réparties sur 4 consultations :

⇒ Première consultation, recherches générales sur les bases 5, 10, 50, 51, 53 (problème au niveau de l'enregistrement des données), 73, 94, 155, 156, 162 → 60 mn.

⇒ Deuxième consultation, pour reprendre les données non enregistrées sur les bases 5, 10, 50, 51, 53 → 40 mn.

Ces deux visites sur le serveur avaient pour but la re-détermination des mots clés d'après ceux utilisés dans les articles.

⇒ Troisième consultation, recherche avec les équations citées plus haut sur les bases 5, 10, 50, 51, 53, 73, 94, 155, 156, 162 → 50 mn.

⇒ Quatrième consultation sur les bases juridiques 49, 211, 485 → 30 mn.

Au total : environ 3 h passées sur DIALOG.

- Estimation du coût de la recherche sur DIALOG :

Nom de la base	Numéro	Coût de connexion par base en \$	Nombre de références par base	Coût par référence format 5 en \$
<i>DialIndex</i>	411	2,73		
Connexion sur le serveur	/	2,94		
Tymnet	/	16,80		
Biosis Previews	5	14,39	27	1,55
Agricola	10	2,88	1	1,20
CAB Abstracts	50	4,28	6	1,50
Food Science and Technology Abstracts	51	2,30	4	1,60
FoodLine	53	1,44	15	1,60
EMbase	73	5,59	13	2,05
JICST-EPlus	94	4,29	0	1,15
MedLine	155	4,13	0	0,20
ToxLine	156	3,48	17	0,75
CAB Health	162	1,43	0	1,60
PAIS International	49	1,13	3	1,05
IAC NewSearch	211	2,14	9	2,10
Accounting and Tax Database	485	1,51	0	2,50
TOTAUX PARTIELS	/	71,46	97	143,90

COUT TOTAL FINAL : 251,36\$

Rendement de la recherche : 97 références achetées, 29 références utilisées → R=30%

Lors des troisième et quatrième interrogations, c'est-à-dire celles à partir desquelles j'ai sélectionné les articles, certaines bases ne m'ont donné aucun résultat.

Il s'agit d'une estimation et non pas des coûts réels.

D'autre part, il faut préciser que les prix cités sont ceux accordés à l'ENSSIB et à l'URFIST, qui sont des prix à tarif préférentiel. Les prix réels sur DIALOG sont en réalité beaucoup plus élevés.

NOTE DE SYNTHÈSE

I. MICRO-ORGANISMES IMPLIQUÉS DANS L'ALTÉRATION ET LA CONTAMINATION D'ALIMENTS

A. Origine des micro-organismes indésirables dans les aliments

Ces micro-organismes ont deux origines possibles :

- ◇ Ils peuvent préexister dans la matière brute ou l'aliment avant toute manipulation ou transformation. Dans ce cas, ils peuvent soit faire partie de la flore microbienne de leur hôte, soit être pathogènes.
- ◇ Ils peuvent être apportés accidentellement lors des manipulations ultérieures de l'aliment. Cet apport peut venir soit d'une mauvaise stérilisation des instruments, soit des manipulateurs par l'intermédiaire de la peau, de la bouche (éternuements,...) et des vêtements, soit des poussières de l'air, soit des insectes qui peuvent toucher les aliments.

B. Altération des aliments

cf. site A, p27

Les micro-organismes impliqués dans certaines altérations peuvent aussi être utilisés dans certains processus de fabrication : par exemple, *Penicillium roqueforti* est indispensable dans la fabrication d'un fromage, mais produit des moisissures indésirables sur de nombreux aliments, de même, *Lactobacillus* est utilisé dans l'industrie laitière, mais y est également néfaste...

1) Les viandes et volailles

Du fait de leur richesse en nutriments, de leur pH et de leur humidité élevées¹, les viandes fraîches constituent un « milieu de culture » idéal pour la plupart des micro-organismes : aérobies en surface, anaérobies stricts ou facultatifs en profondeur.

Cependant, dès l'abattage, ces paramètres évoluent, ce qui se traduit par une évolution de la viande : abaissement du pH et attendrissement. Il s'agit du mûrissement, favorable au consommateur et recherché par le boucher.

Cette évolution est fonction de la température, et on peut distinguer trois cas :

- Entre 25 et 40°C : La croissance de la flore aérobie est limitée; par contre, la flore anaérobie, principalement composée de *Clostridium* et d'entérocoques, prolifère très vite. Ces bactéries ont une activité protéolytique très intense, le tissu devient spongieux et malodorant, et la couleur passe du rouge au lilas puis au gris.
- Entre 15 et 25°C : Les conditions sont moins favorables à la flore anaérobie, avec tout de même une activité non négligeable d'entérocoques et de *Lactobacillus*. Par contre, la flore aérobie, composée de *Pseudomonas*, *Brochothrix* et *Micrococcus*, se développe bien et provoque des altérations en surface.
- Après réfrigération : cf. article 23, p 24
Elle se fait de suite après l'abattage.

¹ cf. Annexe 1, C. Conditions physico-chimiques, p 34

Si la surface de la viande est sèche, les moisissures se développent préférentiellement, causant l'apparition de tâches blanches (*Sporotrichum canis*), vertes (*Penicillium*) ou noire (*Cladosporium herbarum*), ainsi que des odeurs et une saveur anormales.

Si la surface de la viande est humide, ce sont les bactéries psychrotrophes qui prolifèrent : *Pseudomonas*, *Micrococcus*,... La viande devient visqueuse et présente une odeur anormale, puis se couvre progressivement d'une couche poisseuse, prend une couleur grisâtre et devient rance : on parle de surissement de la viande.

Parfois, les germes d'altération peuvent provenir de l'alimentation des animaux : on peut citer les aflatoxines produites par *Aspergillus flavus* et présentes dans les cacahuètes, qui inhibent bon nombre d'enzymes et provoquent la mort des volailles contaminées par une alimentation à base de ces cacahuètes (cf. article 21, p 24).

2) Les poissons et produits marins

Cf. site F, p 27

Les poissons possèdent une flore microbienne commensale particulièrement bien adaptée aux conditions marines.

Cependant, dès la mort du poisson, les espèces évoluent différemment car de nouvelles conditions de milieu sont créées. En général, l'espèce qu'on retrouve le plus souvent au bout de quelques jours est *Pseudomonas putrefaciens*. Les produits du métabolisme de cette flore d'altération donnent des odeurs particulières.

L'altération part du milieu intestinal vers la peau, puis atteint les muscles. Ce processus est assez long, mais se fait même si le poisson est immédiatement réfrigéré.

3) Le lait

La flore microbienne du lait est très variée. La flore originelle est constituée de streptocoques et lactobacilles. Le lait peut être contaminé par des micro-organismes provenant de l'environnement, du matériel de traite ou des matières fécales, mais aussi par des germes pathogènes pour l'homme.

L'altération peut se faire suivant trois processus :

- Fermentation lactique : Elle conduit à la coagulation du lait, et est provoquée par *Streptococcus lactis* entre 10 et 37°C, et par *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* au dessus de 37°C.
- Protéolyse : Elle est provoquée par *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*,... lorsque le lait est réfrigéré.
- Lipolyse : Les globules graisseux du lait sont dégradés par *Bacillus cereus* et certains *Pseudomonas*, donnant une odeur de rance.

4) Les fruits et légumes

La flore microbienne est surtout composée de bactéries de l'environnement et parfois, de manière exceptionnelle, de pathogènes provenant du fumier, de l'eau,...

Les altérations d'origine bactérienne concernent essentiellement les légumes, dont le pH est proche du pH d'action des bactéries. Ce sont généralement des altérations atteignant simultanément racines et tubercules.

