

MICROBIOLOGIE ET HYGIENE ALIMENTAIRES

Cours Théorique

2013-2014

Microbiologie et Hygiène Alimentaires

Plan général

- 1- Chapitre introductif: Généralités, définitions
- 2- Micro-organismes et aliments
- 3- Accidents sanitaires liés aux micro-organismes
- 4- Altérations microbiennes
- 5- Les micro-organismes indices de contamination fécale
- 6- Maîtrise de la qualité sanitaire des aliments
- 7- Hygiène du personnel

1- Chapitre introductif: Généralités - Définitions

- 1.1- Définitions
 - 1.1.1- Hygiène
 - 1.1.2- Denrée alimentaire propre à la consommation
- 1.2- Importance de l'hygiène
- 1.3- Contamination (pollution) des denrées alimentaires
 - Modes de pollution
 - Nature des contaminants
 - Sources de contamination (les 5M)

1- Introduction

1.1- Définitions

1.1.1- Hygiène

Hygiène (du grec *hugianein*): bien se porter

L'hygiène est la partie de la médecine qui enseigne les mesures à prendre pour **conserver la santé**, notamment en luttant contre les **influences nocives des milieux** avec lesquels l'Homme est en contact

1- Introduction
1.1- Définitions
1.1.1- Hygiène

- Diverses notions

- **Hygiène publique**: pour l'ensemble d'une population
- **Hygiène collective**: pour des collectivités (écoles, hôpitaux, casernes, hôtels, etc.)
- **Hygiène professionnelle**: pour des types de professions (pêcheurs, mineurs, médecins, travailleurs de certaines industries, etc.)

1- Introduction

1.1- Définitions

1.1.1- Hygiène

- Diverses notions

- **Hygiène privée:** relative aux soins de propreté corporelle (corps ou partie du corps: h. buccale, h. des cheveux), vestimentaire, etc. (hygiène personnelle) et de l'habitation.
- **Hygiène alimentaire:** « tout ce qui est susceptible d'empêcher les contagions ou de prévenir les intoxications et les empoisonnements produits par les aliments ou les ustensiles qui servent à leur cuisson » (Larousse)

- 1- Introduction
- 1.1- Définitions
- 1.1.1- Hygiène
- Diverses notions

- L'Hygiène dans l'industrie alimentaire: comprend un ensemble d'aspects interdépendants:
 - L'hygiène des **aliments** eux-mêmes
 - L'hygiène du **personnel**
 - L'hygiène des **locaux**
 - L'hygiène du **matériel**: machines, appareillage, ustensiles, conduites, etc.

1- Introduction

1.1- Définitions

1.1.1- Hygiène

■ Donc, qu'est-ce que l'hygiène alimentaire?

C'est l'ensemble des conditions et des mesures de protection contre les contaminations, nécessaires pour assurer aux denrées alimentaires, à tous les stades de leur manipulation:

- l'innocuité
- la salubrité
- la valeur intrinsèque

1- Introduction
1.1- Définitions
1.1.1- Hygiène

- Qui est donc responsable de la qualité hygiénique des aliments?
- Les professionnels de:
 - la production des matières premières
 - la transformation (industriels)
 - du stockage ou de l'entreposage
 - du transport
 - de la distribution (commerçants)
 - du contrôle
- Les consommateurs eux-mêmes

1- Introduction

1.1- Définitions

■ 1.1.2- Denrée alimentaire propre à la consommation

Une denrée alimentaire saine implique:

- Son **innocuité**: manque de nocivité pour le consommateur (lien direct avec sa santé)
- Sa **salubrité**: conformité après analyse (normes) ou inspection (ex.: inspection vétérinaire des viandes)
- Sa **valeur intrinsèque**:
 - qualité organoleptique satisfaisante
 - qualité nutritionnelle satisfaisante

1- Introduction

1.2- Importance de l'hygiène

- Les effets d'une bonne hygiène:
 - protection de la santé du consommateur
 - réduction des défauts de fabrication
 - amélioration de la rentabilité à la transformation
 - amélioration de la qualité des produits finis

1- Introduction

1.2- Importance de l'hygiène

➤ **Une bonne hygiène suppose:**

- la sélection d'intrants de bonne qualité hygiénique (matières premières, additifs, emballages, etc.)
- l'adoption de **Bonnes Pratiques de Fabrication**
- l'adoption de **Bonnes Pratiques d'Hygiène**
- l'entreposage et le transport des produits dans des conditions satisfaisantes

1- Introduction

- 1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.1- Modes de pollution

1.3.2- Nature des contaminations

1.3.3- Sources de contamination des aliments

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

■ 1.3.1- Modes de pollution

- **Pollution endogène:** produits animaux contaminés à partir de l'organisme (animal) producteur
- **Pollution exogène:** par les facteurs de l'environnement

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

■ 1.3.2- Nature des contaminants:

- Contaminants **physiques**: corps étrangers solides
- Contaminants **chimiques**: résidus de pesticides ou de produits de nettoyage et de désinfection, métaux lourds, médicaments, etc.
- Contaminants **biologiques ou biochimiques**: microbes et toxines microbiennes

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

- 1.3.3- Sources de contamination des aliments (les 5M)

- Matières premières

- Milieu

- Main-d'œuvre

- Matériel

- Manipulations ou Modes opératoires

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

■ Matières premières

La contamination varie selon:

- la nature des intrants
- les traitements appliqués (histoire de chaque intrant depuis son origine)
- les conditions de stockage et de transport

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

■ Milieu

- Bâtiment
- Sol
- Air
- Eau
- Poussière
- etc.

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

■ Main-d'œuvre

- **Flore commensale**: peau, cheveux, cavités nasales, cavité buccale, intestin, etc.
- **Flore pathogène**: malades ou porteurs sains

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

■ Matériel

La flore apportée par le matériel varie notamment avec:

- La nature des aliments traités à l'aide de ce matériel
- L'usage du matériel en question
- Le nettoyage et la désinfection adoptés

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

■ Manipulations

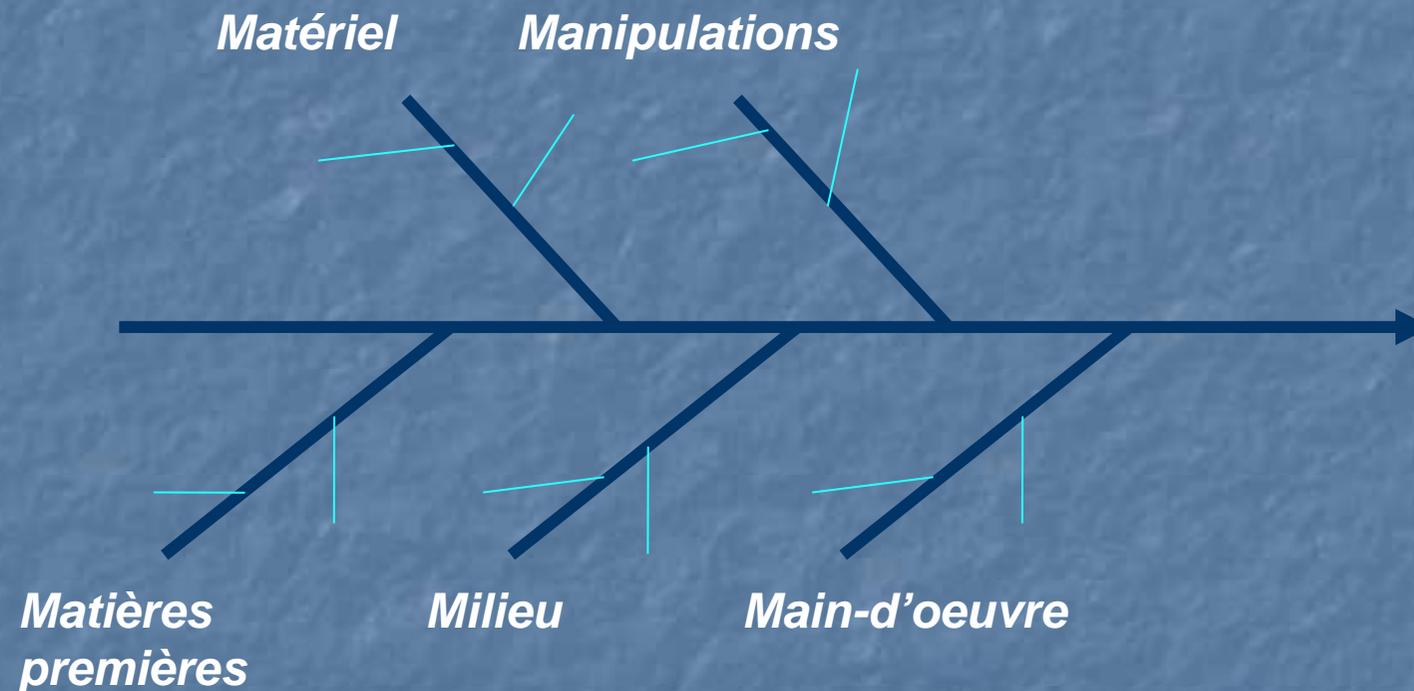
- Tout traitement appliqué depuis l'obtention des matières premières jusqu'à la consommation des produits finis
- Chaque traitement peut avoir un effet sur l'innocuité, la salubrité ou la valeur intrinsèque d'un produit

1- Introduction

1.3- Contamination des denrées alimentaires

1.3.3- Sources de contamination

Diagramme de cause à effet d'Ishikawa



Microbiologie et Hygiène Alimentaires

Plan général

- 1- Chapitre introductif: Généralités, définitions
- 2- Micro-organismes et aliments
- 3- Accidents sanitaires liés aux micro-organismes
- 4- Altérations microbiennes
- 5- Les micro-organismes indices de contamination fécale
- 6- Maîtrise de la qualité sanitaire des aliments
- 7- Hygiène du personnel

2- Micro-organismes et aliments

- 2.1- Généralités: impact des micro-organismes sur les aliments
- 2.2- Rappels sur les paramètres de croissance des micro-organismes
 - > paramètres liés au micro-organisme
 - > paramètres liés à la denrée alimentaire
 - > paramètres liés à l'environnement

2.1- Généralités: impact des micro-organismes sur les aliments

- 2.1.1- flore microbienne spécifique (« utile »)
- 2.1.2- flore de contamination (indésirable ou « nuisible »)
 - Flore d'altération
 - Flore pathogène et/ou toxigène
 - Flore indice de contamination fécale

2.1.1- Flore spécifique

- Modifications favorables des propriétés organoleptiques
- Obtention de produits profondément transformés par rapport à la matière première
- Amélioration de la conservabilité

Cette flore est favorisée, voireensemencée

2.1.2- Flore de contamination

- Flore d'altération
 - modifications indésirables des propriétés organoleptiques
 - conséquences économiques

2.1.2- Flore de contamination (suite)

- Flore pathogène et/ou toxinogène (danger sanitaire)
 - Infections Alimentaires
 - Toxi-Infections Alimentaires
 - Intoxications (intoxinations) Alimentaires

Le danger sanitaire peut exister sans altération visible de l'aliment

2.1.2- Flore de contamination (suite)

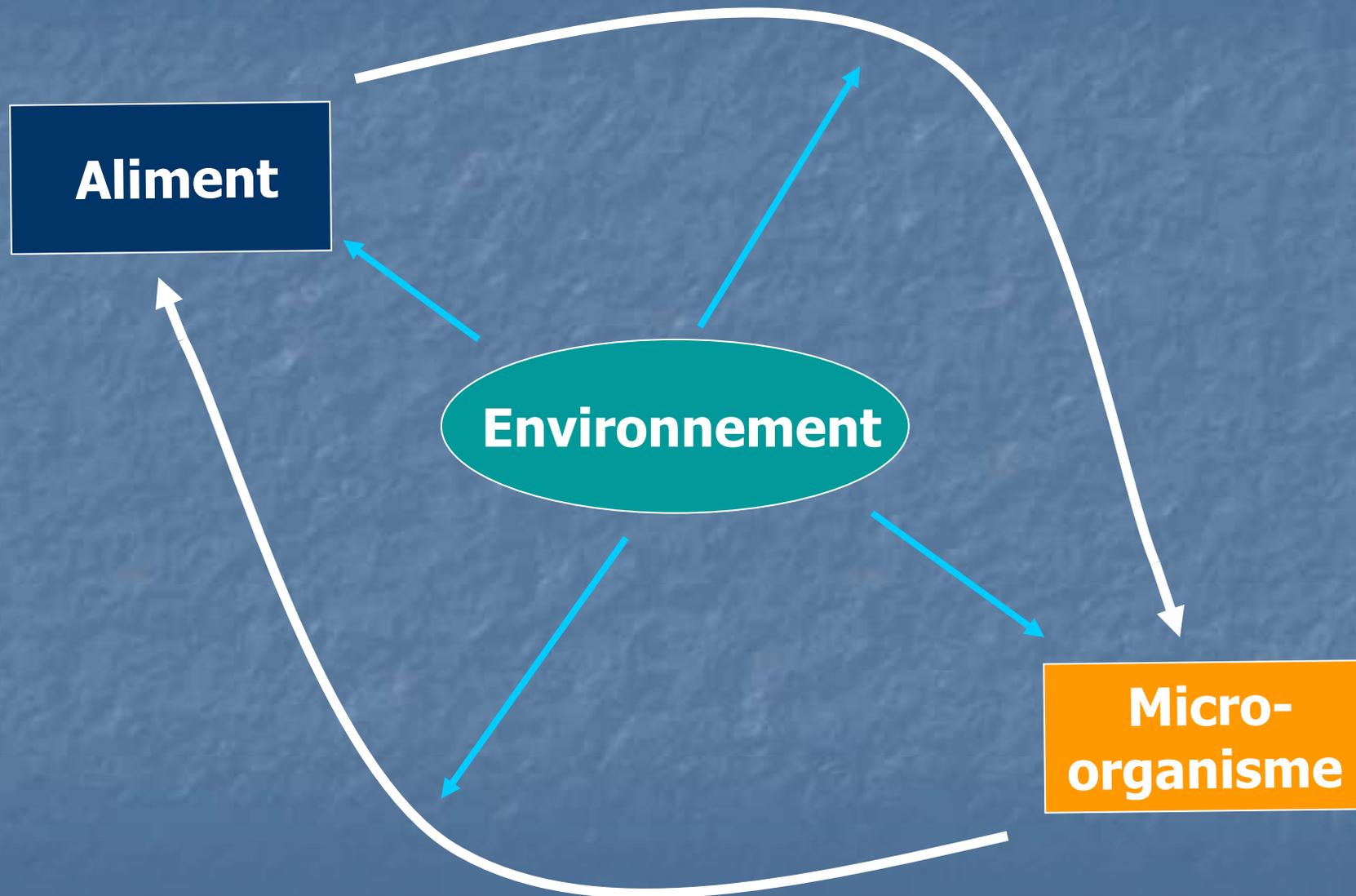
- Flore indice de contamination fécale
 - Coliformes, dont *Escherichia coli*
 - Entérocoques (ex. Streptocoques fécaux)

La flore de contamination fécale est généralement combattue

2.2- Rappels sur les paramètres de la croissance des micro-organismes

- Le micro-organisme interagit avec son milieu (aliment)
- Interactions largement influencées par les paramètres de l'environnement

Interactions micro-organisme – aliment et effet des paramètres de l'environnement



2.2 Rappels sur les paramètres de la croissance des microorganismes

- 2.2.1- Paramètres liés au micro-organisme
 - Nature des espèces microbiennes
 - Effectif de la population initiale
- 2.2.2- Paramètres liés à la denrée
 - Composition
 - Propriétés physico-chimiques
 - Propriétés antimicrobiennes
- 2.2.3- Paramètres liés à l'environnement
 - Température
 - Atmosphère de conservation

2.2.1- Paramètres liés au micro-organisme

- Nature des espèces contaminantes
 - Généralement, grande variété d'espèces microbiennes présentes
 - Mais **association altérante**: nombre limité d'espèces
 - Evolution de la flore orientée par caractéristiques de l'aliment et conditions :
Exemples: flore acidophile dans aliment acide
flore psychrotrophe dans aliment réfrigéré

2.2.1- Paramètres liés au micro-organisme (suite)

- Effectif de la population initiale
 - Effectif plus élevé, altération plus rapide

2.2.2- Paramètres liés à la denrée alimentaire

- Composition (satisfaction des besoins nutritionnels)
- Propriétés physico-chimiques
 - Activité de l'eau
 - Acidité et pouvoir tampon
 - Potentiel et capacité d'équilibre Redox

■ Activité de l'eau (a_w)

- entre 0,98 et 1: tous micro-organismes peuvent se développer
- $a_w < 0,95$: bactéries Gram – inhibées
- $a_w < 0,87$: bactéries et plupart des levures inhibées
- $a_w < 0,6$: tous micro-organismes inhibés

- Acidité et pouvoir tampon
 - Pouvoir tampon exercé par constituants de l'aliment (protéines par exemple)
 - Effet inhibiteur du pH bas dépend du type d'acide (lactique, citrique, acétique, etc.) et d'autres facteurs: aw, nutriments, température, oxygénation, etc.
 - Certains aliments se conservent bien par fermentation à cause de leur faible pouvoir tampon (olive, cornichon, choucroute, etc.); inhibition des pectinolytiques, entre autre

- Potentiel et capacité d'équilibre Redox
 - Potentiel Redox: degré d'oxydation
 - L'oxygène peut exercer un effet sélectif sur micro-organismes
 - Un aliment riche en matières organiques retient l'O₂ et devient plus favorable aux anaérobies et aéro-anaérobies facultatifs
 - La capacité d'équilibre Redox amortit les variations de la pression d'O₂ (cf pouvoir tampon pour pH)

■ Propriétés antimicrobiennes

- **Barrières mécaniques:** coques de fruits secs, téguments de fruits et légumes frais, peau de volailles, aponévrose des carcasses de mammifères, cuticule, coquille et membrane coquillière de l'œuf
- **Barrières chimiques:** lysozyme de l'œuf, système lactoperoxydase du lait, huiles essentielles des épices