Les altérations d'origine fongique atteignent les fruits et les légumes. Le développement de leur mycélium entraîne l'apparition de zones colorées, puis la dissociation des tissus sous-jacents. On peut citer comme exemple *Alicyclobacillus terrestris*, une bactérie thermoacidophile capable de sporuler.

Ces altérations, si elles affectent la valeur marchande des produits, sont rarement dangereuses pour l'homme, à l'exception des mycotoxines parfois produites lors des développements mycéliens.

C. Toxi-infections alimentaires

De nombreux micro-organismes élaborent des poisons qui sont létaux ou toxiques pour l'organisme et qu'on appelle des toxines. On distingue habituellement les toxines protéiques ou exotoxines (libérées dans le milieu par les micro-organismes producteurs), et les toxines glucido-lipido-polypeptidiques ou endotoxines (qui sont des constituants des corps microbiens).

On distingue deux types de toxi-infections : celles dues simultanément au pouvoir invasif et aux toxines des bactéries, et celles dues aux toxines, sans que le germe soit forcément présent, aussi appelées intoxications.

1) Toxi-infections bactériennes

- Action par le pouvoir invasif : Exemple de l'*Escherichia coli* entérohémorragique ou EHEC (cf. articles 2,3,4, p 22)

Ces bactéries constituent un groupe dont la pathogénicité est associée aux mécanismes d'adhérence à la muqueuse digestive et à la sécrétion d'une entérotoxine : la vérotoxine. L'incubation est de 2 à 5 jours.

Cette infection se manifeste par de fortes crampes abdominales, une diarrhée simple ou sanglante, peu ou pas fébrile, associée à un syndrome hémolytique et urémique. Des vomissements peuvent éventuellement survenir. Chez les sujets les plus jeunes, des complications peuvent apparaître (insuffisance rénale aiguë, anémie hémolytique,...). D'autre part, il n'existe pas de traitement spécifique : il faut réhydrater le malade et empêcher une surinfection.

Les aliments associés à ce type d'infection sont principalement d'origine bovine, ou simplement des produits frais. On parle souvent de *syndrome du hamburger ou du barbecue*, car les viandes mal cuites en sont plus particulièrement la cause.

Le sérotype le plus fréquemment en cause est O157 :H7.

- Sécrétion d'entérotoxines : Exemple du *Bacillus cereus* (cf. articles 1, p 22 et 12, p 23)

On reconnaît deux souches de cette bactérie par leurs effets.

L'une sécrète une toxine émétique responsable de vomissements, les symptômes sont de fortes nausées et des vomissements, et apparaissent une demi-heure à six heures après l'ingestion.

L'autre sécrète une toxine diarrhéigène, dont les symptômes (diarrhées, crampes abdominales) surviennent après six à quinze heures d'incubation.

En outre, cette bactérie est capable de sporuler, elle se montre donc résistante à de nombreux processus de désinfection.

Ces deux souches peuvent coexister dans un même aliment. Les aliments incriminés sont variés : viandes, soupes, légumes, produits laitiers.

- Sécrétion d'une toxine neurotrope : Exemple du *Clostridium botulinum* (cf. article 8 et 9, p 22, site H, p 27)

Le *Clostridium botulinum* regroupe en fait plusieurs types de *Clostridia* (sérotypes A, B, C, D, E, F, G), dont les souches A, B, E, F sont responsables du botulisme chez l'homme, qui sécrètent des neurotoxines très actives (sept toxines différentes ont été décomptées). Celles-ci agissent au niveau des jonctions neuromusculaires. Ces neurotoxines semblent posséder la toxicité la plus élevée parmi tous les poisons et toxines existants.

Ces *Clostridia* sont anaérobies et produisent des spores thermorésistants, mais sont sensibles aux pH acides.

Après un temps d'incubation variable (deux à vingt-quatre heures), des symptômes caractéristiques apparaissent : sécheresse buccale, vision double, paralysie musculaire, difficultés respiratoires et, plus classiquement, des nausées, vomissements et diarrhées. En l'absence de traitement, l'infection peut être fatale (25 à 67% de mortalité selon la sensibilité du malade à l'infection).

Les aliments porteurs du germe sont souvent des conserves insuffisamment stérilisées et les poissons fumés

2) Infections d'origine virale

Plusieurs types de virus peuvent se transmettre par les aliments, c'est le cas de l'hépatite A, des gastro-entérites virales, de la poliomyélite...

3) Toxi-infections fongiques

Certains champignons d'altération peuvent produire des mycotoxines dangereuses pour l'homme, qui s'attaquent généralement au système nerveux ou aux muscles.

Ces toxines peuvent aussi avoir un effet carcinogène, leur présence dans les aliments est donc surveillée de près.

4) Infections parasitaires

Ces infections ne sont pas forcément des toxi-infections ; elles sont causées par des animaux de type nématodes (vers rond), plathelminthes (vers plats), protozoaires, eucaryotes photosynthétiques, Dinoflagellés des coquillages,... Dans le cas de réelles toxi-infections parasitaires, les troubles qu'elles provoquent s'apparentent tout à fait à des toxi-infections bactériennes.

II. TYPES DE RÉSISTANCES DÉVELOPPÉES

A. Résistance à la température

Le bacille *Alicyclobacillus terrestris*, retrouvé entre autres dans l'altération des jus de fruits, est un bon exemple de phénomène de résistance : en effet, ses capacités à sporuler lui confèrent un caractère thermorésistant.

A haute température, les spores ne sont pas affectés même à des pH acides, ce qui pose un problème dans l'industrie des jus de fruits car la méthode de stérilisation couramment utilisée est la pasteurisation² (cf. article 6, p 22).

Toujours dans le domaine des fruits et légumes, le champignon *Talaromyces flavus* présente lui aussi un caractère de thermorésistance grâce à ses ascospores, et ce jusqu'à 90 à 100°C (cf. article 11, p 23).

La sporulation est donc probablement la meilleure arme des micro-organismes pour résister à des conditions physiques difficiles.

B. Résistance aux agents chimiques

- Aux ammoniums quaternaires³ : Plusieurs bactéries présentent une résistance à ce type de désinfectant : des staphylocoques et des pseudomonades. Cette résistance est régulièrement retrouvée dans ce type de bactéries en contact avec les aliments (cf. article 15, p 23).

² cf. Annexe 2, A. Agents physiques, 1. La température, p 37

³ cf. Annexe 2, B. Agents chimiques, p 39

- A l'acide lactique⁴ : Les décontaminations des viandes à l'acide lactique semblent aider les pathogènes à s'adapter ce milieu. En effet, de nombreuses bactéries (*Escherichia coli* 0157:H7, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella typhimurium*...) semblent aisément survivre à ce procédé, et ce à des pH assez bas (cf. article 5, p 22).

Les micro-organismes possèdent déjà des facultés naturelles d'adaptation à certains milieux, la frontière entre ces facultés et le développement de résistances est souvent floue. De plus, entre espèces voisines, il n'est pas rare que les facultés de résistance se transmettent, ce qui a pour conséquence d'augmenter un peu plus le potentiel de chaque espèce.

Plusieurs recherches effectuées afin de trouver des composants chimiques supplémentaires pour lutter contre les contaminations microbiennes laissent finalement entendre qu'il y aura toujours des résistances développées à n'importe quel composé, ce qui pose de graves problèmes d'hygiène et économiques. Au contraire, comme cela se produit avec les antibiotiques, plus il y aura de nouveaux produits, plus il y aura de micro-organismes capables de leur résister (cf. articles 14 et 16, p 23).

III.LÉGISLATION

A.Déclaration des toxi-infections alimentaires collectives en France

D'après les articles 27 et 28, p 24 : MALVY, D.; DJOSSOU, F.; LE BRAS, M. .Collective food toxi-infections (first part and second part)

Les Toxi-Infections Alimentaires Collectives, ou T.I.A.C., sont fréquentes et parfois graves. Elles représentent un véritable problème de santé publique et sont, de ce fait, incluses parmi les maladies transmissibles à déclaration obligatoire.