2.2.3- Paramètres liés à l'environnement

- Température

STERILISATION

PASTEURISATION

REFRIGERATION

CONGELATION

SURGELATION



120
100
65
50
30
10
7
6,7
6,5
5,2
4
3,3
3
2
0
-10
-14
-18

Thermophiles

Mésophiles

Psychrotrophes

Psychrophiles

Cryophiles

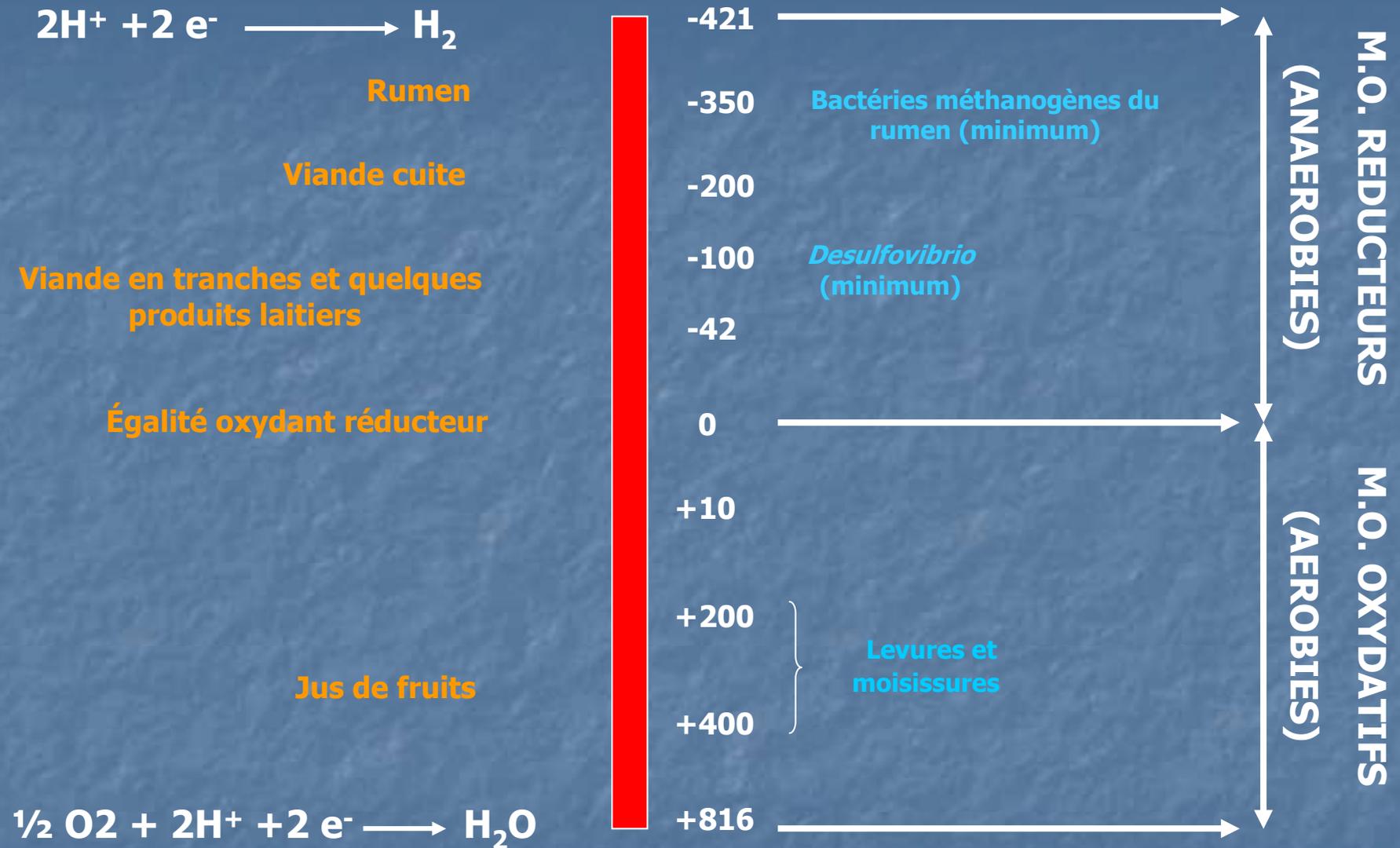
Fin du risque Bactéries Pathogènes et toxinogènes

Arrêt multiplication bactérienne

Arrêt toute multiplication microbienne

2.2.3- Paramètres liés à l'environnement

- L'atmosphère de conservation
 - L'Oxygène de l'air peut modifier le potentiel Redox de l'aliment (dépend de la capacité d'équilibre Redox)
 - Un potentiel Redox élevé est favorable aux aérobies
 - Les anaérobies stricts exigent un potentiel redox négatif



Représentation schématique des potentiels Redox correspondant à la croissance de certains micro-organismes

2.2.3- Paramètres liés à l'environnement

L'atmosphère de conservation (suite)

- Le conditionnement sous vide peut entraîner l'augmentation de la $p\text{CO}_2$ (respiration des aérobies avec l' O_2 résiduel, fermentation des anaérobies)

Le CO_2 influence la nature des micro-organismes qui vont se développer

2.2.3- Paramètres liés à l'environnement

L'atmosphère de conservation (suite)

- L'Humidité Relative de l'air: effet très important sur aliments à faible aw: absorption d'eau et leur aw devient favorable, notamment aux moisissures

Microbiologie et Hygiène Alimentaires

Plan général

- 1- Chapitre introductif: Généralités, définitions
- 2- Micro-organismes et aliments
- 3- Accidents sanitaires liés aux micro-organismes
- 4- Altérations microbiennes
- 5- Les micro-organismes indices de contamination fécale
- 6- Maîtrise de la qualité sanitaire des aliments
- 7- Hygiène du personnel

3- Accidents sanitaires liés aux micro-organismes des aliments

- 3.1- Généralités, définitions
- 3.2- Infections Alimentaires
- 3.3- Toxi-Infections Alimentaires
- 3.4- Intoxications (Intoxinations) Alimentaires Bactériennes
- 3.5- Accidents dus aux germes émergents
- 3.6- Mycotoxicoses

3.1- Généralités, définitions

- Généralités
- Classifications des accidents sanitaires d'origine microbienne dus aux aliments
- Remarques

3.1- Généralités, définitions

- Généralités
 - Accidents très variés en nature et en gravité
 - Chaque accident est un syndrome plus ou moins spécifique
 - Autres facteurs de variation:
 - * durée d'incubation
 - * durée de l'affection
 - Tous ces paramètres varient avec: micro-organisme, individu, aliment, quantité ingérée, degré de contamination, etc.

3.1- Généralités, définitions

- Classification des accidents
 - Infection Alimentaire
 - Toxi-Infection Alimentaire
 - Intoxication (Intoxination) Alimentaire

3.1- Généralités, définitions

Classification des accidents

- Infection Alimentaire
 - Accident provoqué par un microbe (généralement bactérie ou virus) capable de s'implanter dans les tissus du consommateur et de s'y multiplier
 - Mécanisme invasif
 - Pas nécessairement de toxine
 - Développement préalable dans l'aliment pas nécessaire (exemple: les virus)
 - L'infection exige une dose infectieuse minimale: nombre d'individus vivants

3.1- Généralités, définitions

Classification des accidents

- Toxi-Infection Alimentaire
 - Accident provoqué par présence simultanée du micro-organisme et sa (ses) toxine(s)
 - Le micro-organisme se multiplie dans l'organisme du consommateur, mais sans être nécessairement invasif; souvent, il se multiplie seulement dans le tube digestif et n'agit que par sa (ses) toxine(s)

3.1- Généralités, définitions

Classification des accidents

- Intoxication (Intoxination) Alimentaire
 - La (les) toxine(s) seule(s) est (sont) responsable(s) de l'intoxination, même en l'absence du micro-organisme

3.1- Généralités, définitions

Remarques

- **1-** Dans langage courant et terminologie anglo-saxonne, les 3 types d'accidents sont désignés par:
 - Toxi-infections ou intoxications alimentaires
 - Food-born diseases
 - Gastro-entérites
- **2-** On peut trouver, associées à la même espèce, 2 ou 3 formes d'accidents (exemple: *E. coli* et *S. aureus*)
- **3-** Les **TIAC** (Toxi-Infections Alimentaires Collectives) attirent de plus en plus l'attention

3.2- LES INFECTIONS ALIMENTAIRES

Introduction

Pourquoi les risques d'infection alimentaire?

Où se situent les dangers de contamination?

Quels sont les microbes responsables des infections alimentaires?

Les infections alimentaires bactériennes (Salmonelloses)

Les infections alimentaires virales

Conclusion

Pourquoi les risques d'infection alimentaire?

- L'homme vit parmi des micro-organismes comme des moisissures, des levures et des bactéries.
- Une minorité seulement de ces micro-organismes sont des bactéries ou des moisissures pathogènes.
- Les virus sont des agents pathogènes (parasites intracellulaires obligatoires).

Où se situent les dangers de contamination?

➤ La contamination microbienne peut se produire pendant:

- ✓ la production des matières premières,
- ✓ l'entreposage et le transport des matières premières,
- ✓ la transformation (industrielle)
- ✓ la conservation et le transport des produits transformés;
- ✓ la vente,

La contamination peut être présente sur ou dans les végétaux, ainsi que sur les animaux avant qu'ils ne soient récoltés ou abattus en tant que matières premières pour la production alimentaire.

Quels sont les microbes responsables des infections alimentaires?

- Les principaux microbes responsables sont:
 - ✓ Les virus (Hépatite A, Gastro-entérites virales...)
 - ✓ Les bactéries (Salmonelles essentiellement)

3.2.1- Les infections alimentaires bactériennes (les Salmonelloses)

➤ Caractères des salmonelles

- ✓ Appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*,
- ✓ Bacilles à Gram négatif, non sporulés,
- ✓ Mobiles par des flagelles péritriches mais parfois immobiles,
- ✓ Ne fermentent ni le lactose, ni le saccharose, ni l'esculine, ni l'adonitol,
- ✓ Ne produisent ni l'indole, ni l'acétoïne,
- ✓ N'hydrolysent pas l'urée,
- ✓ Réduisent les nitrates en nitrites,
- ✓ Peuvent utiliser le citrate comme source de carbone,
- ✓ Ne possèdent pas la tryptophane désaminase,
- ✓ Produisent le sulfure d'hydrogène,

Les infections alimentaires bactériennes (les Salmonelloses)

➤ Principales caractéristiques culturales des Salmonelles

- ✓ Température: 5,2 à 46°C (optimum:35 à 37°C)
- ✓ pH : 4 à 11 (optimum: 6,5 à 7,5)
- ✓ aw : bonne croissance entre 0,94 et 0,99
- ✓ Sel : inhibition à 15 0%

➤ Aliments concernés

- ✓ Aliments d'origine animale (viande, œufs, poulets, poissons)
- ✓ Produits de la mer
- ✓ Pâtisseries
- ✓ Très rarement produits pasteurisés (sensibilité à la chaleur);
risque de contamination post pasteurisation (non respect des règles d'hygiène)

Les infections alimentaires bactériennes (les Salmonelloses) (suite)

➤ Pathogénicité des salmonelles

- ✓ *Salmonella typhimurium* est souvent le sérotype responsable des infections alimentaires
- ✓ Dose minimale: entre 10^6 et 10^9 cellules (selon sérotype, aliment, susceptibilité du consommateur, etc.)
- ✓ La grande proportion des salmonelles ingérées détruites par l'acidité du tube digestif: les survivantes provoquent dans l'intestin grêle l'inflammation de la muqueuse intestinale (gastro entérite)
- ✓ Premiers symptômes 6 à 48 h après ingestion: diarrhée, fièvre, nausée, vomissement, maux de tête
- ✓ Cas de mortalité très rares (0,1- 0,3%): enfants, vieillards, malades.

Les infections alimentaires bactériennes (les Salmonelloses) (suite)

- **Prévention de la contamination**
- ✓ au niveau du transport des animaux vivants et des aliments
- ✓ au niveau de la préparation des repas (hygiène des locaux, du matériel, du personnel)
- ✓ maintien des aliments à des températures inférieures à 5°C ou supérieures à 47°C
- ✓ assainissement: les salmonelles sont généralement détruites à 65°C en 12 à 15 mn

3.2.2- Les infections alimentaires virales

➤ Hépatite A

- ✓ Elle est d'origine fécale,
- ✓ Le virus pénètre dans l'organisme par voie digestive avec l'eau ou certains aliments

➤ Aliments concernés

- ✓ Produits de la mer provenant des eaux contaminées,
- ✓ Les eaux de boissons polluées,
- ✓ Les fruits et légumes souillés par l'eau contaminée

Les infections alimentaires virales (suite)

➤ Gastro-entérites virales

Les virus responsables sont transmis par les aliments

➤ Exemples:

- ✓ les Adénovirus
- ✓ les Entérovirus
- ✓ les Parvovirus
- ✓ les Rotavirus

➤ Aliments concernés

- ✓ Produits d'origine hydrique,
- ✓ Huîtres et d'autres coquillages contaminés par ces virus

Les infections alimentaires virales (suite)

- Gastro-entérites virales (suite)
- Prévention de la contamination
 - ✓ Éviter toute contamination fécale
 - ✓ Inactiver les virus entériques par un traitement thermique approprié



3.3-

TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES

3.3- Toxi-Infections Alimentaires

- Introduction
- Définition
- Gastro-entérite à *Escherichia coli*
- Entérite à *Clostridium perfringens*
- Toxi-infection Staphylococcique
- Conclusion

INTRODUCTION

❑ Les aliments contaminés par certains microbes (bactéries et moisissures notamment), peuvent causer des maladies dues aux toxines produites par ces microbes.

❑ Les symptômes de ces maladies peuvent se manifester plus ou moins longtemps après la consommation des aliments contaminés (durée d'incubation).



INTRODUCTION (suite)

- Pour certaines personnes (en particulier les jeunes enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes et les personnes dont le système immunitaire est affaibli) les toxi-infections alimentaires peuvent s'avérer très dangereuses.

Définition

- **Toxi-Infection Alimentaire** : accident provoqué par la présence simultanée du microorganisme et de sa(ses) toxine(s).

3.3.1-Gastro-entérite à *Escherichia coli*

- **Gastro**: élément signifiant «ventre», «estomac»
- **Entérite**: inflammation de la muqueuse intestinale, généralement accompagnée de coliques et de diarrhée.
- **Entéro** : élément signifiant «intestin», p.e. Entérologie: «médecine de l'intestin».
- *Escherichia coli* est un hôte normal de l'intestin de l'homme et des animaux, sa présence dans un aliment est un indicateur de pollution fécale et de mauvaises conditions hygiéniques.

Les *E. coli* enteropathogènes (EEC):

sont responsables:

- de maladies très graves chez le nourrisson
- de troubles diarrhéiques chez l'adulte,

sont facilement transmises par:

- les denrées alimentaires souillées,
- des porteurs humains
- des matières fécales.



Les catégories d'*E. coli* entéro-pathogènes:

1. *E. coli* entéro-pathogènes classiques: comprennent les sérotypes associés aux diarrhées des jeunes enfants
2. *E. coli* entéro-pathogènes facultatives: regroupent plusieurs sérotypes de la flore normale de l'intestin.

3. ***E. coli* entérotoxinogènes :**

comprend des souches produisant des **entérotoxines thermostables** et/ou des **entérotoxines thermolabiles**; ces souches colonisent la surface épithéliale de la région proximale de l'intestin grêle.

4. ***E. coli* entéroinvasives:**

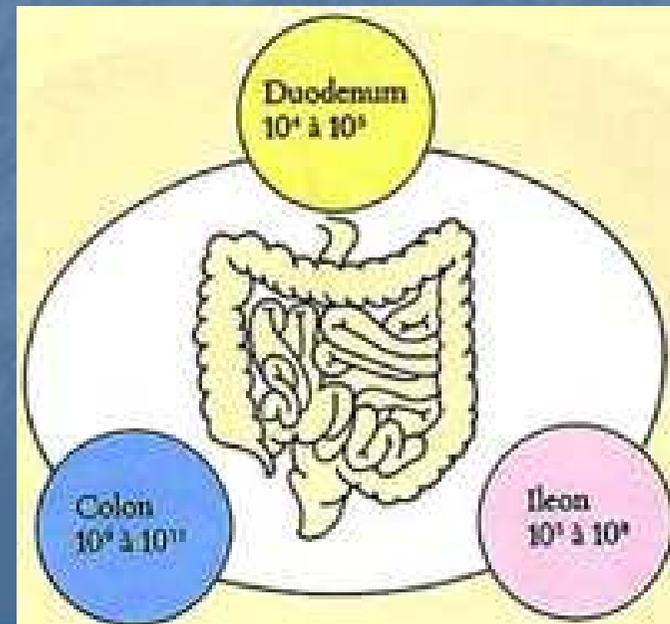
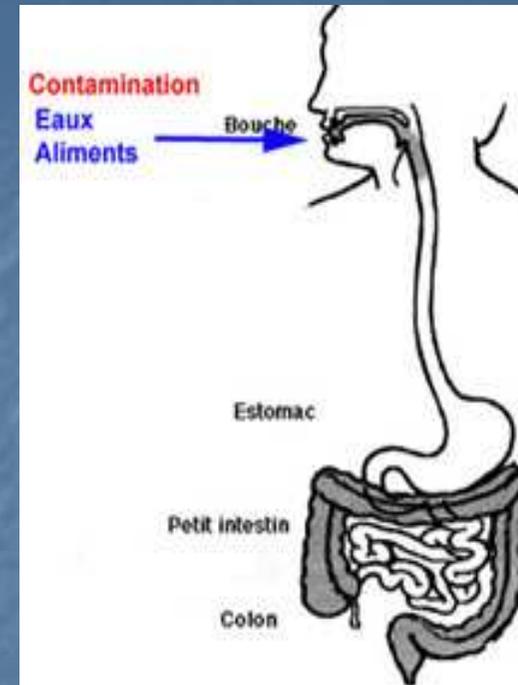
leur effet pathogène est exercé par l'invasion du tractus intestinal.

- MODELES PHYSIO-PATHOLOGIQUES

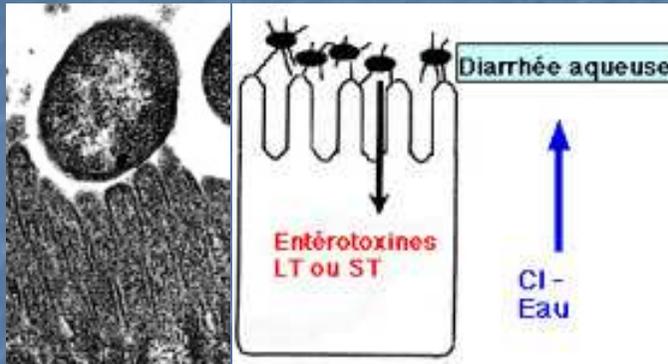
1 - Contamination :

- Absorption d'eau ou d'aliments contaminés par des selles de malades ou de porteurs sains

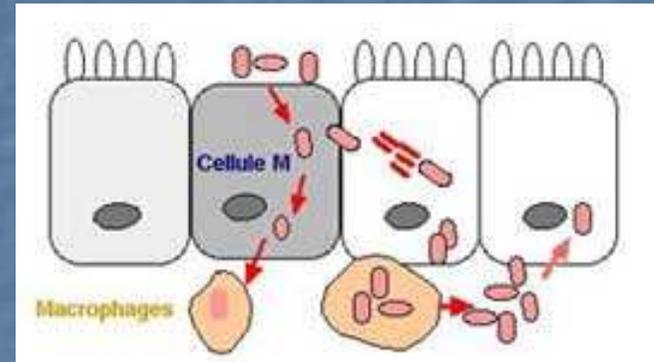
- L'absence des bactéries coliformes dans les aliments garantira l'absence des pathogènes.



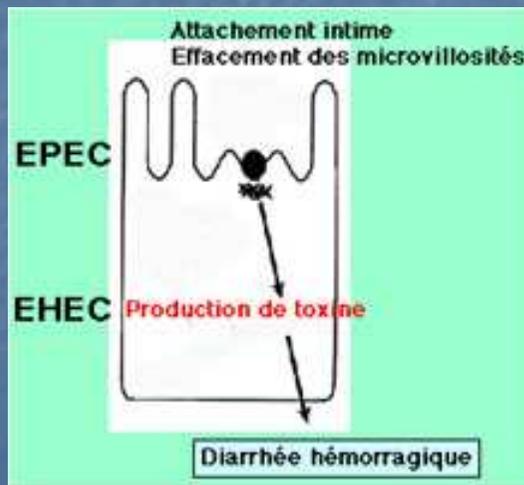
2 - Dans l'intestin : ces bactéries se fixent sur l'épithélium, puis destin variable:



ECEP



ECEI



ECEH



Les critères pathologiques d'*E. coli*:

- La dose infectante entraînant la maladie se situe entre 10^6 et 10^9 ***E. coli* entéropathogènes.**
- 10^6 et 10^8 ***E. coli* entéroinvasives** sont nécessaires pour produire le syndôme diarrhéique chez les adultes.
- Les souches toxigènes provoquent :
 - la diarrhée,
 - la fièvre
 - la nausée avec parfois des douleurs abdominales et des vomissements.