Un foyer de T.I.A.C. est défini par l'apparition d'au moins deux cas d'une symptomatologie, en général digestives, dont on peut rapporter la cause à une même origine alimentaire. Ce type d'infection peut survenir autant en milieu familial qu'en milieu collectif : crèches, écoles, hôpitaux, restaurants de collectivité,...

Confirmation et déclaration :

- Confirmer l'existence du foyer de T.I.A.C. et préciser le diagnostic : apparition brutale, regroupement des cas dans le temps et dans l'espace, notion de repas commun entre les malades. Le diagnostic sera confirmé par des prélèvements sur les malades.
- Déclaration à la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (D.D.A.S.S.), par l'intermédiaire d'une fiche spécifique.

Recherches à pratiquer :

- Enquêtes épidémiologiques qui permettent :
 - ⇒ la description du phénomène et les circonstances de l'incident;
 - ⇒ la détermination de l'origine du germe;
 - ⇒ l'orientation ou la confirmation des analyses microbiologiques effectuées.
- Prélèvements supplémentaires sur les malades.
- Enquête sanitaire pour la mise en place de mesures préventives.

Le botulisme a un statut particulier dans les toxi-infections alimentaires collectives : en effet, sa déclaration est obligatoire même si un seul malade est atteint.

⁴ cf. Annexe 2, B. Agents chimiques, p 39

B.Normes

Cf. Livre IV, p 26 : « Mémento technique de microbiologie »

L'environnement que dessert l'ISO évoluant en permanence, il a fallu s'adapter aux nouvelles exigences relatives aux normes et aux documents apparentés qui seront utilisés par les partenaires économiques du système de normalisation volontaire. Par conséquent, les processus d'élaboration des documents normatifs se feront dans des délais plus courts et seront simplifiés.

1) Normes AFNOR imposées aux désinfectants :

Activité bactéricide	NF T 72-150 NF T 72-151
Activité bactéricide en présence de substances interférentes de référence	NF T 72-170 NF T 72-171
Activité fongicide	NF T 72-200 NF T 72-201
Activité sporicide	NF T 72-230 NF T 72-231
Activité virucide	NF T 72-180 NF T 72-181

2) Normes microbiologiques pour certains produits alimentaires

L'ensemble des chiffres, correspondant au nombre maximum de micro-organismes détectables, sont donnés pour 1 g d'aliments, sauf si autre chose est spécifié. Pour les viandes, les mesures peuvent être données en cm².

Micro-organismes cités dans les tableaux :

1 : Micro-organismes aérobies à 30°C

2 : *Enterobacteriaceae*

3 : Coliformes totaux à 30°C

4 : *Escherichia coli*

5 : *Salmonella* (absence dans 25 g)

6 : *Listeria*

7 : Staphylocoques à coagulase+

8 : Flore lactique

9 : Levures

10 : Moisissures

11 : *Bacillus cereus*

12 : *Clostridia* sulfidoréducteurs

Produits/Micro-organismes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<u>Produits végétaux et d'origine végétale</u>												
Légumes râpés et/ou émincés	5.10 ⁵			10	0	abs/0,01g		10 ⁵				
Salades en saucées	10 ⁵			10	0	abs/0,01g	10 ²	10 ⁵				
Graines germées crues												
• Avant germination				10	0							
• Graines sélectionnées				10	0	abs/0,01g					10 ³	
Fruits				10				10 ³	10 ³	10 ⁴		
Herbes aromatiques surgelées	5.10 ⁵			10								
Cacao, chocolats, biscuits chocolatés		0			0							
Matières grasses végétales												
• Margarines	2. 10 ²	10		1		0	10		10	1		
• Pâtes à tartiner	10 ² 1	1		0		0	10		10	1		
• Mayonnaises, sauces condimentaires	10 ³	10			0	0	10	10 ³	10	10		
• Mayonnaises, sauces non condimentaires, vinaigrettes	10 ³	10		1	0	0		10 ³	10	10		
Produits surgelés												
• Légumes blanchis ou cuits	5. 10 ⁶	10 ²			0	0	0					
• Légumes non blanchis	10 ⁷			10		0	0					
• Champignon de couches non blanchis	10 ⁶			10		0	0					
Produits végétaux déshydratés												
• A cuire	3. 10 ⁵		10 ²	10	0		<1		10 ³	10 ³	10 ²	
• Cuisson rapide	5. 10 ⁴		10 ²	1	0		<1		10 ³	10 ³	10 ²	
• Instantanés	10 ⁴		1	<1	0		<1		10 ²	10 ²		
• Champignons séchés	10 ⁶			10 ²	0		10					
• Herbes aromatiques	5. 10 ⁵		10 ³	10	0				2. 10 ³			

Produits/Micro-organismes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Viandes et produits carnés												
<u>Produits de viandes</u>												
Carcasse, $\frac{1}{2}$ carcasse, quartier /cm ² <i>Pseudomonas</i> 10 ⁶ /cm ²	10 ⁴		5.10 ²	-25cm ²	-25cm ²	5.10 ²	5.10 ²					
Pièces et coupes non conditionnées, sous film, sous vide à réception - <i>Ps.</i> 10 ⁵ /g	5. 10 ³ 10 ⁴				-10g							
Unité de viande consommateur					-10g	10 ²						
• <i>Sous film perméable - Ps.</i> 10 ⁵ /g		10 ²										10
• <i>Sous atmosphère modifiée</i> <i>Brochothrix</i> 5.10 ³		10 ²										
• <i>Sous vide</i>		10 ²						5.10 ³				
Viandes hachées, restructurées, préparations de viandes				10 ²	-10g	10 ²	10 ²					10
<i>Sous film perméable - Ps.</i> 10 ⁴ /g	10 ³											
<i>Sous atmosphère modifiée - Br.</i> 5.10 ⁴	10 ³											
• <i>Sous vide</i>	10 ³							5. 10 ⁴				
<u>Pièces cuites</u>												
• <i>Cuites à l'air et/ou conservées à l'air</i> <i>Ps.</i> 10 ⁵ /cm ²				10 ² / cm ²	10g	10 ² / cm ²	10 ² / cm ²	10 ⁵				10
• <i>Pièces cuites et conditionnées sous vide - Ps.</i> 10 ²		5. 10 ³			-10g	10 ²	10 ²	10 ³				10
• <i>Abats rouges</i>		5. 10 ⁴		10 ²	-10g	10 ²	10 ²	10 ⁷				10
<u>Produits de charcuterie et salaison</u>												
Produits crus à consommer en l'état			10 ²		-10g	10 ²	3.10 ²					
Produits crus à consommer après cuisson <i>Ps.</i> 5.10 ⁵ , <i>Br.</i> 10 ⁵		10 ⁴		5.10 ²	-10g	10 ²	5.10 ²		10 ⁴			
Produits cuits - <i>Br.</i> 5. 10 ⁴	3. 10 ⁵	10 ³		10g	-10g	abs/0.01g	10 ²	10 ⁷	10 ⁴			

Produits/Micro-organismes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Volailles												
Carcasses entières, produits 1 ^{ère} et 2 ^{ème} transformation avec peau - <i>Ps.</i> 5. 10 ⁶	5. 10 ⁵			10 ⁴	-10g		10 ³	5. 10 ⁶				10 ²
Produits 2 ^{ème} transformation sans peau <i>Ps.</i> 5. 10 ⁶	10 ⁵			10 ³	-1g		10 ³	5. 10 ⁶				30
Abats - <i>Ps.</i> 5.10 ⁴	5. 10 ⁵			10 ⁴	-1g		10 ³					10 ²
Ovo Produits												
Ovo Produits liquides - coliformes thermotolérants 10/g	10 ⁵				0		10 ²					
Ovo Produits liquides traités thermiquement - col. Th. 10/g	10 ⁵				0		10 ²					
Ovo Produits congelés ou crus en poudre	10 ⁵				0		10 ²					
Produits laitiers												
Crèmes glacées et sorbets	5. 10 ⁵		10 ²		0	0	10					
Produits laitiers déshydratés industriels col. 10/g	5. 10 ⁴		0		0		10					
Produits laitiers frais												
• <i>Produits frais à pH<4,5, fromages frais - entérocoques 100/g</i>					0		0/25g	30				
• <i>Produits frais ph>4,5</i>		1			0	-25g	10 ²					
Fromages												
• <i>Au lait pasteurisé</i>				10 ²	0	0		10 ²				
• <i>Au lait cru et au lait thermisé</i>				10 ⁴	0	0		10 ³				
Pâtisseries												
Crèmes, pâtisseries à la crème, mousses de fruits	10 ⁵			10	0	10 ⁴	10 ⁴					
Plats cuisinés	3. 10 ⁵		10 ³	10			10 ²					30

Produits/Micro-organismes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Poissons, produits de la pêche, produits dérivés												
Filets, darnes et autres morceaux de poissons frais, surgelés ou congelés, céphalopodes de présentation similaire				10	0		10 ²					
Produits sous conditionnement hermétique	10 ⁵			10	0		10 ²					
Crustacés												
• <i>Entiers crus</i>	5. 10 ⁴											
• <i>Entiers cuits</i>	10 ⁴											
• <i>Décortiqués crus</i>	2. 10 ⁵											
• <i>Décortiqués cuits</i>	5.10 ⁴											
Mollusques												
• <i>Entiers</i>	10 ⁴			10	0		10 ²					
• <i>Décortiqués</i>	5. 10 ⁴											
Surimi	10 ⁵			10	0		10 ²					
Poissons salés séchés				10	0		10 ²					10 ²
Poissons panés	10 ⁴			10	0		10 ²	10 ³				10 ²
Marinades et salades à pH<4,5				10	0		10 ²	10 ³	10 ²			10 ²
Autres salades et produits saumurés	10 ⁴			10	0		10 ²					10 ²
Charcuteries de poissons	10 ³			10	0		10 ²					10
Plats cuisinés surgelés à base de poisson	3. 10 ⁵		10 ³	10	0		10 ⁴					30

IV. ANNEXE : LE HACCP ET SON INTÉRÊT DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE

Cf. site A, p 27

Le Hazard Analysis Critical Control Point a été mis en place afin de normaliser l'étude des risques présents de la chaîne de fabrication au stockage et à la distribution dans l'industrie agroalimentaire. Cette démarche concerne l'ensemble des professionnels de cette industrie, depuis l'artisan jusqu'à l'industriel.

Il constitue un outil de maîtrise de l'hygiène adapté aux préoccupations de toutes les entreprises. Ainsi, la notion d'autocontrôle qui se réduisait autrefois au contrôle de la qualité du seul produit fini est étendue au contrôle de l'ensemble de la fabrication par le biais d'outils à la fois souples et efficaces.

L'intérêt de cette démarche d'analyse des dangers est qu'elle propose un ensemble cohérent, reconnu au niveau international pour appréhender les problèmes microbiologiques, mais aussi les contaminations chimiques et les altérations physiques associées aux produits alimentaires.

Principes :

- Identification des dangers à tous les stades de vie du produit, évaluation de la probabilité d'apparition des dangers et description des mesures préventives.
- Identification des points critiques pour leur maîtrise.
- Établissement des limites critiques de maîtrise des points critiques.
- Établissement et mise en place des procédures de surveillance des points critiques.
- Établissement et mise en place des actions correctives appropriées et immédiates lorsque les résultats de la surveillance indiquent qu'une opération n'est pas maîtrisée pour un point critique, et donc que les critères ne sont pas respectés.
- Établissement d'un système d'enregistrement qui documente le plan HACCP.
- Établissement des procédures de vérification et de validation du système HACCP.

Ces principes s'appliquent à un produit, un procédé ou un ensemble de produits ou de procédés selon les besoins définis par les utilisateurs. Dans ce cadre, la rédaction des Guides de bonne pratique de l'hygiène au sens de la directive 93/43/CEE utilise les principes du système HACCP en les adaptant au cas du secteur considéré.

Cette directive a été mise en place dans le cadre du Marché Unique en 1993 afin de permettre une harmonisation généralisée concernant tous les secteurs de l'agroalimentaire. Les enjeux sont au nombre de quatre :

- l'achèvement de l'harmonisation des pratiques professionnelles ;
- la reconnaissance de la compétence des professionnels et de leur responsabilité en matière de sécurité alimentaire ;
- l'adaptation des outils de maîtrise de la qualité aux différentes techniques utilisées et l'extension de la notion d'autocontrôle ;
- une nouvelle conception des contrôles de l'autorité compétente en matière d'hygiène alimentaire.

BIBLIOGRAPHIE

I.ARTICLES

Recherche fondamentale :

1. ROWAN, N.J.; ANDERSON, J.G. . Diarrhoeal enterotoxin production by psychrotrophic *Bacillus cereus* present in reconstituted milk-based infant formulae (MIF).
Letters in Applied Microbiology .1998, Vol. 26, N° 2, pp 161-165.
ISSN : 0266-8254
2. QADRI, S.M.H.; KAYALI, S. .Enterohemorrhagic *Escherichia coli* : A dangerous food-borne pathogen.
Postgraduate Medicine .October, 1998; Vol. 103, N° 2, pp 179-187.
ISSN : 0032-5481
3. TOMITA, T.; SATO, N.; ARAI, T.; SHIRAIISHI, H.; SATO, M.; TAKEUCHI, M.; KAMIO, Y. .Bactericidal activity of a fermented hot-water extract from *Stevia rebaudiana Bertoni* towards enterohemorrhagic *Escherichia coli* 0157:H7 and other food-borne pathogenic bacteria
Microbiology and Immunology .1997, Vol. 41, N° 12, pp 1005-1009
ISSN : 0385-5600
4. PRESSER, K.A.; ROSS, T.; RATKOWSKY, D.A. .Modelling the growth limits (growth/no growth interface) of *Escherichia coli* as a function of temperature, pH, lactic acid concentration, and water activity.
Applied and Environmental Microbiology .1998; Vol. 64,N° 5, pp 1773-1779.
ISSN : 0099-2240
5. VAN NETTEN, P.; VALENTIJN, A.; MOSSELD, A.A.; HUIS IN'T VELDJ, H.J. .The survival and growth of acid-adapted mesophilic pathogens that contaminate meat after lactic acid decontamination.
Journal Of Applied Microbiology .1998, Vol. 84, N° 4, pp 559-567.
ISSN : 1364-5072
6. PONTIUS, A.J.; RUSHING, J.E.; FOEGEDING, P. .Heat resistance of *Alicyclobacillus acidoterrestris* spores as affected by various pH values and organic acids.
Journal of Food Protection .January, 1998, Vol. 61, N° 1, pp 41-46.
ISSN : 0362-028X
7. BLANK, G.; YANG, R.; SCANLON, M.G. . Influence of sporulation aw on heat resistance and germination of *Penicillium roqueforti* spores.
Food Microbiology .1998, Vol. 15, N° 2, pp 151-156
ISSN : 0740-0020
8. COLLINS, M.D.; EAST, A.K. .Phylogeny and taxonomy of the food-borne pathogen *Clostridium botulinum* and its neurotoxins.
Journal of applied microbiology .1998, Vol. 84, N° 11, pp 5-17
ISSN : 1364-5072
9. CAI, P.; HARRISON, M.A.; HUANG, Y.W.; SILVA J.L. .Toxin production by *Clostridium botulinum* type E in packaged channel catfish.
Journal of food protection .1997, Vol. 60, N° 11, pp 1358-1363
ISSN : 0233-111X

10. BOSKOU, G.; DEBEVERE, J. .Reduction of trimethylamine oxide by *Shewanella spp.* under modified atmospheres in vitro.