La période d'incubation est en moyenne de 18 heures
la durée de la maladie est en moyenne de 48 heures

La production d'entérotoxines par *E. coli*

*Température:

- Température optimale de production: 35 °C pendant une période d'incubation de 24 heures
- Inhibition de toxinogénèse entre 5 et 15°C.
- Les toxines thermostable et thermolabile sont respectivement détectées à des intervalles de température de 25 à 40°C et de 30 à 35°C.

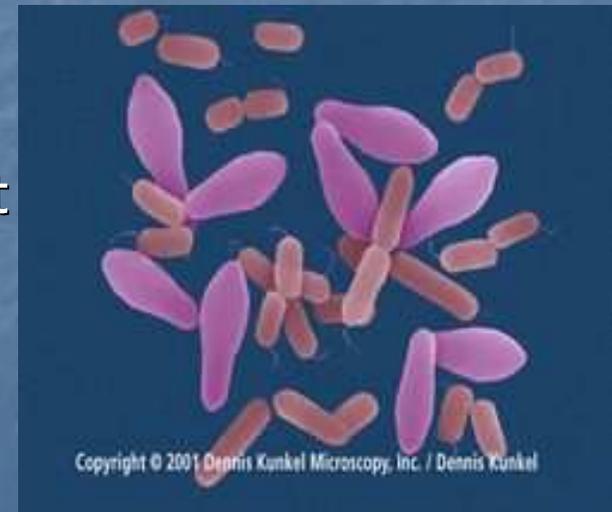
*pH:

pH optimal pour la production de (LT): 8,5

pH optimal pour la production de (ST): 7,2 à 7,8.

3.3.2- Entérite à *Clostridium perfringens*

- *Clostridium perfringens* est une bactérie anaérobie sporogène. Elle comporte 5 types (A à E), le **type A** étant la cause la plus courante d'intoxication alimentaire chez l'homme.
- *C. perfringens* est aussi responsable de la « gangrène gazeuse »
- Ce germe est d'origine fécale, mais aussi ubiquiste; on peut le rencontrer dans beaucoup d'aliments et dans l'environnement



Conditions de développement

- Le développement de *C. perfringens* est lié aux conditions du milieu:
 - ❖ **pH** : 5 à 8,5
 - ❖ **Température** :
 - * optimale : 30 à 47 °C
 - * maximale : 51 à 52 °C
 - * minimale : 6,5 °C
 - ❖ **Durée d'incubation** : de 6 à 24 H

Symptômes

- La toxi-intoxication alimentaire due à *C. perfringens* est causé par une entérotoxine. Elle se traduit par une gastro-entérite.
- Symptômes:
 - Diarrhée
 - Douleurs abdominales
 - Parfois nausées, anorexie ou légers maux de tête, mais rarement vomissements.

Prévention:

- Prévention associée à:
 - la prévention de la contamination des manipulateurs
 - l'inhibition de la multiplication de la bactérie.

- Refroidir rapidement les aliments cuits et les conserver à une température inférieure ou égale à +6,5 °C

- Ou garder les aliments cuits chauds au-dessus de 52°C

3.3.3-Toxi-infection staphylococcique

- Agent responsable: *Staphylococcus aureus*
- c'est une bactérie:
 - En cocci à Gram positif
 - Aéro anaérobie facultative
 - Non sporulée
 - Immobile
 - Halotolérante et modérément osmophile

Elle intervient en élaborant des toxines dans les aliments.

Conditions de croissance et de toxinogénèse

□ **Croissance:**

- **Température:** 6,7 à 46 °C
- **aw minimale:** 0,83 à 0,86 (basse par rapport aux autres bactéries)

□ **Toxinogénèse:**

- **Température:** 10 à 46 °C (optimum de 33 à 38°C)
- **aw minimale:** 0,90
- **pH :** 5,0 à 9,0

Localisation de *Staphylococcus aureus*:

- Chez l'Homme, il se trouve au niveau:
 - Des voies respiratoires supérieures (angine, sinusite ou porteurs sains)
 - De la peau (plaies infectées, panaris, furoncles...)
- Les aliments les plus incriminés dans sont:
 - viandes, œufs,
 - mayonnaise, produits laitiers,
 - desserts sucrés (flans, caramel, crèmes glacées...)

Caractéristiques

- Le staphylocoque toxinogène produit des entérotoxines thermostables (6 types: A, B, C, D, E et F)
- Quantité d'entérotoxine nécessaire pour provoquer la maladie estimée à 0,015 – 0,036 ng par Kg de poids (Jadis, on considérait le nombre de bactéries vivantes/ml ou g de produit: 10^4)
- Durée d'incubation : 2 à 4h

Symptômes:

- Nausées
- Vomissements
- Crampes abdominales
- Et, plus tardivement, diarrhée

NB: absence de fièvre

Prévention

- Pour éviter l'intoxication staphylococcique, il est nécessaire de:
 - veiller à la santé et aux habitudes des manipulateurs
 - éviter la multiplication de la bactérie par le maintien des aliments en dehors de la zone de température de 4 à 46°C
 - détruire le germe et inactiver la toxine.

3.4- Intoxications alimentaires d'origine bactérienne

- 3.4.1- Le botulisme
- 3.4.2- Intoxication à *Bacillus cereus*
- 3.4.3- Intoxication histaminique



3.4.1- Le botulisme

- ❑ (1) botulisme alimentaire:
intoxication due à l'ingestion d'aliments contaminés par la toxine botulique
- ❑ (2) botulisme par blessure souillée :
croissance *C. botulinum* dans une blessure contaminée → la toxine dans la circulation sanguine;
- ❑ (3) botulisme infantile : nourrissons -1 an
l'ingestion de spores → la croissance → production de toxine dans le tractus intestinal;

- **Intoxication botulique: affection décrite dans un grand nombre de pays de tous les continents.**
- **Fréquence relativement faible .**
- **Le botulisme alimentaire n'est pas dû à la bactérie *Clostridium botulinum*, mais à l'ingestion de sa toxine.**
- **L'ingestion de la toxine botulinique présente dans des aliments contaminés peut provoquer la mort.**

Les différents sérotypes

- 8 sérotypes de *C. botulinum*, classés selon les différences antigéniques de leurs **neurotoxines** :
(A, B, C α , C β , D, E, F, et G).

■ **Le type A**

- Le plus toxique et le plus fréquemment incriminé dans le botulisme humain. Protéolytique.
- Particulièrement fréquent aux U.S.A

Le type B

- Moins toxique pour l'homme, et le plus répandu.
- Protéolytique
- C'est le bacille européen (plus de 96 % des foyers en France).
- Trouvé principalement dans le porc.

■ Les types C et D

- Pathogènes pour les autres mammifères (C pour le cheval, D pour les bovins) et les oiseaux.
- 5 ou 6 foyers de botulisme humain de type C rapportés (au plus 10 personnes).
- Le D est rare chez l'homme (un seul cas connu dans le Monde). Se trouve plutôt dans le fourrage en Afrique du Sud et atteint le bétail.

■ Le type E

- Toxique pour l'Homme
- Surtout dans le poisson et les produits dérivés (surtout Japon, Canada, Russie, pays du Grand Nord)

■ Le type F

- Semblable aux types A et B
- A été isolé au Danemark.

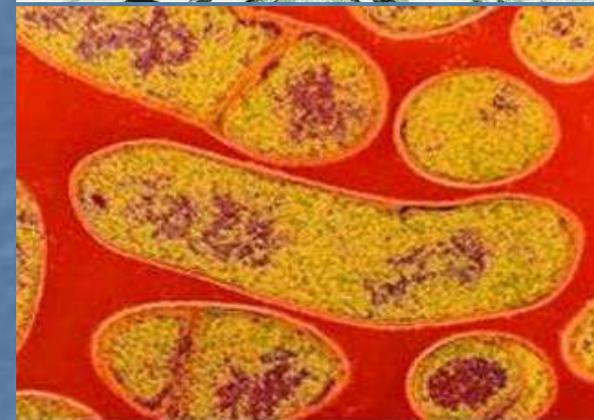
■ Le type G

- Responsable de morts subites chez le nourrisson
- A été isolé dans le sol d'Argentine.

La bactérie: *Clostridium botulinum*

CARACTÉRISTIQUES :

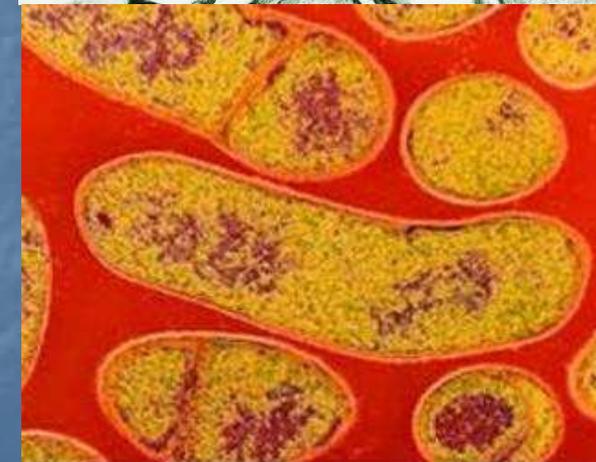
- Bâtonnets à Gram positif,
- Sporulée,
- Anaérobie stricte
- 3,0 à 20,2 μm de longueur sur 0,6 à 1,4 μm de diamètre
- Les spores sont ovales, et légèrement déformantes.
- Généralement mobiles grâce à une ciliature péritriche.
- Produit une neurotoxine dans des conditions d'anaérobiose



Clostridium botulinum

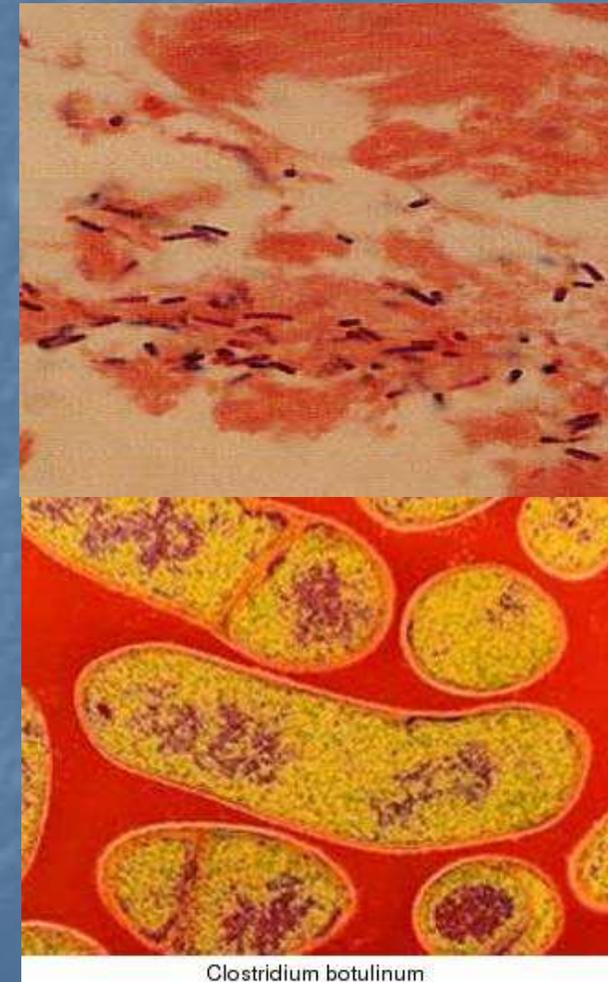
- **RÉSERVOIR :**
- Sol, eau, sédiments marins, tube digestif de l'Homme et des animaux;
- Aliments contaminés ou produits agricoles, y compris le miel.

Quand les spores se trouvent dans un milieu favorable, comme des aliments ou une blessure, elles peuvent germer et produire des cellules végétatives toxinogènes.

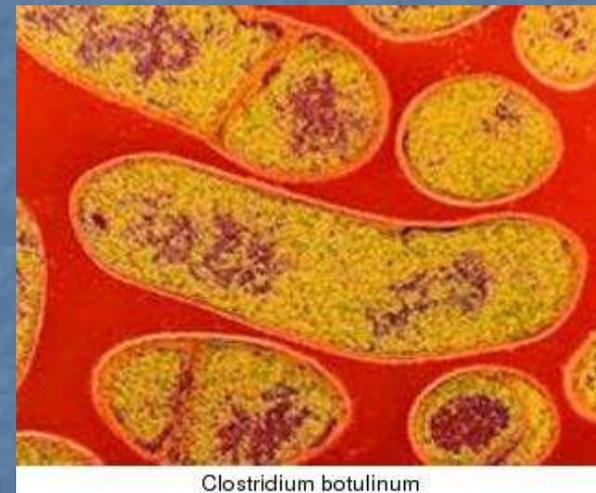


Clostridium botulinum

- Très sensible à l'oxygène: *Clostridium botulinum* prolifère dans certains aliments lorsqu'un degré d'anaérobiose suffisant le permet (conserves industrielles ou ménagères, charcuteries non cuites ou poissons fumés, etc.)
- *C. botulinum* est protéolytique
- Elle produit sa toxine dans certaines conditions de concentration optimale en fer,



- La germination des spores nécessite au minimum 5°C
- Optimum thermique pour toxinogène: 35 à 40 °C
- Produit de l'ammoniac et de l'hydrogène sulfuré (bombage et mauvaise odeur) et fermente quelques sucres
- *C. botulinum* exige au moins une humidité de 60%
- Inhibée par un salage de 8%.



Clostridium botulinum

La toxine botulique

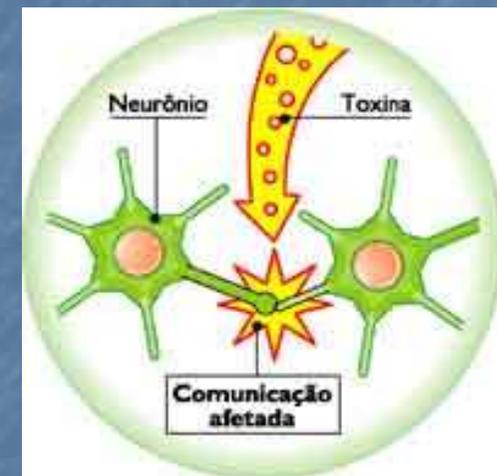
- La neurotoxine botulinique est le plus puissant poison connu.
- Un mg peut tuer plus de 33 milliards de souris.
- DLM Homme = 0.01mg.
- Il faut 10 fois plus de toxine tétanique et 40 000 000 de fois plus de cyanure pour atteindre la même toxicité.
- Poids moléculaire très élevé (150.000 à 940.000).
- De nature protéique: Thermolabile et résistante aux acides et au suc digestif.

L'intoxication ne peut se produire que par ingestion de produits contaminés non chauffés.

- La toxine, absorbée par la muqueuse intestinale, diffuse jusqu'aux synapses du système nerveux.

Elle bloque la transmission de l'influx nerveux, par inhibition de la libération d'**acétylcholine** par les vésicules synaptiques.

→ L'intoxication se traduit par une paralysie des muscles lisses essentiellement, commençant par les muscles oculaires intrinsèques et extrinsèques



Remarque: des espèces bactériennes autres que *Clostridium botulinum* peuvent produire des toxines identiques (certaines souches de *Clostridium baratii* et de *Clostridium butyricum*)

Diagnostic et traitement du botulisme

- **L'incubation** est de 12 à 36 heures (généralement un jour) ; selon l'administration américaine, elle peut atteindre 10 jours.
- **Les symptômes :**
 - **Digestifs:** nausée, douleurs abdominales, vomissement et diarrhée suivie plus tard de constipation.
 - **Nerveux:** céphalée, difficulté d'élocution, pupilles fixes et dilatées, dédoublement de la vue (diplopie), dessèchement de la bouche et du pharynx, impossibilité de tirer la langue,
 - **Avant le développement de l'assistance respiratoire, l'atteinte respiratoire causée par le botulisme était à l'origine de bien plus de décès qu'aujourd'hui.**
 - **La convalescence est lente, mais il n'y a pas de séquelles permanentes.**

■ *Le traitement*

- Le seul traitement du botulisme est la sérothérapie spécifique (Antitoxine)
- Neutraliser la toxine avant qu'elle n'assure sa fixation irréversible.
- Comme l'antitoxine ne peut neutraliser la toxine lorsqu'elle est fixée, il faut commencer le traitement à l'antitoxine dès qu'on soupçonne la présence du bacille botulique.
- On utilise habituellement une antitoxine polyvalente des types A, B et E.
- Si on soupçonne qu'une personne a ingéré de la nourriture contaminée, il faut la faire vomir ou lui faire un lavage d'estomac ;

■ *Prévention*

- La prévention repose sur la surveillance de la fabrication des conserves.
- Effective dans l'industrie alimentaire, cette surveillance a fait diminuer fortement la fréquence du botulisme.