Food Microbiology (London) .1997 ,Vol. 14, N° 6, pp 543-553

ISSN : 0740-0020

11. KING A., D. .Heat resistance to *Talaromyces flavus* ascospores as determined by a two phase slug flow heat exchanger.

International Journal of Food Microbiology . 1997, Vol. 35,N° 2, pp 147-151.

ISSN : 0168-1605

12. DUFRENNE, J.; BIJWAARD, M.; TEGIFFEL, M.; BEUMER, R.; NOTERMANS, S. .Characteristics of some psychrotrophic *Bacillus cereus* isolates.

International Journal Of Food Microbiology .February, 1996, Vol. 27,N° 2-3, pp 175-183.

ISSN : 0168-1605

Conséquences industrielles :

13. STEAHR, T.E. .An estimate of foodborne illness in the elderly population of the United States, 1987-93

International Journal of Environmental Health Research .1998, Vol.8, N° 1, pp 23-34.

ISSN : 0960-3123

14. HEINZEL, M. .Phenomena of biocide resistance in microorganisms.

International Biodeterioration & Biodegradation .1998, Vol. 41,N° 3-4, pp 225-234

ISSN : 0964-8305

15. SUNDHEIM, G.; LANGSRUD, S.; HEIR, E.; HOLCK, A.L. .Bacterial resistance to disinfectants containing quaternary ammonium compounds.

International Biodeterioration & Biodegradation . 1998, Vol. 41, N° 3-4, pp 235-239

ISSN : 0964-8305

16. CHAPMAN, J.S. .Characterizing bacterial resistance to preservatives and disinfectants

International Biodeterioration & Biodegradation .1998, Vol. 41, N° 3-4, pp 241-245

ISSN : 0964-8305

17. EARNSHAW, A.M.; LAWRENCE, L.M. . Sensitivity to commercial disinfectants, and the occurrence of plasmids within various *Listeria monocytogenes* genotypes isolated from poultry products and the poultry processing environment.

Journal of Applied Microbiology .April, 1998, Vol. 84, N° 4, pp 642-648

ISSN : 1364-5072

18. DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J.; VAN IMPE, J. . Effect of dissolved carbon dioxide and temperature on the growth of *Lactobacillus sake* in modified atmospheres

International Journal of Food Microbiology .1998, Vol. 41, N° 3, pp 231-238

ISSN : 0168-1605

19. SALVAGE, B. .Ozone defence.

Meat Marketing and Technology .June, 1998, Vol. 6, N° 6, pp 48-53

ISSN : 1079-1604

20. KAMAT, A.; THOMAS, P. .Radiation inactivation of some food-borne pathogens in fish as influenced by fat levels.
Journal of Applied Microbiology . April, 1998, Vol. 84, N° 4, pp478-484
ISSN : 1364-5072
21. PENA BETANCOURT, S.; IVONNE, Q.F.B.; RAMIREZ, FUENTES I.J. .Effect of temperature and storage time on aflatoxin contamination of raw peanuts, toasted and peanut butter.
Revista de Toxicologia .1998, Vol. 15, N° 1, pp 29-32
ISSN : 0212-7113
22. EL-GHANI, S.A.; SADEK, Z.I.; FATHI, F.A. .Reliability of coliform bacteria as an indicator of postprocessing contamination in yogurt manufacture.
Dairy, Food and Environmental Sanitation .1998, Vol. 18, N° 8, pp.494-498
ISSN : 1043-3546
23. RIMENEZ, S.M.; SALSI, M.S.; TIBURZI, M.C.; RAFAGHELLI, F.C.; TESSI, M.A.; COUTAZ, V.R.
.Spoilage microflora in fresh chicken breast stored at 4°C : Influence of packaging methods
Journal of Applied Microbiology .1997, Vol. 83, N° 5, pp 613-618
ISSN : 1364-5072
24. KINDERLERER, J.L. .*Chrysosporium* species, potential spoilage organisms of chocolate.
Journal of Applied Microbiology . 1997, Vol. 83, N° 6, pp 771-778
ISSN : 1364-5072
25. NOTERMANS, S.; BORGENDORFF, M. .A global perspective of foodborne disease.
Journal of Food Protection .1997, Vol. 60, N° 11, pp 1395-1399.
ISSN : 0362-028X
26. SAUER, C.L.; MAJKOWSKI, J.; GREEN, S.; ECKEL, R. .Foodborne illness outbreak associated with a semi-dry fermented sausage product.
Journal of Food Protection .1997, Vol. 60, N° 12, pp 1612-1617.
ISSN : 0362-028X

Aspects Juridique et Législatif :

27. MALVY, D.; DJOSSOU, F.; LE BRAS, M. .Collective food toxi-infections : I. Description (first part)
Cahiers de Nutrition et de Diététique .1998, Vol. 33, N° 4, pp 194-200.
ISSN : 0007-9960
28. MALVY, D.; DJOSSOU, F.; LE BRAS, M. .Collective food toxi-infections : II. Prevention strategy (second part)
Cahiers de Nutrition et de Diététique .1998, Vol. 33, N° 4, pp 267-272.
ISSN : 0007-9960
29. SHEWMAKE, R.A.; DILLON, B. .Food poisoning: Causes, remedies, and prevention
Postgraduate-Medicine .1998, Vol. 103, N° 6, pp 125-136
ISSN : 0032-5481

30. KURTZWEIL, P. .A year of food safety accomplishments.(Cover Story)
FDA Consumer . Sept-Oct, 1998, , Vol. 32, N° 5, p8(2)
ISSN : 0362-1332

31. LEWIS, C. .Critical controls for juice safety. (includes related articles)
FDA Consumer . Sept-Oct, 1998, Vol. 32, N° 5, p16(4)
ISSN : 0362-1332

32. KINDERLERER, J. .Biotechnology policy and regulation in the European Union: An update
Journal of Biolaw and Business .1997, Vol. 4.6, N° 1/1, pp 95-99
ISSN : 1095-5127

33. GAYLOR, D.W.; AXELRAD, J.A.; BROWN, R.P.; CAVAGNARO, J.A.; CYR, W.H.; HULEBAK, K.L.;
LORENTZEN, R.J.; MILLER, M.A.; MULLIGAN, L.T.; SCHWETZ, B.A. .Health risk assessment practices in
the U.S. Food and Drug Administration.
Regulatory Toxicology and Pharmacology .1997,Vol. 26, N° 3, pp 307-321
ISSN : 0273-2300

34. CULLOR, J.S. .HACCP (hazard analysis critical control points): Is it coming to the dairy?
Journal of Dairy Science .1997, Vol. 80, N° 12, pp 3449-3452
ISSN : 0022-0302

II.CONFERENCE

35. LISLE, J.T.; PYLE, B.H.; BROADAWAY, S.C.; MACFETERS, G.A. .Assessment of physiological activity
and disinfection resistance of E. coli O157:H7 during starvation.
98th General Meeting of the American Society forMicrobiology .Atlanta, Georgia, USA .May 17-
21, 1998 .
in *Abstracts of the General Meeting of the American Society forMicrobiology* Vol.98, p 447
ISSN : 1060-2011

III.MONOGRAPHIES

I. Food hygiene, microbiology and HACCP.
FORSYTHE, S.J.; HAYES, P.R.
Aspen Publishers, Gaithersburg
449p . 3^{ème} édition . 1998
ISBN : 0-7514-0450-0

II. Hygiene for management: : a text for food hygiene courses.
SPRENGER R.A.
Highfield Publications, Doncaster
368p . 8^{ème} édition . 1998
ISBN : 1-871912-66-0