Les toxines botuliques peuvent constituer des armes biologiques



Botulisme : réalité du **risque terroriste**

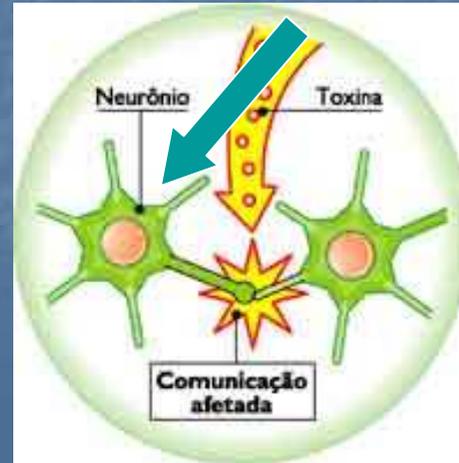
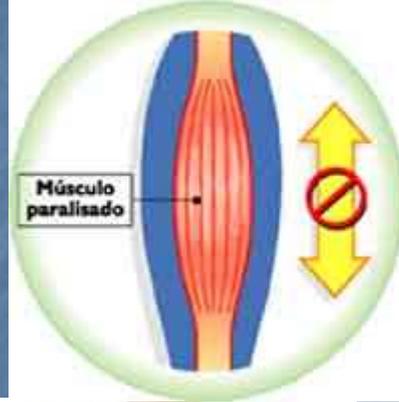
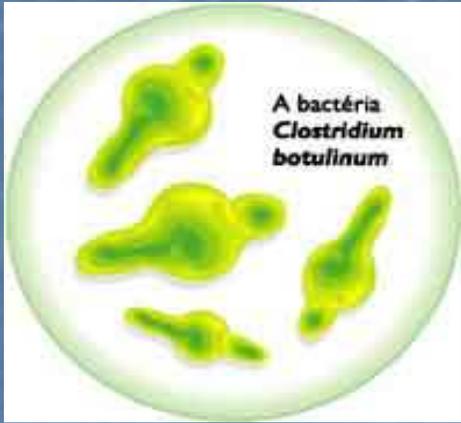
- Risque alimentaire: possible
- Risque de contamination par l'eau: scénario très improbable
(Toxine rapidement inactivée par les standards de traitement des eaux de consommation)
- Risque de contamination par inhalation (dispersion de la toxine par aérosols): réel (10% des personnes se trouvant à moins de 500 m sous le vent d'une source seraient contaminées); durée du risque ~ 48h

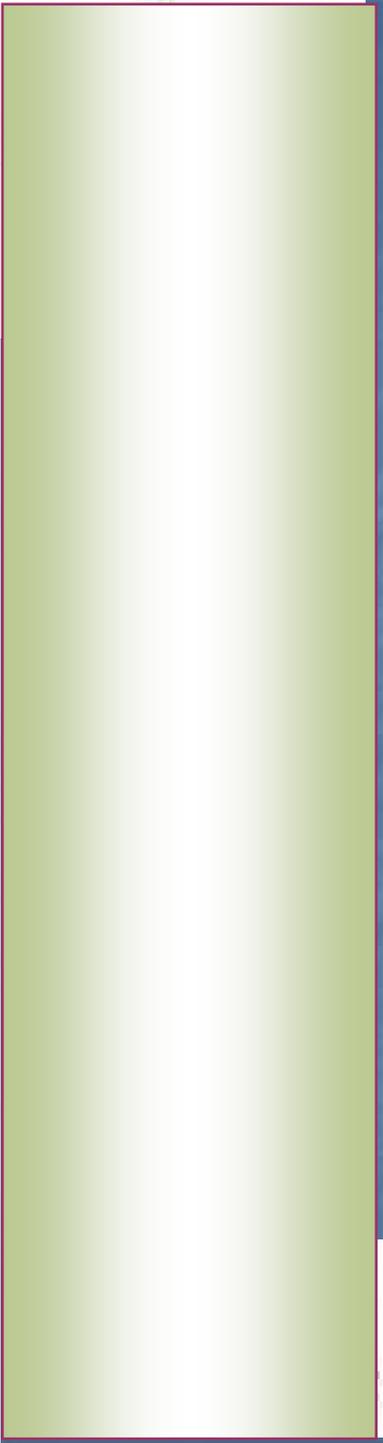
La toxine botulique : un poison
violent qui peut aussi guérir



- En médecine esthétique, on utilise la toxine botulique sous forme de Botox, pour atténuer:
 - les rides d'expression
 - les cernes
- Utilisé aussi contre la transpiration excessive, les perturbations du tonus musculaire, les spasmes oculaires ainsi que le nystagmus (mouvements involontaires de l'œil) ...







Intoxications alimentaires d'origine bactérienne

Boutilisme

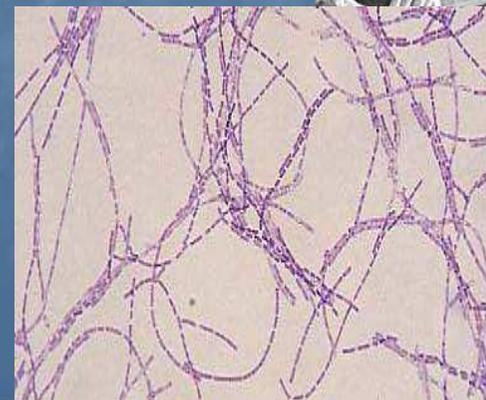
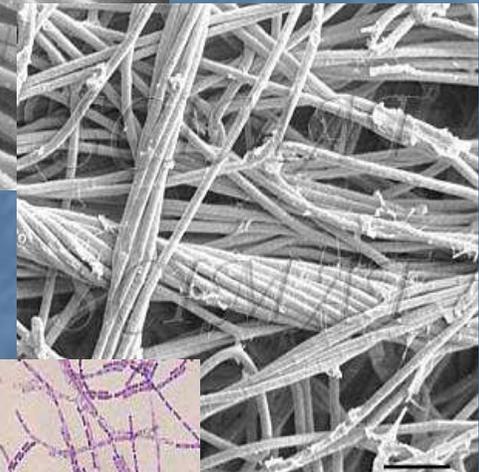
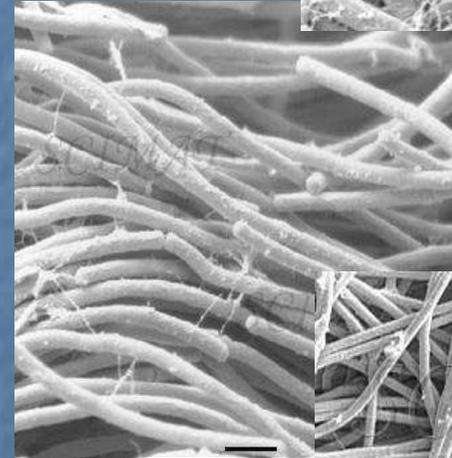
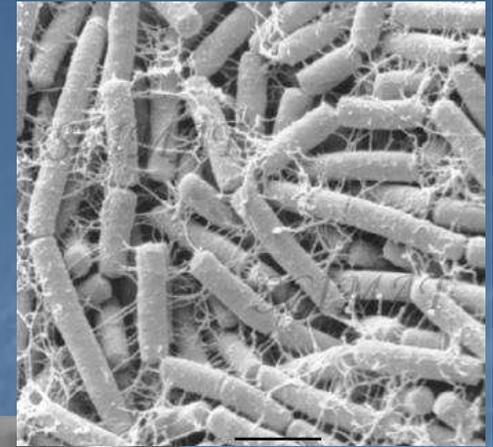
Intoxication à *Bacillus cereus*

Intoxication histaminique

3.4.2 - *Bacillus cereus*

- Très largement répandu dans la nature,
- *Bacillus cereus* se comporte comme un pathogène opportuniste et également responsable d'intoxications alimentaires.
- *Bacillus cereus* pose de sérieux problèmes dans les industries agro-alimentaires (notamment les industries laitières)
- Non seulement elle est résistante à la chaleur, mais elle a la capacité d'adhérer fortement à de nombreuses surfaces, y compris l'acier inoxydable.
- Cette adhésion est liée à l'hydrophobicité de la surface des spores et à la présence de filaments. De ce fait, les spores sont très difficiles à éliminer des tuyaux, des canalisations, et des réservoirs...

- Bacille à Gram positif aux extrémités arrondies
- Aérobic stricte ou anaérobic facultative
- Généralement mobile grâce à une ciliature péritriche
- Longueur supérieure à 3 μm et diamètre moyen de 1,4 μm
- Souvent groupés en chaînes
- Forment des spores non déformantes, ovales (ou parfois cylindriques)



- Les spores ont la structure classique des endospores bactériennes des bacilles à Gram positif
- Elles peuvent présenter en surface de longs filaments



- L'intoxication succède à l'ingestion d'aliments abandonnés plusieurs heures à température ambiante après leur préparation et ayant permis une forte prolifération bactérienne
- On retrouve classiquement plus de 10^5 unités formant colonie par gramme d'aliment et ce nombre peut atteindre 5×10^{10}
- Les spores ne sont pas spécialement thermorésistantes mais certaines souches produisent des spores plus résistantes et la présence de matière grasse semble avoir un effet protecteur.

- **Les aliments incriminés sont très divers :**

potages, riz cuisinés, légumes (purée d'épinards, carottes râpées, salades de lentilles, salades de tomates...) purées de pomme de terre, aliments déshydratés: (poivre, poudre d'œufs...), produits laitiers: lait en poudre, laits pour enfants, crèmes pâtisseries, crèmes glacées,

Aussi: pain, viandes de dinde, viandes de porc, viandes de bœuf, viandes en sauce, œufs, crevettes,...

- Ces intoxications sévissent sous deux formes :
 - une forme gastro-entérique
 - une forme émétique.

Certains malades présentent simultanément les symptômes des deux formes cliniques.

Forme gastro-entérique

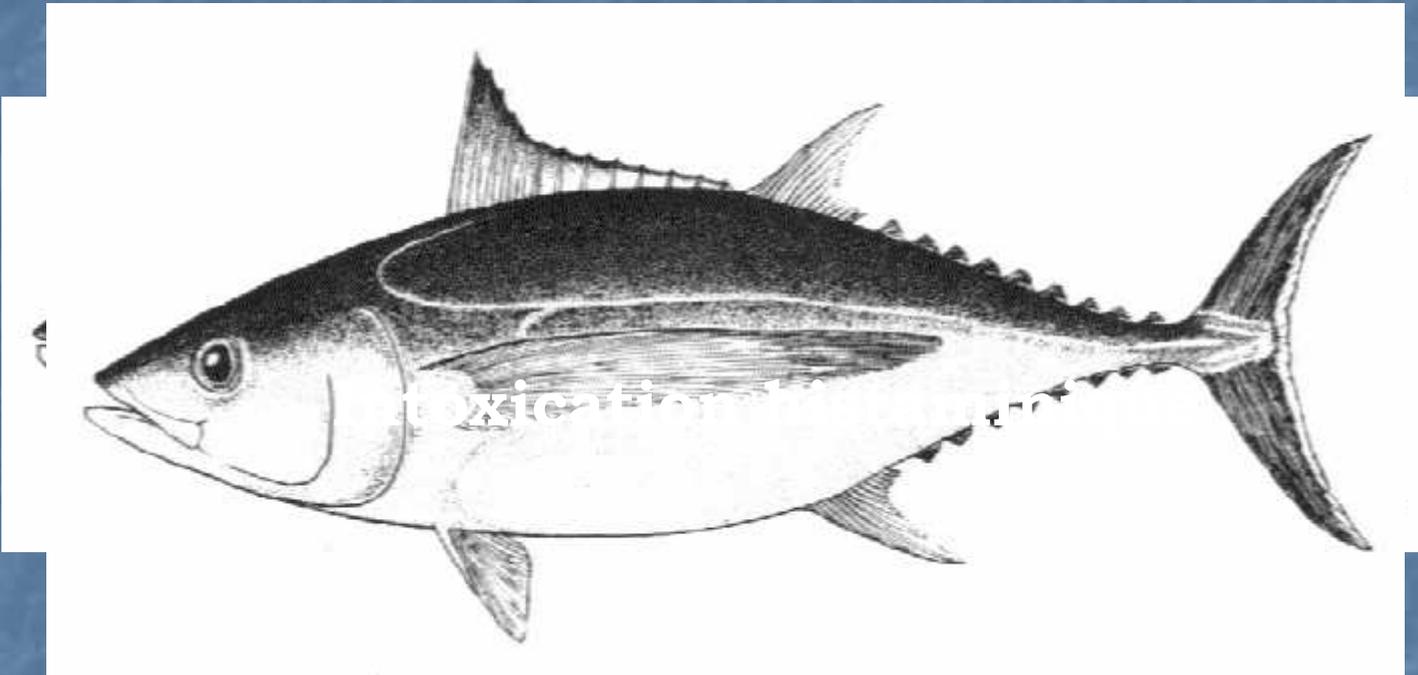
- Incubation supérieure à 6 heures (généralement de 8 à 16 heures mais pouvant atteindre plus de 24 heures)
- Crampes abdominales, diarrhée, vomissements et fièvre rares
- Lors d'une intoxication collective, 23% des malades ont présenté un épisode fébrile.
- La guérison intervient généralement en 12 à 24 heures, mais certains malades présentent des symptômes évoluant sur plusieurs jours et pouvant nécessiter une hospitalisation.
- Complications rares; quelques souches colonisent l'intestin grêle et provoquent des formes graves, parfois mortelles.
- Production de toxine: $6 < \text{pH} < 8,5$; $7 < \text{pH opt} < 7,5$; $18 < T(^{\circ}\text{C}) < 43$
- Inactivée par un chauffage à 56°C /15min.

Forme émétique

- Incubation: 0,5 à 6 heures.
- Principaux symptômes (6 à 24h): nausées, vomissements et parfois diarrhée.
- Résulte presque toujours de l'ingestion de riz cuisiné ou plus rarement de pâtes et de produits laitiers (lait en poudre).
- Dans tous les cas, les denrées alimentaires ont été abandonnées à température ambiante avant leur consommation ou leur utilisation dans la confection de plats

La toxine est stable à 126°C/90min, et à 4°C/2mois.

Production: $2 < \text{pH} < 11$



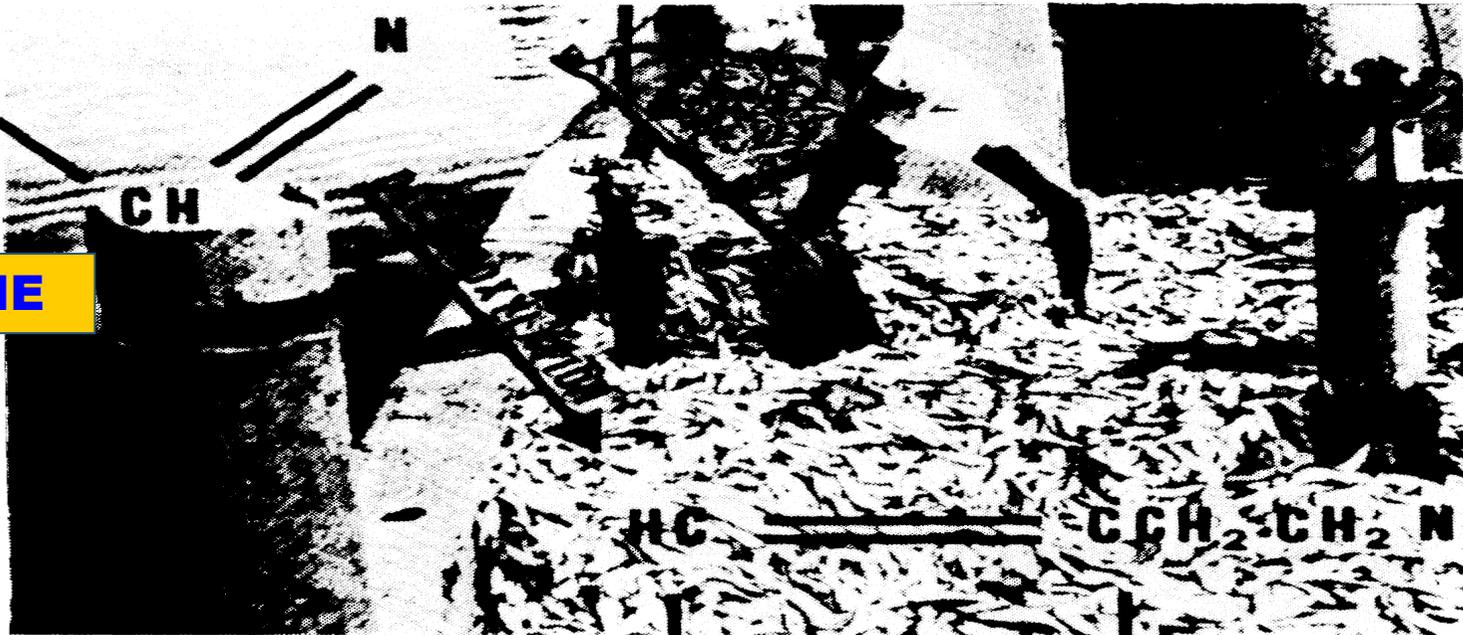
L'ichtyosarcotoxisme type histaminique :

- Le terme **d'ichtyosarcotoxisme** est employé pour les poissons qui contiennent dans leur chair, leur peau et leurs viscères des substances toxiques.
- Surtout avec des **Scombridés** (*thons, maquereaux, bonites*)
- Autrefois, cet empoisonnement était appelé **empoisonnement par les Scombridés.**

- L'empoisonnement à l'histamine est une intoxication consécutive à l'ingestion d'aliments contenant des taux élevés d'histamine.
- L'histamine se forme dans les poissons *post mortem* par **décarboxylation** bactérienne de l'acide aminé **histidine**.
- Une intoxication due à de l'histamine produite par l'action de l'histidine décarboxylase de bactéries (*Clostridium*, *Escherichia*, *Salmonella*, *Shigella*, etc.) présentes dans la peau des poissons riches en histidine.



HISTIDINE



Origine et structure
chimiques de l'histamine

HISTAMINE

- La transformation de l'histidine en histamine dépend du pH ambiant, de la température et augmente si le poisson a été insuffisamment préparé et mal réfrigéré (surtout > 20°C).
- Le taux tissulaire d'histamine est considéré comme un bon indicateur de la détérioration d'un poisson:

La teneur normale dans les maquereaux et les thons rouges frais est de 1 à 5 mg par 100 g de muscle.

Les troubles sanitaires sont possibles à partir de 20 mg par 100 g de muscle.

- Les bactéries productrices d'histamine sont:
 - certaines *Enterobacteriaceae*,
 - un certain nombre de *Vibrio*.
 - un petit nombre de *Clostridium* et *Lactobacillus*.
- Les producteurs d'histamine les plus puissants sont:
 - *Morganella morganii*,
 - *Klebsiella pneumoniae*
 - *Hafnia alvei*,
- Se trouvent chez la plupart des poissons, vraisemblablement par suite de contamination après la pêche.
- Se multiplient bien à 10°C
- A 5°C, la croissance est considérablement retardée: on n'a jamais relevé de production d'histamine par *M. morganii* à une température inférieure à 5°C

Toxicité de l'histamine:

- Médiateur dans les réactions d'allergie.
- Une maladie bénigne;
 - Période d'incubation extrêmement courte (quelques minutes à quelques heures)
 - Durée de la maladie également brève (quelques heures).
- Sensibilité individuelle variable: les convives d'un repas ne présentant pas forcément la même symptomatologie.
- La présence d'histamine n'explique pas tout car des concentrations allant jusqu'à 500 mg par 100 g de muscle n'ont parfois donné aucun signe.

Les signes cliniques

- Les symptômes :
 - cutanés: rougeurs à la face, urticaire, oedème
 - gastro-intestinaux (nausées, vomissements, diarrhée)
 - neurologiques (migraines, fourmillements, sensation de brûlure dans la bouche).
- Le seul test diagnostique est le dosage de l'histamine dans le poisson et chez le patient.
- L'évolution est généralement bonne en 3 à 4 heures, parfois 8 à 16 heures.

Traitement

- Souvent: l'intoxication évolue rapidement vers la guérison complète...
- Dans les cas les plus sérieux: traitement par des antihistaminiques (antagonistes compétitifs de l'histamine) qui se fixent sur les récepteurs histaminiques.
(loi d'action de masse: un excès d'antihistaminique déplace l'histamine)

La prévention passe par la consommation de poisson fraîchement pêché, son transport et son stockage sous réfrigération jusqu'à consommation ou transformation industrielle.

**3.5- Les accidents
sanitaires dus aux germes
émergents**

Qu'entend-on par germe émergent?

Les maladies transmises par les aliments considérées comme émergentes sont celles devenues plus courantes récemment.

Certaines d'entre elles étaient connues dans le passé, et sont redevenues d'actualité. Exemples:

- Épidémies de salmonellose
- Choléra
- Accident à *Escherichia coli*

épidémies de salmonellose

- Dans l'hémisphère occidental et en Europe, le sérotype *Salmonella enteritidis* (SE) est devenu la souche prédominante de Salmonelles. Les enquêtes sur les poussées épidémiques de SE révèlent que son émergence est liée en grande partie à la consommation de volailles et d'œufs.

le choléra

- Il s'agit d'un autre exemple de maladie infectieuse à la fois bien connue et émergente
- Le choléra se transmet souvent par l'eau, mais l'alimentation est également une autre voie possible de contamination. En Amérique Latine, la glace et les fruits de mer crus ou insuffisamment traités constituent des voies épidémiologiques importantes de transmission de la maladie.

Escherichia coli

- Les infections par le sérotype O157:H7 d'*Escherichia coli* ont été décrites pour la première fois en 1982. Cette souche est ensuite rapidement apparue comme une cause importante de diarrhées sanglantes et d'insuffisance rénale aiguë. L'infection est parfois mortelle, notamment chez les enfants.

Listeria monocytogenes

- est considérée comme émergente car le rôle des aliments dans sa transmission n'a été reconnu que tout récemment. Chez la femme enceinte, l'infection peut provoquer l'avortement ou la naissance d'un bébé mort-né et, chez les nourrissons ou les personnes souffrant d'un déficit immunitaire, elle se présente sous la forme d'une septicémie ou d'une méningite.

L'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB),

- maladie neurodégénérative, transmissible et mortelle, a été découverte pour la première fois au Royaume-Uni en 1985.
- Le lien entre l'agent étiologique et la tremblante du mouton a été établi avec la contamination des carcasses recyclées pour produire des farines de viande et d'os servant d'additifs dans les aliments pour bovins.

Les principaux germes émergents

- *Listeria*, notamment *Listeria monocytogenes*
- *Yersinia*, notamment *Yersinia enterocolitica*
- *Campylobacter*, notamment *Campylobacter jejuni*

Listeria monocytogenes

Qu'est-ce que *Listeria monocytogenes* et la listériose?

- *Listeria monocytogenes* est une bactérie saprophyte ubiquitaire (sol, boue, eau, végétaux, fourrages, maïs, environnement industriel usines et laiteries, matières fécales humaines et animales).
- pH optimum : 7,5 avec variation de 5,6 à 9,6
- C'est une bactérie psychrotrophe qui prolifère entre +1°C et +45°C (température optimale : 30°C à 37°C).
- À +4°C elle se multiplie mieux que les autres bactéries présentes dans les fromages
- *Listeria monocytogenes* est très résistante

Sa destruction par pasteurisation du lait est inconstante

Du lait pasteurisé s'est avéré contenir *Listeria monocytogenes*

Mais pasteurisation à 71 ou 72°C durant 15 secondes est suffisante pour éliminer les *Listeria*

Survit en présence de 10 à 30 % de NaCl (les taux de sels habituellement rencontrés dans les fromages n'inhibent pas sa croissance) et de 40 % de bile,

Se multiplie dans le lait à 22°C (10^8 bactéries par ml en 48 heures).

N.b:elle peut résister à la congélation.

Les symptômes de l'infection

Les symptômes de la listériose apparaissent habituellement entre 2 et 30 jours après l'infection. :
La listériose s'avère particulièrement dangereuse pour:
les **femmes enceintes**,
les **nouveau-nés** et les personnes souffrant
d'immunodéficience, c'est à dire les personnes atteintes
de déficiences immunitaires héréditaires,
Les cancéreux sous chimiothérapie,
les alcooliques,
les personnes ayant subi une transplantation et soumis à
des traitements immunosuppresseurs,
les toxicomanes,
les vieillards et les personnes atteintes du SIDA.

Des troubles digestifs peuvent apparaître

Si le système nerveux est atteint:

- le patient souffrira de maux de tête
- la nuque deviendra rigide
- une perte de poids ainsi que des convulsions feront partie des symptômes.

La listériose se manifeste principalement par une méningite, méningo-encéphalite, encéphalite pure, septicémie mortelle à 50 % des cas.

Chez la femme enceinte l'infection est responsable de:

- . fausse-couche
- . naissance prématurée ou mortinatalité (avortement...)

•N.B.: L'Homme contaminé peut devenir porteur sain

Personnes à risque

- Les personnes très jeunes, âgées ou dont le système immunitaire est affaibli.
- Les femmes enceintes doivent faire attention de ne pas contracter la listériose car durant les trois premiers mois de grossesse, il peut y avoir avortement spontané ou le bébé pourrait être très malade ou mort-né.





**Mort in utérus (avortement ou
mort -né)**



**Forme gravissime
(granulomatosis infantica)**

Dans quels aliments trouve-t-on le germe ?

- **Isolée dans certains fromages à pâte molle**, les saucisses à hot-dog, les **saucisses à volailles**, les viandes, les poissons et, surtout, le lait crû. Dans l'ordre décroissant : **volaille**, porcs, bovins, charcuterie, poissons, crevettes.

Les fromages à pâte molle à croûte fleurie ou à **croûte lavée** sont souvent le siège d'une multiplication importante au cours de la remontée du pH qui accompagne l'affinage, la surface est donc souvent plus riche en *Listeria* que le coeur du fromage



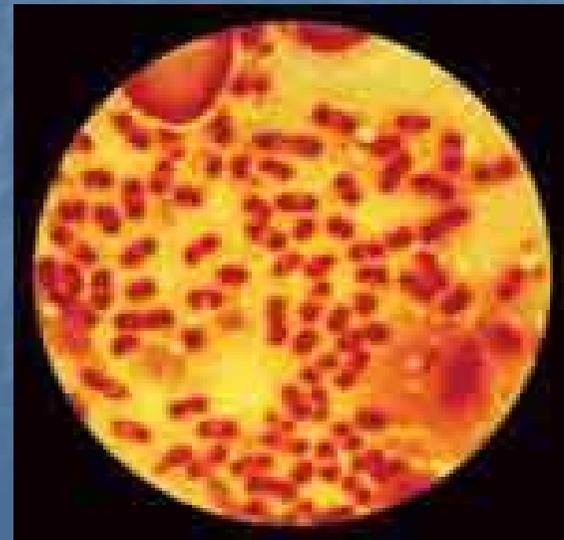
Les moyens de prévention de la listériose

- Faire cuire ou bouillir les aliments comme les hot-dogs ou les produits dérivés de la volaille jusqu'à ce qu'ils soient très chauds;
- Éviter le lait et les produits laitiers crus ou non-pasteurisés;
- Bien laver les légumes avant leur consommation;
- Garder les aliments hors des températures non-recommandées allant de 4° à 60°C (40° à 140°F);
- Toujours réfrigérer les aliments non-consommés;
- Se laver les mains fréquemment durant la préparation des aliments et toujours avant et après la manipulation de viande et volaille crues;
- Toujours faire attention à la date-fraîcheur ("meilleur avant") des aliments emballés même si leur durée de conservation est longue et qu'ils ont été réfrigérés.

Yersinia enterocolitica

Nature du microorganisme

- ❖ *Yersinia enterocolitica* est un bacille à Gram négatif (1,0-3,5 μm sur 0,5-1,3 μm)
- ❖ Souvent isolé dans des spécimens cliniques tels que les plaies, les selles et les crachats.
- ❖ Cette bactérie ne fait pas partie de la flore intestinale normale de l'Homme.



- *Yersinia enterocolitica* n'est pas exigeante, de plus elle se multiplie **aux températures de réfrigération**([psychrotrophe](#)).
- La température optimale de croissance est de 29°C, mais elle pousse à 37°C
- pH optimum de croissance proche de la neutralité (7,3 à 7,5.)
- Persiste mieux sur la viande de boeuf, d'agneau, de porc, de volailles conditionnées sous vide qu'à l'air libre (28 jours à 1-3°C).
- *Yersinia* est inactivée en partie lors du caillage du lait et en totalité pendant l'affinage
- Détruite par la [pasteurisation](#).

Nom de la maladie

Yersiniose, entéro-colite, pseudotuberculose.

Il y a trois espèces pathogènes (*Y. enterocolitica*, *Y. pseudotuberculosis* et *Y. pestis*) mais seulement les deux premières peuvent provoquer une infection alimentaire.

Symptomatologie

Chez l'homme, *Yersinia enterocolitica* est principalement responsable de:

- gastro-entérites fébriles : fièvre souvent modérée, mais pouvant parfois dépasser 39°C ;
- entérocolite et iléite terminale accompagnées de diarrhées aqueuses ou sanguinolentes et de vomissements
- douleurs abdominales, souvent modérées

Une circonstance particulière est celle du **choc septique** lors d'une transfusion de concentrés de globules rouges et, surtout, de plaquettes.

Cette bactérie se multiplie, en effet aussi bien à 4°C (température de conservation des poches de sang) qu'à 37°C. Dans tous les cas rapportés, le sang provenait d'un donneur présentant une bactériémie asymptomatique.



Aliments responsables

Principalement **le porc**, mais aussi

- Gâteaux à la crème: en Belgique, en 1975 (4 cas),
- Plat de riz: en Hongrie en 1976,
- Boisson au lait chocolaté: en Belgique en 1976 (37 cas) et aux USA en 1978 (250 malades),
- Lait en poudre: en 1981 à New York (239 malades)
- Tofu contaminé par de l'eau non potable (87 cas)
- Lait pasteurisé (plusieurs milliers de cas) aux USA en 1981 et 1982.
- Crèmes glacées
- Moules, **huîtres**
- Viandes : boeuf, agneau
- Eau

Prévention

Les mesures d'hygiène lors de la préparation et du transport des aliments sont très importantes pour prévenir les yersinioses.

Il est particulièrement contre indiqué de manger de la viande de porc crue ou mal cuite.

Année	Pays	Nombre de cas	Source de contamination	Sérovar
1976	U.S.A.	228	Lait chocolaté. Contamination due au sirop de chocolat ajouté au lait pasteurisé.	O:8
1976	Canada	138	Lait cru (?)	O:5,27
1980	Japon	1051	Lait.	O:3
1981	U.S.A.	159	Lait préparé à partir de lait en poudre et certainement contaminé par les mains souillées du cuisinier.	O:8
1981-1982	U.S.A.	50	Tofu. Contamination due à l'eau utilisée pour laver le soja.	O:8
1982	U.S.A.	16	Germes de soja.	O:8
1982	U.S.A.	172	La source de contamination n'a pas été formellement établie mais il existe une relation avec la consommation de lait pasteurisé. La contamination serait due à du fumier de porcs ayant souillé le lait après pasteurisation.	O:13a,13b
1983	Hongrie	8	Mets traditionnel à base d'intestin et d'estomac de porc.	O:3
1985	Canada	2	Eau de boisson.	O:3
1989	U.S.A.	15	Tripes de porc (préparation d'un plat traditionnel). Transmission de <i>Yersinia enterocolitica</i> à des enfants par l'intermédiaire des mains des cuisinières ayant lavé les tripes avant de les faire bouillir.	O:3 (14 cas), O:1,2,3 (1 cas)
1995	U.S.A.	10	Lait pasteurisé. Contamination consécutive à la pasteurisation.	O:8
1995-1996	U.S.A.	29	Tripes de porc. Transmission de <i>Yersinia enterocolitica</i> à des enfants par l'intermédiaire des mains des cuisinières ayant lavé les tripes avant de les faire bouillir.	O:3
Exemples de cas de Yersiniose				156

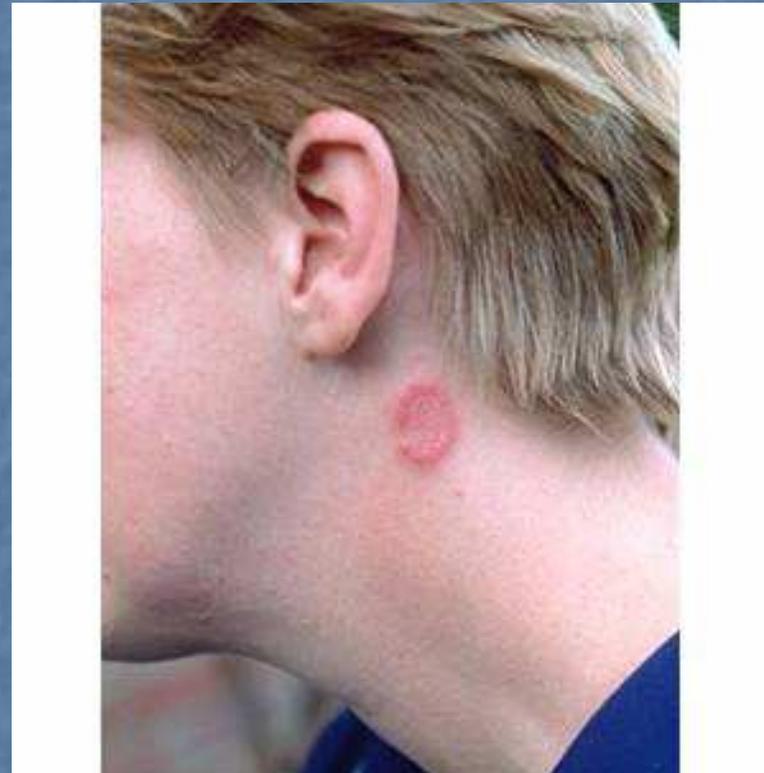
■ 3.6-Mycotoxicooses

- Introduction
- 1. Mycoses
- 2. Moisissures toxigènes
- 3. Mycotoxines
- 4. Mycotoxicogénèse
- 5. Mycotoxicoses
- Conclusion

- Le terme mycotoxine vient du grec «mycos» qui signifie champignon et du latin «toxicum» qui signifie poison.
- Les mycotoxines sont des substances produites par une grande variété de moisissures se développant sur différents types d'aliments bruts (céréales, oléoprotéagineux, fruits) ou transformés, et dans des situations écologiques très diverses.
- Elles affectent surtout les animaux d'élevage consommant les aliments bruts contaminés.
- Du fait de leur transfert dans la chaîne alimentaire, et de leur grande stabilité thermique, elles constituent un danger pour la santé de l'Homme.

- 1.1. Effets:
 - Sur la peau :
 - Chez la plupart des individus en bonne santé, les mycoses sont légères, ne touchent que la peau, les cheveux, les ongles ; elles cèdent spontanément.
 - Chez les individus dont le système immunitaire est affaibli, (SIDA par exemple), de telles infections, appelées dermatophytoses, peuvent persister pendant de longues périodes. (exp: *Microsporum*, *Epidermophyton* et *Trichophyton*).
 - Dans certains organes internes:
 - Les champignons peuvent également envahir les organes internes, en particulier les poumons, où ils provoquent une infection qui ressemble à une pneumonie ou à une tuberculose pulmonaire.

- 1.2. exemple
- De nombreuses mycoses provoquent l'apparition de taches rouges circulaires, accompagnées de fortes démangeaisons. La périphérie de la tache est souvent rouge vif. Ce type de mycose (trichophytie) peut être causé par des champignons variés et nécessite la prescription d'un traitement anti-fongique.



2.les moisissures toxigènes

- Les moisissures toxigènes sont des champignons capables de synthétiser et excréter des mycotoxines.
- On dénombre plusieurs centaines d'espèces de moisissures appartenant principalement aux trois genres très communs *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium* capables de produire plusieurs centaines de mycotoxines.

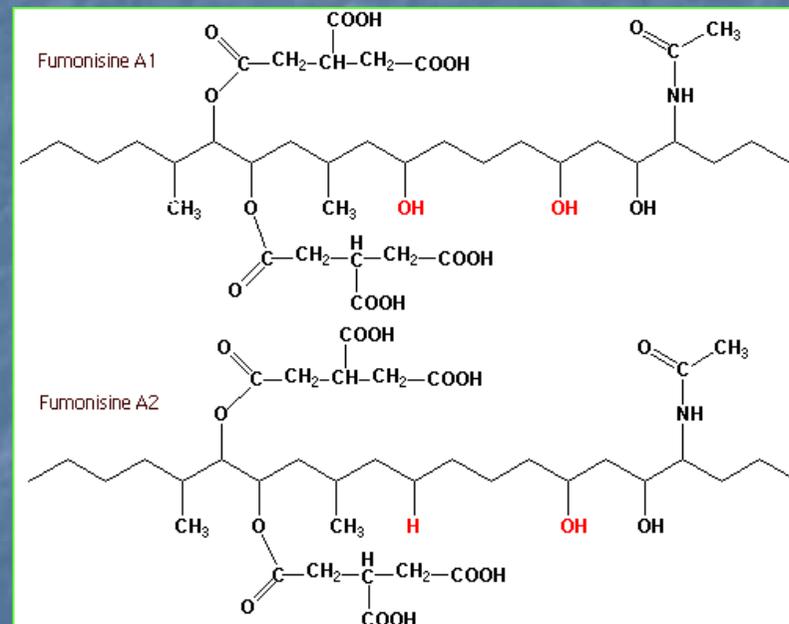
■ 3.1. Définition:

- - **mycotoxines** : molécule toxique issue du métabolisme secondaire de certaines espèces de moisissures qui se développent sur les aliments
 - Elles sont de faible poids moléculaire, donc non antigéniques
 - Elles provoquent des syndromes spécifiques chez l'Homme et/ou les animaux

3.Mycotoxines

- 3.2. Nature chimiques: très variée

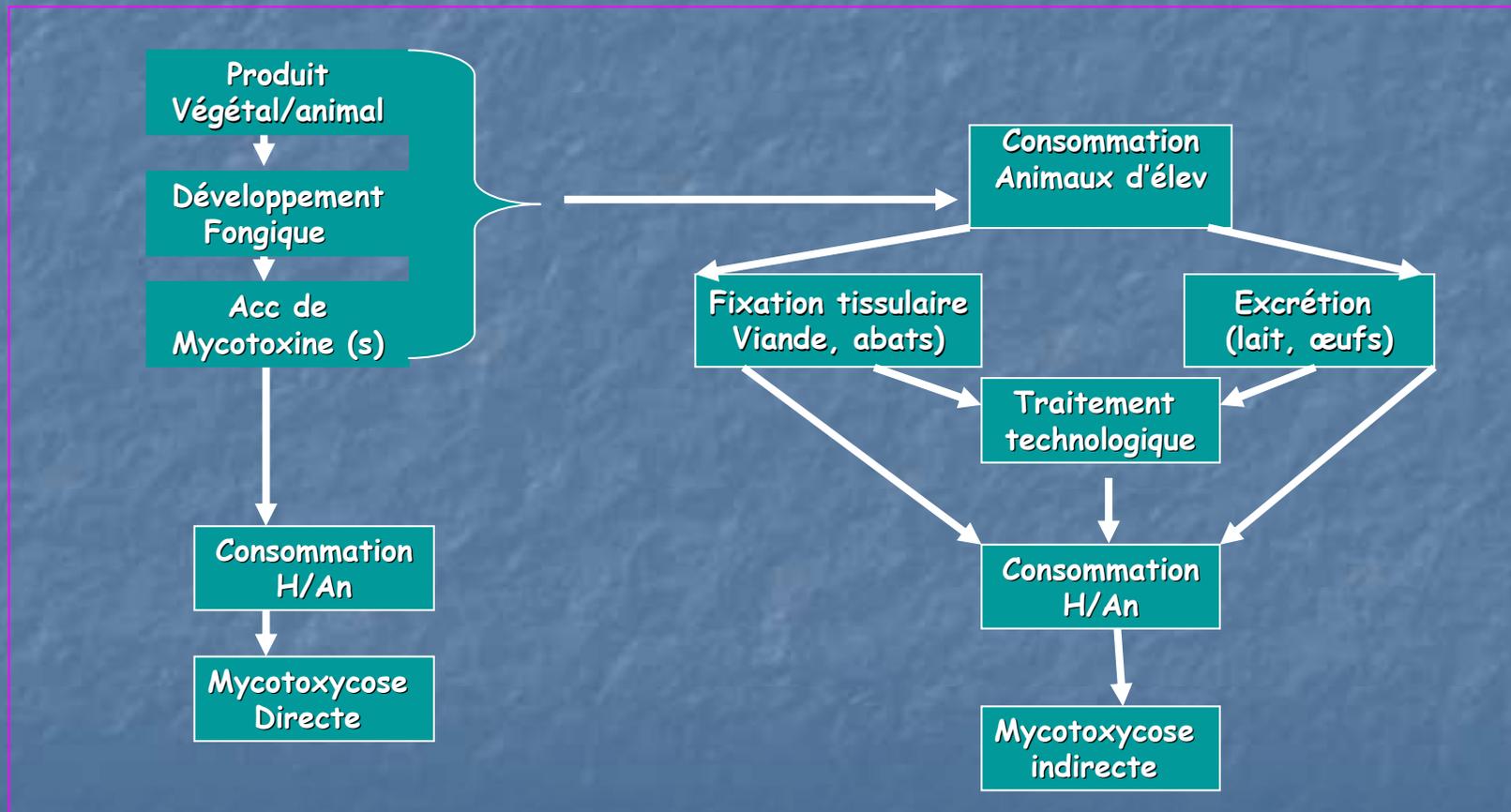
Exemple



■ 3.3. Caractéristiques physico-chimiques

- Des petites molécules (PM < 1000)
 - Peu Solubles Dans L'eau
 - Difficilement métabolisées par les organismes vivants.
 - Très Stables, À L'acidité Et Surtout À La Chaleur
- Conséquence : la décontamination des denrées alimentaires est très problématique.