RAMASWAMY, H.S.; SINGH, R.P. .Sterilization process engineering.
III. in VALENTAS, K.J. .Handbook of food engineering practice
1997
CRC Press, Boca Raton
ISBN : 0-8493-8694-2

IV. Memento technique de microbiologie
LARPENT, J.P.; LARPENT-GOURGAUT, M.
Techniques et documentation, Lavoisier
1039p . 3^{ième} édition . 1997
ISBN : 2-7430-0163-1

V. Fungi and food spoilage
PITT, J.I.; HOCKING, A.D.
London, Blackie Academic and Professional
593 p . 2nd édition . 1997
ISBN : 0-4125-5460-7

VI. Handbook of food spoilage yeasts
DEAK, T. ;BEUCHAT, L.R.
London, CRC Press
210 p . 1^{ière} édition . 1996
ISBN : 0-8493-2703-2

VII. Food safety
STEINHART, Carol E. and others
Food Research Inst.
viii+618p . 1^{ière} édition . bibl(s), index(es) . 1996
ISBN : 0-8247-9625-X

IV.MOTEUR DE RECHERCHE SPECIALISE

Moteur de recherche spécialisé dans l'agro-alimentaire : Agrimonde, trouvé sur **Nomade**.
Adresse : www.agrimonde.com

V.SITES INTERNET

Nomade :

- A. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche :
www.agriculture.gouv.fr/alimentation/
- B. Normes ISO :
www.iso.ch

AltaVista :

- C. Mise à disposition du public de propositions de lois et de réglementations des départements de l'agriculture et de la santé : Registre fédéral, Etats-Unis
www.hooked.net/users/nma/transtor.htm
- D. Impact du changement de style de vie des consommateurs sur l'émergence ou la ré-émergence de micro-organismes alimentaires pathogènes
www.cdc.gov/ncidod/EID/vol3no4
- E. Food and Nutrition News, printemps 1997
www.beef.org/saf_libr/food_nutrition
- F. Site FDA/CFSAN : Proposition de règles HACCP pour les produits marins
vm.cfsan.fda.gov/~ear/HACCPREG.html
- G. Pathologies alimentaires : quelle est la solution ?
192.41.4.29/files/esh/tabfood.htm
- H. Stockage des aliments, altération des aliments et pathologies alimentaires
www.aces.uiuc.edu/~fshn/extension/food_storage.html
- I. Projet d'une réglementation uniforme et d'un code pratique pour l'alimentation au détail et le secteur des services alimentaires
www.cfis.agr.ca/code.txt
- J. SANINET : Notes de presse sur l'hygiène des aliments
www.iicasaninet.net/eventnov/notprensa/anteriores/98sep30h.htm
- K. Une exposition de diapositives sur la sécurité alimentaire
www.foodsafety.org/in000.htm
- L. FDA/USDA : Conférence sur les risques microbiologiques sur les produits frais
vm.cfsan.fda.gov/~dms/prod1203.ht
- M. FDA 1997 Food Code, annexe 3 : Raisons de santé publique/Guide administratif
vm.cfsan.fda.gov/~dms/fcannex3.ht
- N. Les aliments sont-ils en sécurité dans une cuisine ?
ndsvext.nodac.edu/extpubs/yf/foods
- O. Microbiologie des produits laitiers
131.104.116.254/dairyedu/micro.html
- P. Que se passe-t-il dans l'industrie agroalimentaire : Conférences et événements sur l'industrie agroalimentaire
www.dfst.csiro.au/whats.htm
- Q. Archives de Keiler & Heckman
www.khlaw.com/archives/archives.htm

NorthernLight :

- R. Page d'accueil de la National Food Safety Database
www.foodsafety.org
- S. Page d'accueil de l'International Food Concil Information (IFIC)
ificinfo.health.org
- T. Aliments : pathologies, stockage, conservateurs, altérations, contaminations,...
www.eufic.org/papers/illness.htm

MetaCrawler :

- U. Macrothésaurus OECD : Altération des aliments
dm2.uibk.ac.at/info/oecd-macroth/fr/2161.html

Sites trouvé sur l'article 29 :

- V. Page d'accueil de l'American Dietetic Association
www.eatright.org
- W. Page d'accueil du Center for Disease Control and prevention
www.cdc.gov
- X. Page d'accueil du Consumer Information Center
www.pueblo.gsa.gov
- Y. Page d'accueil du Department of Health and Human Service
www.os.dhhs.gov
- Z. Page d'accueil de la National Agricultural Library
www.nalusda.gov/friec

VI.LOCALISATION DES PERIODIQUES CITES

A.Région lyonnaise

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD (LYON).

SERVICE COMMUN DE LA DOCUMENTATION. SECTION SCIENCES

43, boulevard du 11 Novembre 1918

BP.2215

69603 VILLEURBANNE CEDEX

Tél. : 04.72.43.12.81

Fax : 04.72.43.12.80

Périodiques d'intérêt :

Letters in applied microbiology, ISSN 0266-8254

Journal of applied microbiology, ISSN 1364-5072

Type d'établissement :

Bibliothèque universitaire

Matière principale :

Pluridisciplinaire Sciences

Domaines traités :

Sciences exactes*Chimie

CADIST :

CHIMIE

Services :

Prêt : Tous publics

Prêt entre bibliothèques : 04.72.43.12.81

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

Microcopies (prêt entre bibliothèques)

Télécopies (prêt entre bibliothèques)

Recherches bibliographiques

Orientation sur d'autres sources

Diffusion sélective d'information

Accès bases de données

Réponses par téléphone

Réponses par correspondance

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE VEGETALE

43, boulevard du 11 Novembre 1918

69622 VILLEURBANNE CEDEX

Tél. : 04.72.44.85.50

Périodiques d'intérêt :

Applied and environmental microbiology, ISSN 0099-2240

Type d'établissement :

Bibliothèque d'UFR

Matière principale :

Biologie

Domaines traités :

Biologie

Services :

Pas de prêt à domicile

Prêt entre bibliothèques

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

SERVICE COMMUN DE LA DOCUMENTATION. SECTION SANTE

8, avenue Rockefeller

69373 LYON CEDEX 08

Tél. : 04.78.77.71.94

Fax : 04.78.77.71.91

Périodiques d'intérêt :

Lancet (British edition), ISSN 0140-6736

FDA consumer, ISSN 0362-1332

Regulatory toxicology and pharmacology, ISSN 0273-2300

Postgraduate medicine, ISSN 0032-5481

Cahiers de nutrition et de diététique, ISSN 0007-9960

Applied and environmental microbiology, ISSN 0099-2240

Type d'établissement :

Bibliothèque universitaire

Matière principale :

Médecine / Pharmacie

Domaines traités :

Médecine*Pharmacie

Services :

Prêt : Réservé aux lecteurs inscrits

Prêt entre bibliothèques

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

Télécopies (prêt entre bibliothèques)

Recherches bibliographiques

Orientation sur d'autres sources

Diffusion sélective d'information

Accès bases de données

Réponses par téléphone

Réponses par correspondance

INSTITUT FRANCAIS DE LA FIEVRE APHTEUSE (LYON)

DOCUMENTATION

254, rue Marcel Merieux

BP. 7009

69342 LYON CEDEX 07

Tél. : 04.72.72.30.00 p.4755

Fax : 04.72.72.34.34

Périodiques d'intérêt :

Microbiology and immunology, ISSN 0385-5600

Type d'établissement :
Bibliothèque spécialisée, accès réservé, sur fonds privés
Matière principale :
Agriculture, Zootechnie
Domaines traités :
Médecine vétérinaire
Services :
Pas de prêt à domicile
Recherches bibliographiques

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE (MARCY-L'ETOILE, RHONE)