3.4. Voies de contamination des aliments en mycotoxines



3.5 Entrée des mycotoxines dans la chaîne alimentaire de l'Homme

Même après disparition des moisissures, les mycotoxines éventuellement produites peuvent rester sur les denrées et être transférées tout au long de la chaîne alimentaire dans les produits dérivés et les aliments élaborés.

- L'entrée des mycotoxines dans la chaîne alimentaire de l'Homme s'effectue:
 - par des denrées consommées directement (arachides, pistaches, amandes...)
 - indirectement par des produits dérivés (*par ex.* farine de céréales) à partir desquels sont élaborés des aliments finis (*par ex.* produits issus de la panification, de la biscuiterie, céréales pour petit-déjeuner).
 - par des produits d'origine animale (lait et produits laitiers, abats, charcuterie...) si l'animal a consommé une nourriture elle-même contaminée par des mycotoxines.

3.Mycotoxines

Exemple 1: Contamination de la chaîne alimentaire par l'aflatoxine B1

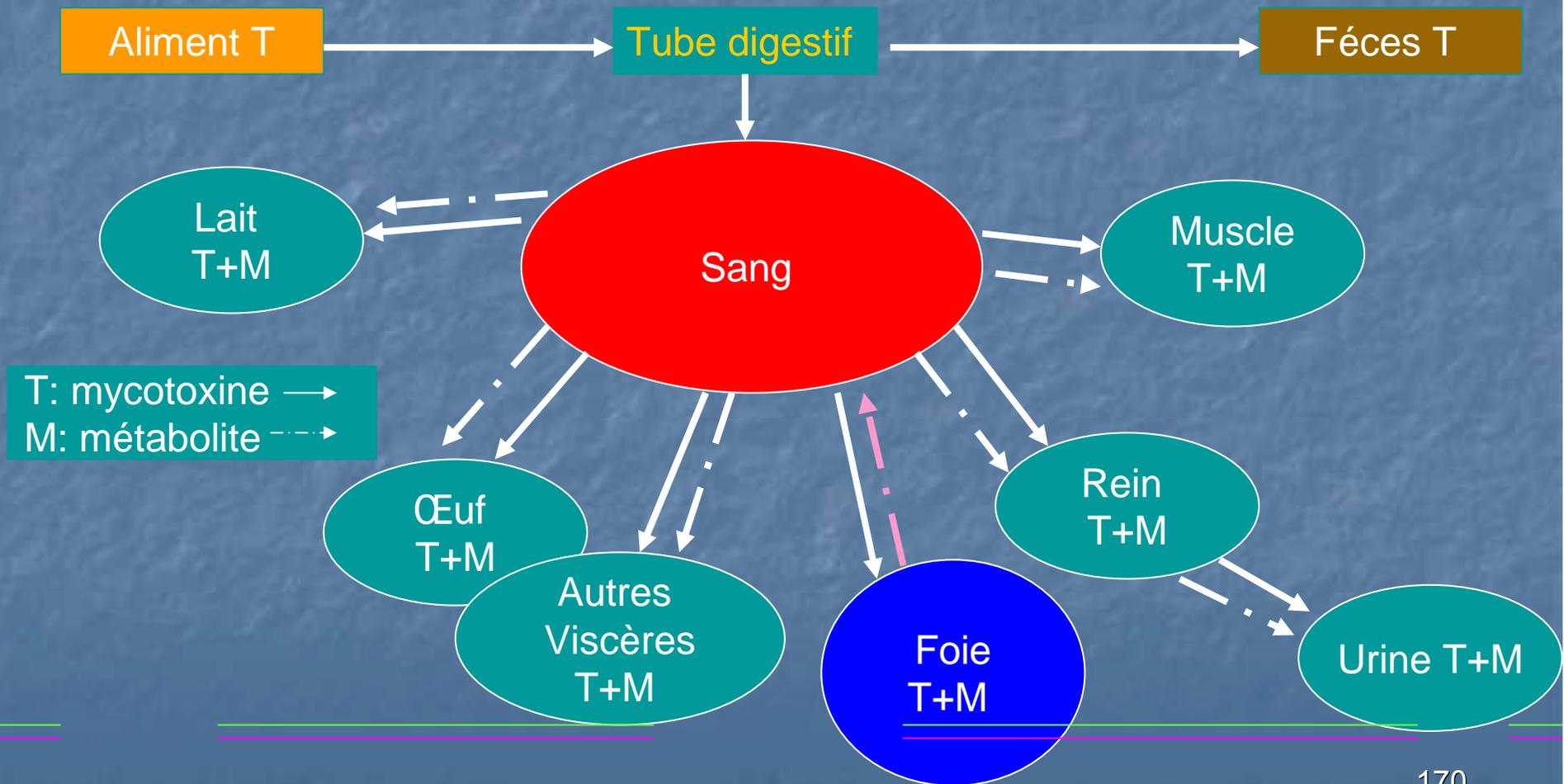


3.Mycotoxines

Exemple 2: Contamination de la chaîne alimentaire par l'ochratoxine A



3.6. Distribution d'une mycotoxine et de ses métabolites dans l'organisme

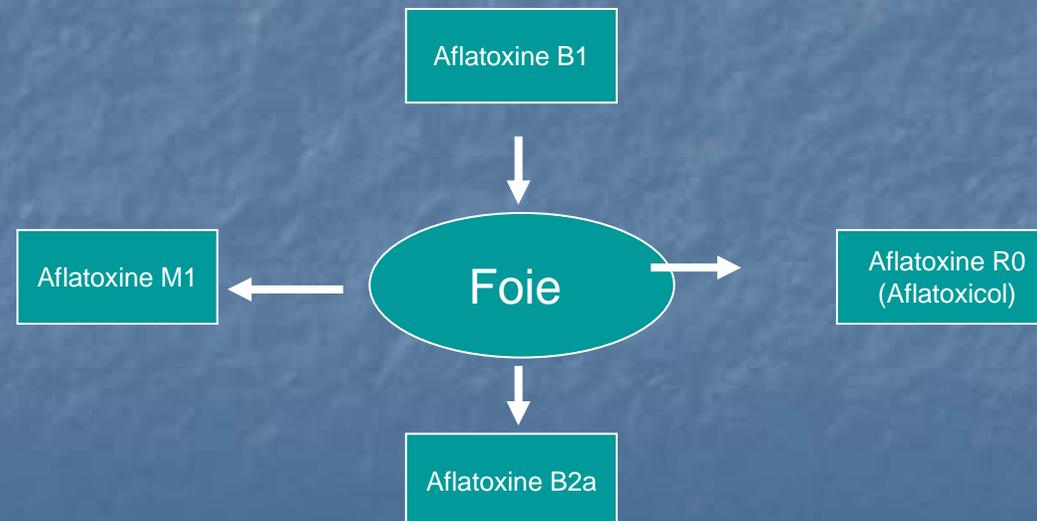


3.7.Accumulation des mycotoxines dans les tissus

- L'accumulation d'une mycotoxine dans les tissus dépend de :
 - La nature de la mycotoxine
 - La dose ingérée
 - Le régime d'ingestion
 - L'état physiologique
 - L'organe ou le tissu concerné.
- Note: d'une manière générale, la quantité retenue est beaucoup plus faible que la quantité ingérée

3.8.Métabolisation des mycotoxines (exemple: Aflatoxine)

- Chez la vache laitière, si la ration alimentaire comporte des tourteaux d'arachides ou de maïs contaminés, l'aflatoxine B₁ est partiellement métabolisée au niveau hépatique en dérivés hydroxylés (aflatoxine M₁, aflatoxine B_{2a} ou aflatoxicol) . L'aflatoxine M₁ est excrétée dans le lait.



Exemple de métabolisation d'une mycotoxine.

3.9.Activité biologique

- **Les mycotoxines sont des molécules très toxiques pour l'être humain comme pour les animaux d'élevage.**
- **La palette des effets toxiques des mycotoxines est très étendue : effets**
 - **cancérogènes,**
 - **mutagènes,**
 - **tératogènes,**
 - **immunosuppresseurs,**
 - **allergiques,**
 - **oestrogéniques,**
 - **nécrosants**
 - **neurotoxiques**
 - **néphrotoxiques...**

- **Les organes et tissus-cibles, où des lésions organiques irréversibles peuvent être produites, sont très divers :**
 - **foie, reins,**
 - **peau,**
 - **système immunitaire,**
 - **système nerveux,**
 - **glandes endocrines...**

Il n'existe pas de méthodes universelles de décontamination qui pourraient convenir à l'ensemble des mycotoxines.

- **Les procédés de décontamination doivent être**
 - **simples à mettre en oeuvre et**
 - **peu coûteux (car la décontamination peut concerner des tonnages importants).**
- **les méthodes chimiques**
 - **sont interdites en alimentation humaine :**
 - **Exp: traitement par l'ammoniaque sous pression des tourteaux d'arachides assurant la dégradation des aflatoxines par ouverture du noyau lactone.**

- **Les méthodes physiques**
- **Stérilisation**
- **pasteurisation,**
- **lyophilisation,**
- **congélation...**
- **Autres méthodes**
- **raffinage**
- **fermentation**
- **Séparation**

3.11.La décontamination et les Effets des traitements (suite).

- suivant la technologie alimentaire et les procédés de préparation culinaire, on peut aboutir à l'élimination de la mycotoxine, à sa dilution ou au contraire à sa concentration. Par exemple:
 - La chaleur: peu d'effet sur l'aflatoxine
 - La séparation: écrémage/ lait écrémé, barattage/bareurre, → concentration
trituration/tourteau

- Fermentation:
 - laitière:
 - Aflatoxine: lait → yaourt: pas d'effet.
 - lait → lben diparition
 - Alcoolique
 - Orge → bière : disparition ochratoxine
 - Pommes → cidre: disparition Patuline
- Raffinage:
 - L'aflatoxine détruite par
 - Neutralisation
 - Décoloration

3.12. Précautions dans l'agroalimentaire

- **pour éviter la présence de mycotoxine dans les denrées alimentaires, il faut:**
 - **respecter la rotation des cultures**
 - **avoir des lieux de stockage frais, secs et aérés où la température est contrôlée**
 - **éviter les points d'échauffement lors du transport et du stockage industriel des grains**

- récolter le plus possible par temps sec ;
- procéder au séchage avant l'ensilage (l'idéal étant de diminuer le taux d'oxygène pour diminuer l'activité et la prolifération des moisissures)
- Les mauvaises conditions d'hygiène et de stockage des aliments préparés peuvent aussi faire augmenter les teneurs en mycotoxines.

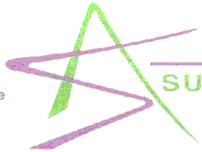
En respectant scrupuleusement ce protocole les industries agroalimentaires peuvent éviter la croissance de moisissures et donc la présence de mycotoxines.

3.12. Précautions dans l'agroalimentaire (suite).

En industrie agroalimentaire (IAA), deux types de traitements sont fréquemment utilisés :

- Ceux appliqués directement sur les aliments
- Ceux visant à limiter les sources de contamination
 - la stérilisation,
 - la réfrigération,
 - La lyophilisation,
 - la déshydratation.

- la dessiccation,
- milieu acide,
- milieu en atmosphère contrôlée,
- l'aménagement des locaux,
- les mesures d'hygiène,
- le traitement des surfaces avec des peintures fongicides,
- la désinfection des mêmes surfaces ou encore l'assainissement de l'air par des filtres ou des aérosols.



3.Mycotoxines

3.12.Organes – cibles des mycotoxines

Organes-cibles des mycotoxines

Mycotoxines	Foie	Reins	Système nerveux	Glandes endocrines	Peau	Système immunitaire
Aflatoxines	●	●	●	●		
Ochratoxines	●	●	●			●
Trichothécènes			●		●	●
Trémorgènes			●			
Acide cyclopiazonique	●	●	●			
Zéaralénone		●		●		

4.1.définition

- La mycotoxinogénèse: synthèse et excrétion des mycotoxines.

4.2 Les conditions optimales

Les conditions optimales de la toxinogénèse dépendent d'une combinaison de facteurs, nous pouvons distinguer:

- ***A. Les facteurs intrinsèques***
 - Ils sont liés à la souche fongique elle même
 - Toutes les souches ne sont pas toxinogènes.

- Certaines espèces peuvent produire plusieurs mycotoxines
 - *Aspergillus flavus*:
 - aflatoxines,
 - acide cyclopiazonique,
 - aspertoxine.
- Le taux initial de la pollution par une espèce toxinogène.

4.2 Les conditions optimales (suite)

■ ***B. Les facteurs extrinsèques***

- les facteurs extrinsèques qui sont constitués par l'ensemble des conditions écologiques.
- **1. Les facteurs physiques, physico-chimiques et chimiques**
- **a) La disponibilité en eau (a_w)**

- **b) La température**
- le couple température-humidité.
- **c) Le pH**
- **d) La composition gazeuse**
- La réduction de la pression partielle en oxygène et surtout l'accroissement de la teneur en CO₂ ont un effet dépresseur bien plus important sur la toxinogénèse que sur la croissance.
- **e) La nature du substrat**

- **2. Les facteurs biologiques**
- intensité de sporulation
- longévité des spores
- vitesse de croissance
- Compétition ...
- Synergie

- Définition
- Historique
- Types Primaire et Secondaires (voies de contamination)
- Formes (aigu/chronique)
- Traitement

5.1. Définition

- Les mycotoxines peuvent causer des maladies chez les hommes comme chez les animaux. Ces maladies provoquées sont appelées «mycotoxicoses».

5.2. Critères

- Pour qu'une substance soit considérée comme responsable d'une mycotoxicose chez l'homme, 5 conditions doivent être remplies :
 - Existence de la mycotoxine dans l'alimentation,
 - Exposition de l'homme à cette mycotoxine,
 - Corrélation entre l'exposition et l'incidence de la maladie,
 - Reproductibilité des symptômes caractéristiques chez les animaux,
 - Mode d'action similaire chez l'homme et les animaux.

5. Mycotoxycoses

Mycotoxycoses	Symptômes	Mycotoxines	Espèce fongique	Denrées	Pays
Ergotisme gangréneux	Vaso-constriction gangrène	Alcaloïdes de l'ergot	<i>Claviceps</i>	seigle, céréales	Ethiopie, Indes
Aleucie toxique alimentaire	brûlures du tube digestif, nausées, vomissements	Trichothécènes	<i>Fusarium</i>	céréales, pain	Russie, Japon, Corée
Maladie de Kaschin-Beck	arthrite osseuse	Trichothécènes	<i>Fusarium</i>	céréales	Chine
Onyalai	hémorragie du rhinopharynx et tube digestif	acide ténua-zonique	<i>Phoma</i>	millet	Afrique du Sud
Béribéri cardiaque	anomalie cardiaque, mort par dépression respiratoire	Citro-viridine	<i>Penicillium</i>	riz	Japon

Compilé par Pr A. Lejkowicz, ENSAT

5.Mycotoxycoses

Mycotoxycoses	Symptômes	Mycotoxines	Espèce fongique	Denrées	Pays
Kwashiorkor	dénutrition énergétique	Aflatoxines	<i>Aspergillus</i>	céréales	Kenya, Soudan
Syndrome de Reyes	accumulation d'acide gras dans le foie, rein, cœur, encéphalopathie, oedème	Aflatoxines	<i>Aspergillus</i>	céréales	Thaïlande
Kodua	somnolence, perte d'équilibre, troubles nerveux, tremor	Acide cyclopiazonique	<i>Aspergillus</i>	millet	Indes
Hépatite aiguë	jaunisse, oedème	Aflatoxines	<i>Aspergillus</i>	céréales (maïs)	Indes, Afrique

Compilé par Pr A. Leskiewicz, ENSAT



ALTERATION D'ORIGINE MICROBIENNE DES ALIMENTS



Généralités: définitions

Mécanismes des altérations microbiennes

Présence physique des microorganismes

Métabolisme

Catabolisme des glucides

Catabolisme des protides

Catabolisme des lipides

Exemples de manifestations organoleptiques des altérations microbiennes des aliments

les viandes

les poissons

les produits laitiers

les œufs et ovo-produits

les fruits et légumes

Méthodes d'appréciation des dégradations microbiennes

méthodes organoleptiques chiffrées

méthodes physiques

méthodes chimiques

méthodes microbiologiques

Généralités: définitions

- Aliment altéré: aliment qui a subi des modifications indésirables pouvant être d'origines physique, chimique, biochimique, entomologique, ou microbienne.
- L'altération d'origine microbienne se traduit souvent par la détérioration des propriétés organoleptiques.
- Les microorganismes responsables sont souvent dotés d'équipements enzymatiques puissants (enzymes de dégradation biochimique): protéases, lipases, amylases, cellulases, pectinases, oxydoréductases, etc.)

Généralités: définitions (suite)

- ❑ L'altération d'origine microbienne ne s'accompagne pas forcément d'un risque sanitaire pour le consommateur.
- ❑ Un aliment non altéré peut véhiculer des microorganismes pathogènes et/ou toxigènes.

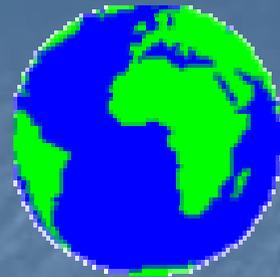
Généralités: définitions (suite)

- La vitesse avec laquelle apparaissent les signes d'altération détermine l'**altérabilité** ou la **périssabilité** d'un aliment
- La périssabilité est liée à:
 - Des paramètres propres à l'aliment (a_w , pH, composition, présence de substances antimicrobiennes, etc.)
 - Des paramètres externes (température, oxygénation, humidité relative de l'air, etc.)

Généralités: définitions (suite)

- On définit:
 - Des **denrées très périssables**: s'altèrent très vite (parfois quelques heures) à température ambiante
 - Des **denrées périssables**: mettent plus longtemps à s'altérer à température ambiante (quelques jours à quelques semaines)
 - Des **denrées non périssables**: grande stabilité, même à température ambiante

L'application du froid est souhaitable pour les denrées périssables et s'impose pour celles très périssables



Mécanismes des altérations microbiennes

Mécanismes des altérations microbiennes:

- Présence physique des microorganismes:

- Quand les microorganismes deviennent assez nombreux en surface, ils sont visibles: **limon**

- A partir de 10^8 bactéries par cm^2 :
poïssage.

- Au-delà de 10^9 bactéries par cm^2 : la biomasse forme un revêtement continu.

Mécanismes des altérations microbiennes:

- Métabolisme:

Les microorganismes interviennent surtout par leur catabolisme.

Mécanismes des altérations microbiennes:

- Catabolisme des glucides:

+ hydrolyse:

- Intéresse les glucides à partir des diholosides.

- nécessite des enzymes spécifiques

Ex: l'invertase (ou sucrase) pour le saccharose et β -galactosidase (ou lactase) pour le lactose.

- L'hydrolyse complète des glucides complexes nécessite des systèmes enzymatiques

(ex : l'amidon exige une α -amylase, une amyloglucosidase et une maltase).

fig

+ Catabolisme du glucose:

- Cas de la respiration (dégradation aérobie du glucose).

- Première phase:

Le glucose est dégradé en acide pyruvique par diverses voies:

(fig)

+ voie glycolytique: voie EMP (Embden-Meyerhoff-Parnas)

+ voie de WARBURG-CHRISTENSEN.

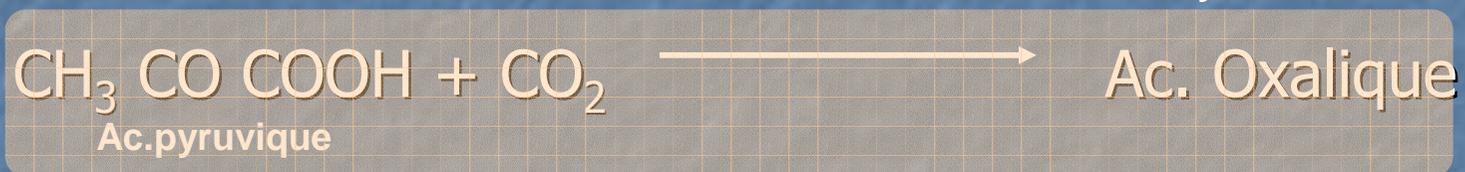
+ Cycle des pentoses: voie d'ENTNER-DOUDOROFF.

+ Catabolisme du glucose:

- Deuxième phase:

L'acide pyruvique est oxydé en CO_2 avec formation de H_2O et libération d'énergie.

L'acide pyruvique subit deux transformations:



Le radical acétyl se fixe sur le coenzyme A pour donner l'acétyl-Co A qui , avec l'Ac. Oxalique, forme l'ac. Citrique, ce qui constitue le début du cycle de Krebs.

+ Catabolisme du glucose:

- Bilan final:



➔ **CONSEQUENCES :**

- * Dépréciation nutritionnelle (perte de glucides).
- * Acidification (très légère).
- * Dégagement de chaleur (hot spots) .
- * Formation de CO_2 .

+ Catabolisme du glucose:

- Cas de la fermentation (dégradation anaérobie du glucose) :

- 1^{ière} phase :

- Le glucose est dégradé en acide pyruvique, quel que soit le microorganisme. Chez les anaérobies stricts, la voie glycolytique n'a pas lieu.

- 2^{ème} phase :

- Le devenir de l'acide pyruvique dépend des microorganismes (équipement enzymatique).

+ Exemples :

✓ Bactéries lactiques :



1: lactico-déshydrogénase

✓ Levures :



2 : Pyruvate-décarboxylase.
déshydrogénase.

3 : Éthanol-

➔ Conséquences :

- Dépréciation nutritionnelle (perte de glucides).
- Modification prononcée du goût.
- Formation de produits secondaires de la fermentation.

Catabolisme des protides

+ hydrolyse des protides :

Protéines — **protéases** → Acides aminés libres

+ Dégradation des acides animés

- **Décarboxylation** : donne naissance à des amines .
- **Désamination** : libération d'ammoniac .
- **Les acides aminés soufrés** donnent du H_2S .
- **Le tryptophane** donne de l'indole (aérobiose) ou du scatol (anaérobiose).

+ Conséquences

- de la protéolyse : digestibilité accrue , goût et odeur influencés (acides aminés aromatiques : tyrosine , tryptophane, etc.).
- de la dégradation des acides aminés :
 - 1 . Effet sur le goût et l'odeur : ammoniac, amines volatiles (Azote Basique Volatil Total), avec alcalinisation.
 - 2 . Toxicité due aux amines toxiques (histamine).

Catabolisme des lipides

+ Hydrolyse

La lipolyse des triglycérides se fait à l'aide de lipases (estérases) par les microorganismes lipolytiques.



+ Étapes ultérieures

Les acides gras (AG) libres et le glycérol peuvent rejoindre le métabolisme des glucides .

- ➔ Les AG sont décomposés en fragments dicarbonés, qui sont transformés en acétyl , d'où l'acétyl-CoA qui s'intègre au cycle de Krebs .
- ➔ Le Glycérol va aussi intégrer la voie glycolytique en passant par l'acide glycérique (oxydation) puis l'acide phospho-glycérique (phosphorylation) .

Les AG libres peuvent aussi s'oxyder:

- ➔ les AG saturés à longue chaîne donnent, par décarboxylation et oxydation, des composés cétoniques , dont des méthylcétones .
- ➔ Les AG insaturés, en présence d'oxygène et avec l'aide de lipoxygénases, donnent des peroxydes, des cétones, des aldéhydes (suiffage)

+ Conséquences

- de la libération des AG (lipolyse) : les AG à courte chaîne (jusqu'à C₁₂) sont volatils, d'où leur effet sur l'odeur et le goût: rancissement lipolytique .
- de l'oxydation des AG: les composés cétoniques ont un goût très fort (en particulier les méthylcétones), de même que les autres produits oxydés (aldéhydes, peroxydes, etc.) : rancissement oxydatif .

+ Remarque :

- Lipolyse et rancissement oxydatif peuvent être recherchés (smen, suif) ou indésirables (beurre frais).



Exemples de manifestations organoleptiques de l'altération microbienne



Les viandes



- Sans refroidissement, une **putréfaction verte** s'installe.
- Une odeur ammoniacale précède le verdissement des muscles et leur ramollissement.
- Le début de l'altération intéresse les zones les plus souillées et intéresse bientôt l'ensemble de la carcasse .
- Les viandes hachées deviennent brunes et vite poisseuses dans les couches superficielles.
- En profondeur, **l'odeur lactique** peut s'installer à moins d'une **putréfaction** à **odeur ammoniacale** si la T° de stockage est très élevée.

Les poissons



- Altération superficielle (**migration centripète**) et altération profonde (**migration centrifuge**) associent leurs effets pour transformer les caractères du poisson
- Les changements d'aspect, de consistance, de couleur et d'odeur ne sont pas totalement ou tous d'origine microbiennes.
- Néanmoins, les altérations sont à prédominance bactérienne.
- Modification de couleur et d'odeur des branchies, apparition, à la surface du tégument et à partir des ouïes, d'une substance muqueuse translucide, puis laiteuse à forte odeur de poisson puis à odeur ammoniacale, tandis que les écailles se ternissent, s'uniformisent vers des nuances grisâtres, ramollissement des chairs, affaissement de l'abdomen, décollement du péritoine sont en partie d'origine bactérienne.

Les produits laitiers



- Principale altération des laits : la coagulation acide (le lait tourne).
- Les laits pasteurisés ou stérilisés peuvent devenir filants ou acquérir des odeurs maltées ou fruitées, voire ammoniacales. Les beurres sont le siège de rancidité (oxydation).
- Les laits fermentés et les fromages sont occasionnellement victimes d'accidents de fabrication, en particulier à la suite de la présence d'antibiotiques dans le lait. Les coliformes et autres germes gazogènes prennent la place des bactéries lactiques inhibées.

Les œufs et ovo-produits



- Les œufs en coquille peuvent être le siège d'altérations microbiennes: odeurs maltées, de paille, taches sous la coquille (*Penicillium*, *Cladosporium*) putréfaction: œuf pourri noir (*Proteus*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*), rouge (*Serratia*), vert (*Pseudomonas fluorescens*).
- Dans les ovo-produits (jaune d'œuf, poudre d'œuf entier, etc.), diverses odeurs anormales peuvent apparaître.

Les fruits et légumes



- Le produit végétal attaché à la plante oppose une bonne résistance aux invasions microbiennes. Après la récolte ou la maturation, cette protection diminue. On assiste à une croissance de la flore saprophyte et une invasion des tissus, ce qui provoque une altération. En général, les fruits, qui possèdent un pH bas, sont plus résistants que les légumes. Les principaux agents d'altération sont les levures et les moisissures .
- La flore pectinolytique entraîne le ramollissement des tissus. Elle peut être inhibée par l'acidification (olives, cornichons, choucroute, etc.).



Méthodes d'appréciation des dégradations microbiennes



- Méthodes organoleptiques chiffrées:

Le degré d'altération d'un aliment peut être chiffré si l'évolution des caractères passe par des phases caractéristiques. C'est ce qui a été proposé pour le poisson.

Méthodes physiques

- L'évolution de la valeur du pH est significative, dans un sens comme dans l'autre, mais les valeurs seuils ne sont pas toujours définies.
- Certaines valeurs de pH ont été proposées, mais elles restent spécifiques à un produit donné.

Méthodes chimiques

- Les produits du catabolisme bactérien augmentent théoriquement avec le degré d'altération :
- ➔ Le dosage de l'azote basique volatil total (ABVT) constitué surtout de NH_3 et d'amines diverses est le plus connu. Sa signification est grande pour le poisson .
- ➔ Le rancissement des graisses sera caractérisé par l'acidité de la matière grasse (exemple : huile d'olive).

Méthodes microbiologiques

- Ce sont souvent les seules valables pour apprécier la conformité aux critères réglementaires.
- Les méthodes à utiliser sont codifiées ainsi que l'interprétation des résultats.
- Inconvénient: méthodes longues

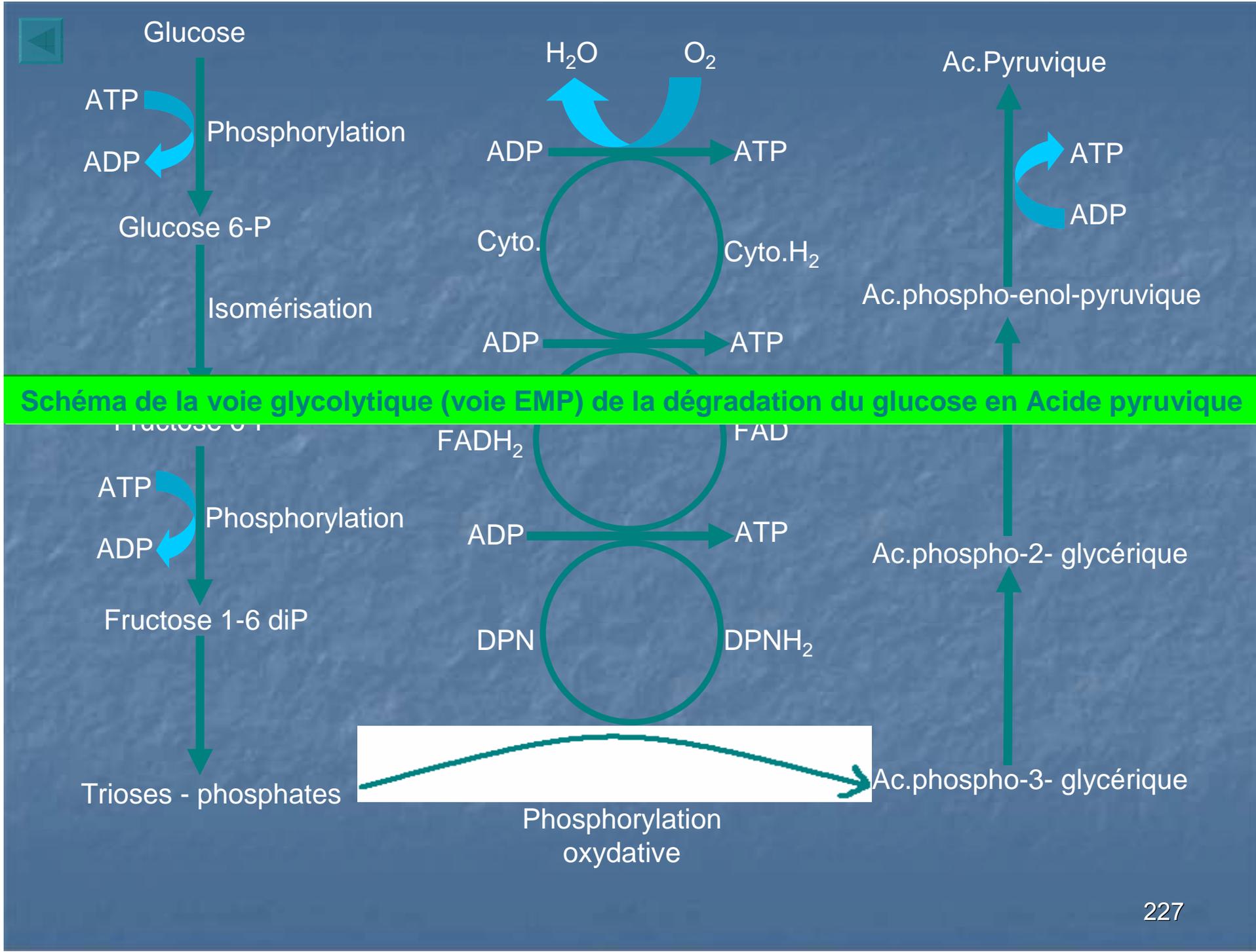
Méthodes d'appréciation des dégradations microbiennes

Méthodes microbiologiques

- Principaux groupes microbiens recherchés:
 - Flore mésophile aérobie totale (FMAT)
 - Coliformes totaux et Coliformes fécaux
 - Staphylocoques
 - Salmonelles
 - Streptocoques fécaux
 - Anaérobies Sporulés Sulfitoréducteurs
(*Clostridium*)



Schéma de dégradation de l'amidon



Chapitre V

Flore indice de contamination fécale



INTRODUCTION

- **Définition:** ensemble de micro-organismes (surtout des bactéries) vivant dans l'intestin de l'Homme ou des animaux
- **Signification dans les aliments:** indiquent une contamination (directe ou indirecte) d'origine fécale, donc une mauvaise hygiène
- **Principaux groupes:**
 - Coliformes
 - Streptocoques fécaux (Entérocoques)

Cette flore est constituée de nombreuses espèces dont les plus importantes sont rassemblées en deux groupes:



Les coliformes



Les streptocoques fécaux

Ces bactéries peuvent être accompagnées d'autres espèces plus dangereuses, mais plus difficiles à rechercher (Salmonella, Klebsiella, Yersinia, Vibrio, etc.)

Exemples de Coliformes Pathogènes Spécifiques

E. coli

Infections urinaires

Shigella

Infections digestives

Salmonella

S. typhi, paratyphi A, B, C

Fièvres septicémiques

Autres

Infections digestives

K. pneumoniae

Infections pulmonaires

E. cloacae

Infections opportunistes

S. marcescens

Infections opportunistes

P. mirabilis

Infections digestives

P. rettgeri

Infections opportunistes

C. freundii

Infections opportunistes

Y. enterocolitica

Infections digestives

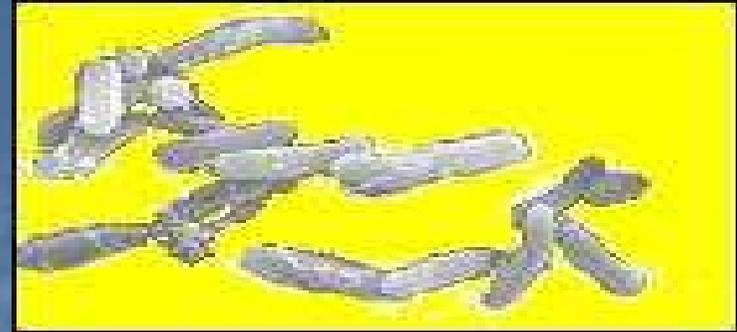
Y. pseudotuberculosis

Infections digestives

Y. pestis

Peste

5.1- les Coliformes



- Bactéries en bâtonnets à Gram négatif, non sporulées, aéro anaérobies facultatives, fermentant le lactose avec production de gaz
- Appartiennent à la famille des *Enterobacteriaceae*
- Plus de 20 espèces, réparties en 5 genres
- On distingue les Coliformes fécaux et les Coliformes non fécaux (Coliformes fécaux + Coliformes non fécaux = Coliformes totaux)

➤ Coliformes

- Genres: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Hafnia*, *Citrobacter*
- Coliformes fécaux: fermentent le lactose avec production de gaz à 44,5 °C en 48h
- Coliformes totaux (fécaux + non fécaux): fermentent le lactose avec production de gaz à 32 °C en 48h

- Bons témoins de contamination fécale ou d'origine fécale
- Sensibles à la pasteurisation
- Moyen de contrôle de la pasteurisation; en cas de présence:
 - . Pasteurisation insuffisante
 - . Contamination post-pasteurisation (conduites, bacs ou machines, mélange avec fraction non pasteurisée, personnel, etc.)

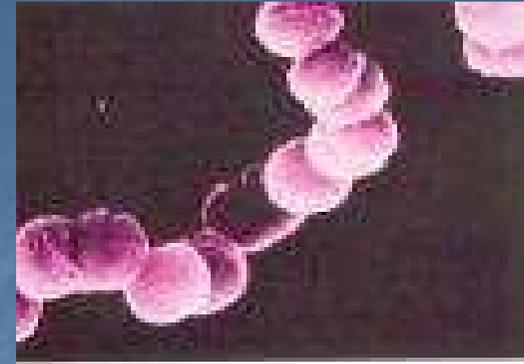
-Les coliformes sont peu exigeants du point de vue nutritif.

- Ils ont une vitesse de croissance très élevée: une faible contamination peut devenir très abondante en peu de temps si on ne prend pas de mesures pour arrêter leur développement.