BIBLIOTHEQUE CENTRALE

1, avenue Bourgelat

BP.83

69280 MARCY-L'ETOILE

Tél. : 04.78.87.26.83

Fax : 04.78.87.82.62

Périodiques d'intérêt :
Journal of dairy science, ISSN 0022-0302

Type d'établissement :
Bibliothèque de recherche hors université

Matière principale :
Agriculture, Zootechnie

Domaines traités :
Médecine vétérinaire

Services :
Prêt : Tous publics
Prêt entre bibliothèques
Photocopies et télécopies(prêt entre bibliothèques)
Recherches bibliographiques
Orientation sur d'autres sources
Diffusion sélective d'information
Accès bases de données
Réponses par téléphone
Réponses par correspondance

B.Hors région lyonnaise

UNIVERSITE DE REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE

**SERVICE COMMUN DE LA DOCUMENTATION. SECTION SCIENCES ET
TECHNIQUES**

Moulin de la Housse.R.des Crayeres BP.10

51687 REIMS CEDEX 02

Tél. : 03.26.05.32.94

Fax : 03.26.05.34.32

Périodiques d'intérêt :

Journal of food protection, ISSN 0362-028X

Food microbiology, ISSN 0740-0020

International journal of food microbiology. ISSN 0168-1605

Type d'établissement :

Bibliothèque universitaire

Matière principale :

Pluridisciplinaire Sciences

Domaines traités :

Sciences exactes, Sciences naturelles, Sciences et techniques, Agroalimentaire, Viticulture, Sport

Services :

Prêt : Tous publics

Prêt entre bibliothèques

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

Recherches bibliographiques

Orientation sur d'autres sources

Diffusion sélective d'information

Accès bases de données

Réponses par téléphone

Réponses par correspondance

BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE DE MEDECINE (PARIS)

12, rue de l'Ecole de Médecine

75270 PARIS CEDEX 06

Tél. : 01.40.46.19.60 /Périodiques : 01.40.46.19.87

Fax : 01.44.41.10.20

Périodiques d'intérêt :

International journal of environmental health research, ISSN 0960-3123

Type d'établissement :

Bibliothèque universitaire

Matière principale :

médecine, santé

Domaines traités :

Médecine

Services :

Pas de prêt à domicile

Prêt entre bibliothèques : 01.40.46.19.57 / 01.40.46.19.58

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

Microcopies (prêt entre bibliothèques)

Télécopies (prêt entre bibliothèques)

Recherches bibliographiques

Orientation sur d'autres sources

Accès bases de données

Réponses par téléphone

Réponses par correspondance

Recherches en Histoire de la médecine Service Vidéotheque

LABORATOIRE DE CRYPTOLOGAMIE (PARIS)

BIBLIOTHEQUE

12, rue Buffon

75005 PARIS

Tél. : 01.40.79.31.99

Périodiques d'intérêt :

International biodeterioration & biodegradation, ISSN 0964-8305

Type d'établissement :

Bibliothèque de recherche hors université

Matière principale :

Biologie

Domaines traités :

Botanique

Services :

Pas de prêt à domicile

Prêt entre bibliothèques

Photocopies (prêt entre bibliothèques)

Réponses par téléphone

Réponses par correspondance

ANNEXE 1 : DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES D'ACTION IMPLIQUÉS DANS LA VIE DES MICRO-ORGANISMES

I. SOURCES D'ÉNERGIE ET DE CARBONE

Il existe chez les micro-organismes une grande diversité de types physiologiques se différenciant par la nature des facteurs requis pour leur croissance. Aussi, dans le cadre du sujet étudié, je ne citerai que les organismes chimio-organotrophes, qui utilisent l'énergie chimique, et une substance organique comme source principale de carbone.

D'autres éléments nutritifs sont indispensables, mais en plus petite quantité que le carbone : Hydrogène, oxygène, soufre, phosphore, potassium, magnésium, et divers métaux et oligo-éléments.

II. SOURCES D'AZOTE

Dans notre cas, ce sera le plus souvent sous forme de nitrates, d'ammonium, d'acides aminés ou de protéines selon les capacités des micro-organismes à assimiler une forme particulière de l'azote.

III. CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES

1) Oxygène

Types de croissance des micro-organismes :

- ♦ Aérobie stricte : la croissance n'est possible qu'en présence d'O₂.

Ex. : Eucaryotes, champignons filamenteux, bactéries de type *Bacillus*,...

- ♦ Anaérobie stricte : la croissance ne peut se faire qu'en l'absence d'O₂.

Ex. : Quelques champignons, bactéries de type *Clostridium*, levures,...

- ♦ Microaérophilie : la croissance ne peut se faire qu'en présence d'O₂, mais en très faible quantité.

Ex. : Bactéries de type *Pseudomonas*,...

- ♦ Aérobie/anaérobie facultative : la croissance peut se faire en présence ou en l'absence d'O₂.

Ex. : Certaines bactéries,...

2) Température

Cas des bactéries	Marge de température
Psychrophiles	-15→+20°C
Psychrotrophes	-5→+35°C
Mésophiles	15-20→40-43°C
Thermophiles	25→ >50°C
Thermophiles extrêmes	45→100°C

Cas des champignons et des levures : Ils sont en général psychrotrophes mésophiles, mais on rencontre certaines levures thermophiles ou psychrophiles, et quelques champignons thermophiles extrêmes lorsqu'ils sont sous forme d'ascospores, ceux-ci sont souvent associés à des altérations dans les conserves.

3)pH

Les champignons et les levures sont plutôt acidophiles, ils poussent à des pH de 3 à 6, voire à 1,5-2 ; quelques champignons poussent à pH neutre.

On retrouve des bactéries à n'importe quel pH entre 0 et 11, mais une grande partie pousse aux alentours de 6-7, avec une tolérance souvent importante autour de cette limite.

D'après le tableau suivant, on peut voir que les aliments sont contaminés par un certain type de micro-organismes en fonction de leur pH.

Aliments	pH	Aliments	pH
bœuf	5,3-6,2	carotte	5,2-6
porc	5,3-6,4	pomme de terre	5,4-6,2
poulet	5,8-6,4	oignon	5,3-5,8
poisson	6,5-6,8	tomate	4,2-4,9
lait frais	6,3-6,5	pomme	2,9-3,3
beurre	6,1-6,4	orange	3,6-4,3

4)Pression osmotique

Cette pression est définie par la concentration en NaCl du milieu. La plupart des micro-organismes sont relativement indifférents à la pression osmotique, ils sont dits halotolérants. Seules les bactéries marines nécessitent des concentrations élevées

5)Activité de l'eau A_w

A_w = pression de la vapeur d'eau du milieu/pression de l'eau distillée à la même température

Cette expression quantifie la disponibilité de l'eau pour les micro-organismes, qui l'utilisent de deux manières : comme solvant des nutriments et comme agent chimique des réactions d'hydrolyse. Un seuil minimum d'humidité est donc nécessaire à leur croissance.

Limites des micro-organismes :

A_w	Micro-organismes inhibés
1-0,95	bacilles Gram-, quelques levures
0,95-0,91	la plupart des cocci, <i>Lactobacillus</i> , cellules végétatives de <i>Bacillus</i>
0,91-0,87	la plupart des levures
0,87-0,80	la plupart des moisissures
0,80-0,75	la plupart des bactéries halophiles
0,75-0,65	moisissures xérophiles
0,65-0,60	levures osmophiles
<0,50	pas de croissance microbienne

L'humidité présente dans les produits frais favorise la croissance de nombreux micro-organismes, la déshydratation peut alors être un moyen de conservation efficace.

Humidité approximative de certains aliments :

Aliments	A_w	Aliments	A_w
bœuf	0,990	tomate	0,991
porc	0,990	pomme	0,980
poisson	0,994	cerise	0,977
jambon cru	0,85-0,92	raisin	0,986
lait	0,995	confiture	0,80-0,75

6)Pression

Quelques micro-organismes peuvent présenter une résistance spectaculaire à de hautes pressions, ils sont alors dits barophiles ; mais pour la plupart, ils ne supportent que des pressions de l'ordre de la pression atmosphérique.

7)Stress

Le stress est provoqué par des changements brutaux des conditions de vie (température, pH,...), et certains micro-organismes y sont très sensibles.

ANNEXE 2 : PROCESSUS DE DÉSINFECTION ET DE STÉRILISATION UTILISÉS DANS L'INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE

Il existe un vocabulaire normalisé permettant de bien distinguer les différents termes utilisés :

- ⇒ Stérilisation : Opération qui a pour objet de tuer tous les micro-organismes contenus dans une préparation. Le matériel traité est dit stérile, c'est-à-dire qu'aucun micro-organisme ne peut s'y développer.
- ⇒ Désinfection : Opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et/ou d'inactiver les virus indésirables portés par le milieu inerte contaminé.
- ⇒ Décontamination : Opération au résultat momentané permettant d'éliminer, de tuer ou d'inhiber les micro-organismes indésirables. Cela peut s'appliquer à des tissus vivants, et n'implique pas forcément l'élimination des micro-organismes : dans certains cas, seule leur croissance est inhibée.

Dans l'industrie agroalimentaire, les micro-organismes ayant survécu aux processus de désinfection ont été fortement stressés, et présentent un temps de latence de quelques jours. Il ne faut donc pas négliger ce facteur.

I. AGENTS PHYSIQUES

1) La température

- Chaleur sèche : Elle est appliquée aux instruments en verrerie et au matériel métallique.

Température appliquée (°C)	Temps d'application (mn)
160	180
170	120
180	30

- Chaleur humide : Elle est appliquée sous pression, et est efficace en peu de temps. Cependant, cette méthode est déconseillée dans le cas de milieux fragiles (lait, par exemple), et peut causer des modifications chimiques importants : destruction d'acides aminés, altération de vitamines, variations de pH,...

Température appliquée (°C)	Temps d'application (mn)
120	15→30
130	3→5
140	1→2

Remarque : La destruction des micro-organismes par chaleur sèche est plus difficile que par chaleur humide.

- Tyndallisation : Il s'agit d'un chauffage en autoclave entre 56 et 100°C pendant 1 h, répété durant 3 à 7 jours à 24 h d'intervalle. Les traitements thermiques répétés entraînent théoriquement une destruction totale des micro-organismes même germinatifs. Cependant, en pratique, certains spores ont une germination très tardive, ils restent donc intacts au cours du processus et peuvent donc causer des dégâts.
- Pasteurisation : Ce traitement se fait entre 75 et 80°C, il n'élimine donc pas les micro-organismes thermo-résistants ou sporulés.
- Réfrigération et congélation : La réfrigération se fait entre 0 et 5°C, la multiplication des micro-organismes est ralentie. La congélation se fait à -18°C, toute multiplication est arrêtée. Ces deux procédés permettent une conservation plus longue des aliments mais ne sont pas des moyens de stérilisation ou de désinfection car les micro-organismes ne sont pas éliminés.

2) Les radiations

Dans l'industrie agroalimentaire, les rayons ultra-violet et les gamma sont les plus utilisés.

L'unité de mesure utilisée est le Gray : 1 Gy correspond à l'absorption de 1 Joule pour 1 kg d'aliment irradié.

- Radappertisation : Application de doses de radiations suffisantes pour réduire le nombre ou l'activité de micro-organismes vivants ou sporulés afin qu'ils ne soient décelables par aucune technique de détection microbiologique. En l'absence de recontamination, aucune altération due aux micro-organismes ou à leurs toxines ne doit apparaître, quelles que soient la durée et les conditions de stockage de l'aliment. Il s'agit donc d'une stérilisation.

Doses appliquées : 20 à 50 kGy

- Radacidation : Application de doses de radiations suffisantes pour que le nombre de micro-organismes pathogènes non sporulés soit diminué de façon à ne pas être décelable par des techniques de détection microbiologique. Il s'agit donc d'un assainissement par élimination totale des pathogènes.

Doses appliquées : <= 10 kGy

- Radurisation : Application de doses de radiations n'altérant pas le produit et réduisant sensiblement sa charge microbienne afin d'augmenter sa durée de vie commerciale.

Doses appliquées à divers types de produits :

Produits	Dose (kGy)
Composants, matériaux, emballages au contact des denrées	10
Bulbes (oignon, ail, échalote)	0,15
Epices	11
Viande de volaille	5
Viande de volaille séparée mécaniquement	5
Céréales, flocons et germes	10
Légumes déshydratés	10
Légumes secs, fruits secs	1
Ovo Produits (blanc d'œuf liquide surgelé ou déshydraté)	4
Abricots, figues et raisins secs (débactérisation)	6
Caséine, présure et caséinates alimentaires	6
Camembert au lait cru	2,25-3,5

Doses applicables aux micro-organismes :

Moisissures	1,4-10 kGy
Levures	3,7-18 kGy
Bactéries	1-4,8 kGy
Endospores	3,1-37 kGy

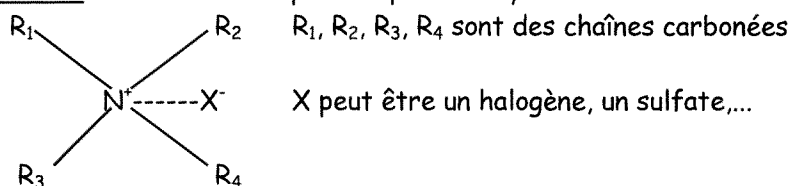
II. AGENTS CHIMIQUES

Les désinfectants sont les produits utilisés pour les matériels. Ils doivent avoir une action bactéricide, et peuvent aussi avoir des actions virucides, fongicides ou sporicides.

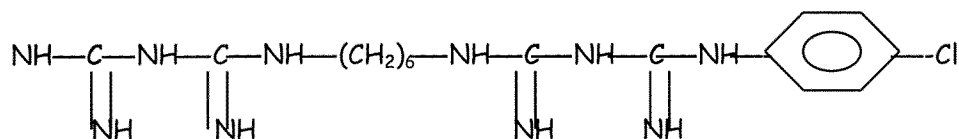
Ils agissent globalement sur les structures cellulaires par des mécanismes physico-chimiques non spécifiques.

Principaux désinfectants utilisés dans l'industrie agroalimentaire :

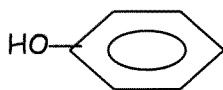
- Ammoniums quaternaires : Ce sont des composés bipolaires hydrosolubles.



- Chlorhexidine : Elle se comporte comme un composé cationique, il faut donc l'utiliser à pH neutre ou peu alcalin.



- Composés phénoliques : Ce sont des produits basés sur l'halogénéation d'un ou plusieurs groupements phénoliques. Plus ils sont halogénés, plus ils sont efficaces.



Fonction phénol de base : Plusieurs types de groupements peuvent être ajoutés.

- Oxydants :

- * Composés halogénés : Seuls le chlore (ClOH) et l'iode (I⁻) sont utilisés. La Javel fait partie de cette famille.
- * Oxydants proprement dits : Par exemple, l'ozone.

- Acides : Ils sont utilisés dans les procédés de conservation des aliments.

Efficacité de quelques désinfectants :

	Gram+	Gram-	Mycobactéries	Spores	Champignons	Virus
Ammoniums IVres	+++	+*	0	0	+	+
Chlorhexidine	+++	++	0	0	+	0
Phénoliques	v	v	v	v	v	v
Chlore	+++	+++	++	++	++	++
Iode	+++	+++	++	++	++	++

v : variable selon les composés

* : inactif sur les *Pseudomonas*