➤ Conséquences possibles

- Altération de certains produits: cas du **gonflement précoce** de certains fromages (lait trop chargé en Coliformes, présence d'antibiotiques, mauvais développement des bactéries lactiques)
- Possibilité de pathogénèse de certaines souches

5.2 -Les streptocoques fécaux



-bactéries en cocci à Gram positif de 0,5 à 1 μm de diamètre, présentant un groupement typique en chaînettes, immobiles, dépourvus de spores et rarement capsulées, à catalase variable, aéro-anaérobies facultatives

- métabolisme fermentatif; produisent de l'acide lactique et/ou acide acétique, acide formique, de l'éthanol et du CO_2 , à partir des glucides



- Appartiennent à la famille des *Streptococcaceae*
- Les Streptocoques fécaux (Entérocoques) forment le groupe sérologique D de Lancefield, qui comprend 5 espèces

➤ Streptocoques fécaux

- 1^{er} groupe:
Entérocoques Vrais

Streptococcus faecalis

var. *zymogenes*

var. *liquefaciens*

Str. faecium

Str. durans

- 2^{ème} groupe

Streptococcus bovis

Str. equinus

■ Propriétés

- Plus résistants au traitement thermique que les Coliformes (ex: 63°C, 30 mn)
- Généralement plus résistants à l'extérieur de l'intestin
- Cultivent bien en présence de 6,5% de NaCl, et 0,2% d'azide de sodium

■ Signification dans les aliments:

- Bons indices de contamination fécale
- Présence sans Coliformes: contamination fécale ancienne ou produit ayant subi un chauffage

Rapport Coliformes fécaux / Streptocoques fécaux dans les matières fécales de diverses espèces animales et de l'Homme

Espèces	Col. fécaux (Nbr/g x 10 ⁶)	Str. fécaux (Nbr/g x 10 ⁶)	Rapport Col./Str.
Poulet	1,3	3,4	0,4
Vache	0,23	1,3	0,2
Canard	33,0	54,0	0,6
Porc	3,3	84,0	0,04
Mouton	16,0	38,0	0,4
Dindon	0,29	2,8	0,1
Homme	13,0	3,0	4,4



Chapitre 6- MAÎTRISE DE LA QUALITE HYGIENIQUE DES ALIMENTS



Méthode des 5 M
=
Diagramme d'Ishikawa



Main d'oeuvre



Matériel



Matière

Méthode

Milieu



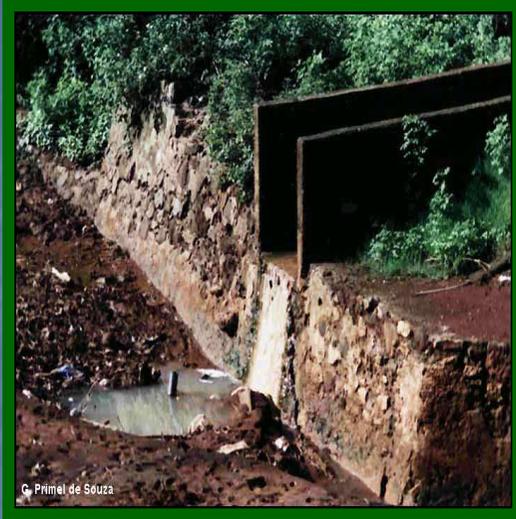
En amont de l'unité
de fabrication

Au niveau de l'unité
de fabrication

En aval de l'unité
de fabrication



○ Pour les eaux d'irrigation:



↪ L'eau peut propager des micro-organismes comme certaines souches d'*Escherichia coli*, de *Salmonella*, de *Vibrio cholerae*,... ou encore des virus (l'hépatite A).

En 1993 et en 1995, au moins 300 cas d'infections enregistrés dans quatre Etats américains ont été attribués à une consommation de tomates fraîches contaminées par des souches de *Salmonella*.

En 1997, un cas d'au moins 29 personnes infectées par *E. coli* O157:H7 a été lié à une consommation de laitue frisée

Eviter d'utiliser des eaux polluées (eaux d'égouts non traitées) pour l'irrigation des fruits et légumes poussant dans ou à proximité du sol.

○ Pour les produits de la pêche:



- ↪ Réduire le temps d'entreposage de la matière première sur le pont du bateau et à l'usine ;
- ↪ Réduire l'exposition des produits à l'air, afin de diminuer la décomposition biochimique (oxydation, multiplication des bactéries, etc.) ;
- ↪ Appliquer les bonnes techniques d'entreposage afin de réduire la pression physique (écrasement) sur la matière première ;

↪ Appliquer les bonnes techniques de glaçage, afin de maintenir la température de la matière première à **-4°C** ;



↪ Utiliser des agents de préservation (glace, sel, etc.) si la période d'entreposage de la matière première est relativement prolongée;

↪ Appliquer les bonnes procédures d'entretien sanitaire pour toutes les surfaces et contenants qui entrent en contact avec la matière première (caisses en plastiques, ...);



↳ Le personnel affecté aux opérations de manipulation des produits de la pêche est tenu d'observer une bonne propreté vestimentaire et corporelle.



○ Produits d'élevage: (viande, œufs ...)

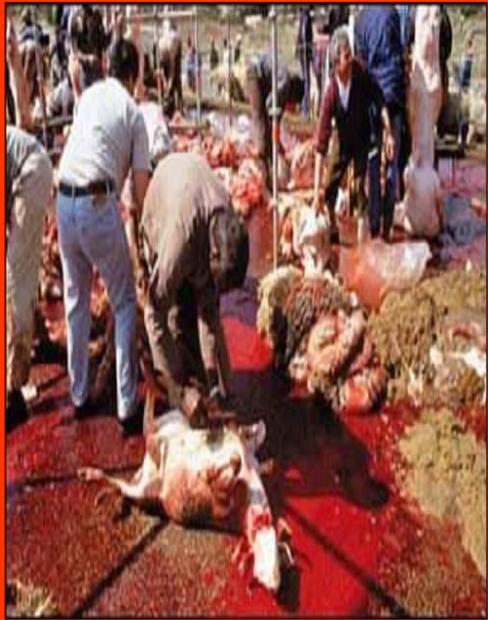


- ↪ Contrôler la qualité hygiénique de l'alimentation animale;
- ↪ Contrôler l'état de santé des animaux (suivi vétérinaire ...)
- ↪ Veiller à la propreté des étables.
- ↪ Sensibiliser les éleveurs

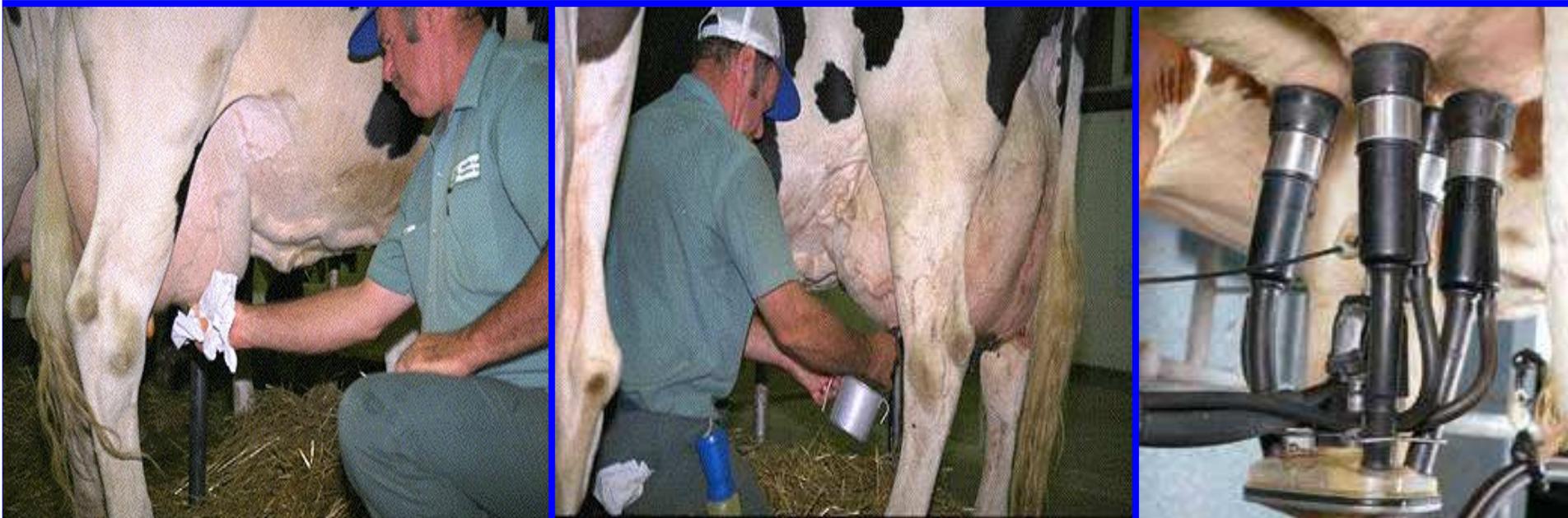
○ Les animaux destinés à l'abattage:



- ↪ Respecter une période de jeûne avant abattage pour vider le tube digestif (source de contaminations fécales);
- ↪ Abattre les animaux dans un abattoir agréé par les services vétérinaires.

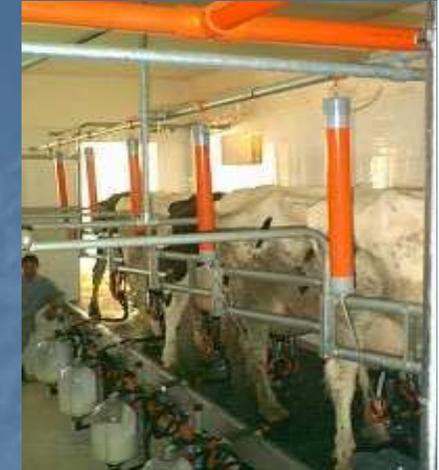


○ Pour le lait:



- ↪ Laver les trayons avec une solution aqueuse antiseptique tiède et les essuyer avec une serviette de papier à usage unique;
- ↪ Désinfecter le matériel de traite: (machine de traite, tuyauteries, récipients...);

↪ Propreté et désinfection des salles de traite;



↪ Propreté du personnel responsable de la traite manuelle (mains, vêtements propres; tête couverte,...);

↪ Transport du lait jusqu'à l'usine ou au centre de collecte dans de bonnes conditions de froid.



Au niveau de l'unité de fabrication

□ L'acidification (Diminution du pH)

L'acidification représente l'une des méthodes de conservation des produits alimentaires. Outre la prévention de la croissance bactérienne, l'acidification contribue à préserver la qualité des produits. Les concombres, les artichauts, les choux-fleurs, les poivrons et le poisson sont des exemples d'aliments peu acides qui sont habituellement acidifiés. Si l'acidification n'est pas correctement contrôlée et maintenue à un pH égal ou inférieur à 4,6, des micro-organismes peuvent sécréter leur toxines dans les aliments (*Clostridium botulinum*)

□ La diminution de l'activité d'eau (a_w):



Séchage

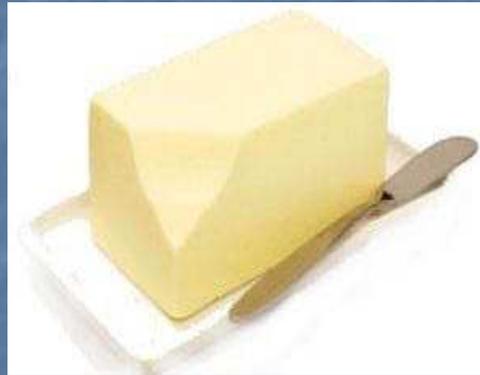
Salage

Sucrage

□ Traitements thermiques:



Stérilisation UHT



Pasteurisation



Appertisation

❑ Le froid (réfrigération, congélation, surgélation)

Réfrigération

Elle freine le développement des principales bactéries pathogènes par entreposage des denrées à $+3/+4^{\circ}\text{C}$. La réfrigération retarde de quelques jours l'évolution d'une denrée périssable et permet d'allonger la durée de distribution des produits frais (produits laitiers, viandes, poissons, fruits et légumes). La réfrigération est aussi utilisée à grande échelle pour conserver des fruits (pommes, poires) plusieurs mois dans les stations fruitières.



Une bonne conservation implique que la charge microbienne soit la plus faible possible. Elle nécessite donc des conditions de fabrication, de préparation et de stockage hautement hygiéniques afin d'éviter les contaminations (*Listeria*, *Salmonelles*).

Trois règles fondamentales à respecter dans l'application du froid:

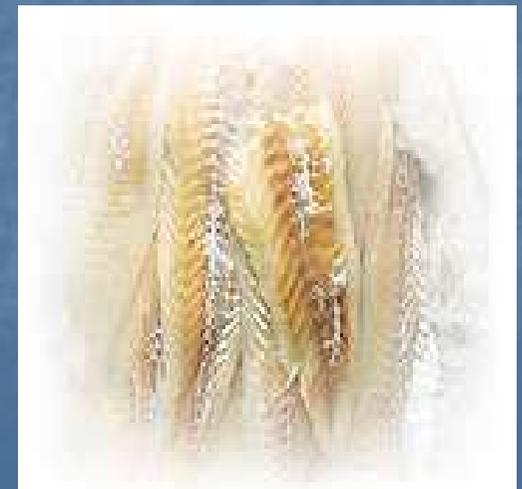
- ⇒ **La réfrigération doit s'appliquer à des aliments sains au départ ;**
- ⇒ **Le refroidissement doit être fait le plus tôt possible ;**
- ⇒ **La réfrigération doit être continue tout au long de la filière de distribution : la chaîne du froid ne doit pas être interrompue.**

❑ Le froid (réfrigération, congélation, surgélation)

Surgélation

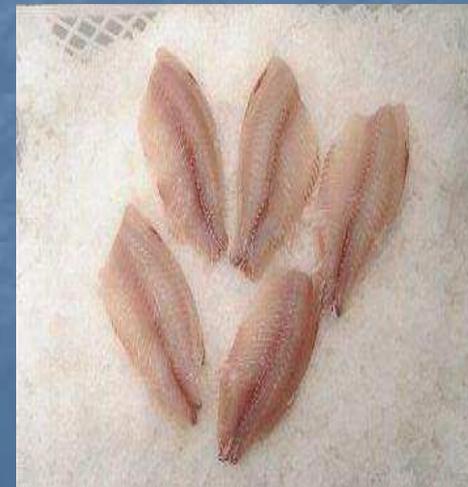
Les produits alimentaires **surgelés** sont des denrées stabilisées par abaissement rapide de la température jusqu'à -18°C à coeur. Elles doivent être, au moment de la surgélation, dans un parfait état de fraîcheur et de salubrité.

Cette température de -18°C doit être maintenue sans aucune rupture jusqu'au consommateur



Congélation

Les produits alimentaires **congelés** sont des denrées stabilisées par un procédé similaire à la surgélation mais qui, par leur aspect, leur mode de récolte, ne peuvent satisfaire à certaines exigences auxquelles sont soumis les produits surgelés, en particulier la vitesse de congélation. De plus, leur température à coeur doit être inférieure ou égale à **-12 °C** .



□ L'Atmosphère contrôlée:

Consiste à mettre les aliments dans des cuves hermétiques où l'air a été extrait pour être remplacé par un gaz inhibiteur et bactériostatique, principalement de l'Azote N_2 employé seul ou en mélange avec du Dioxyde de Carbone CO_2 , dans des proportions variables selon la nature des denrées. La teneur en gaz est contrôlée en permanence pour garantir la stabilité de la conservation.

Quelques aliments concernés :

œufs, fruits, légumes, ...

□ La lyophilisation:

Après avoir été congelés, les aliments sont soumis au vide pour les sécher: c'est la sublimation, passage direct de l'eau de la forme solide – glace - à la forme gazeuse - vapeur -. Les caractéristiques des aliments sont préservées, la prolifération microbienne est inhibée, pour une conservation de longue durée.

Quelques aliments concernés :

café, thé, boissons aux fruits, ...

□ L'ionisation (Irradiation):

En agissant, sans danger, sur l'ADN des cellules vivantes, les rayons ionisants interviennent pour :

- ✓ la désinfection (destruction des micro-organismes contaminants)
- ✓ la destruction des œufs d'insectes.
- ✓ la destruction des embryons végétaux (éviter la germination des oignons et des pommes-de-terre)

C'est un traitement de pasteurisation et de stérilisation à froid, sans altérer les qualités organoleptiques et nutritionnelles des aliments.

Quelques aliments concernés:

pommes de terre, fruits fragiles, ail, échalotes, oignons, charcuteries, viandes..

❑ Les additifs alimentaires (conservateurs) chimiques

Les nitrates et les nitrites (E 249 à 252) : traditionnellement utilisés en charcuterie, ils inhibent la croissance de la bactérie du botulisme, tout en contribuant au maintien de la couleur des produits charcutiers.

les sulfites (E 220 à 228) : utilisés dans les fruits séchés, les fruits en conserve, les produits à base de pomme de terre,

L'acide propionique et ses sels (E 280 à 283) : évitent le développement des moisissures de surface.

L'acide lactique (E 270) : utilisé dans les produits laitiers, la charcuterie.

□ L'hygiène du personnel:



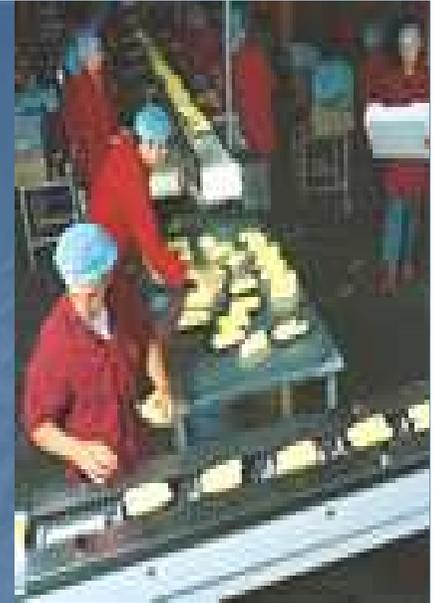
Voir Chapitre 7



En aval de l'unité de fabrication

Empêcher et minimiser les contaminations:

- ⇒ Employer un emballage efficace et de bonne qualité ;
- ⇒ Protéger les aliments après ouverture des emballages;
- ⇒ Respecter les règles générales d'hygiène des ustensiles, des manipulateurs, des surfaces de travail, de l'eau utilisée pour le lavage ou la préparation.



↪ Garder les aliments à l'abri du développement des microorganismes par le respect de la chaîne de froid pour les produits congelés ou surgelés.



↪ Sensibiliser les agents de la distribution des aliments (dans les supermarchés, chez les détaillants...)



↪ Informer le consommateur (DLC, DLUO,...)

↪ Conseils pour le consommateur

◆ Lorsque vous faites vos courses, achetez les produits surgelés ou congelés et les produits réfrigérés au dernier moment, juste avant le passage à la caisse.

◆ Transportez-les dans des récipients ou emballages qui permettent d'éviter toute élévation de température (sacs isothermes par exemple),

◆ Remplacez-les le plus rapidement possible dans un appareil apte à en assurer la conservation.

◆ Ne décongelez pas à température ambiante, mais dans le réfrigérateur ou dans un four à micro-ondes.

◆ Nettoyez régulièrement votre réfrigérateur et vérifiez sa température (thermomètre dans un verre d'eau) afin de repérer la zone la plus froide où vous placerez les aliments les plus fragiles.

◆ Surtout, ne recongelez jamais un produit qui a été décongelé, car les risques d'intoxication sont alors importants.

Consignes de température pour les aliments

+ **6°C** : oeufs

+ **4°C** : volailles, gibiers, lait, beurre, fromages

+ **3°C** : plats cuisinés, crème pâtissière, pâtisseries fraîches,
viandes, charcuterie

+ **2°C** : viande hachée

0 à +2°C : poissons, mollusques, crustacés

+ **8°C** : légumes (bac à légumes)

- **18°C** : aliments congelés et surgelés (congélateur)

□ L'hygiène du personnel:



7- Hygiène du personnel

- 7.1- L'Homme, source de contamination
- 7.2- Examen médical
- 7.3- Déclaration de maladies ou de blessures
- 7.4- Tenue vestimentaire
- 7.5- Hygiène des mains
- 7.6- Autres règles d'hygiène

7-Hygiène du personnel

7.1- L'Homme, source de contamination

- L'individu sain: flore commensale
- L'individu malade: flore pathogène et/ou toxigène
- Le porteur sain

7-Hygiène du personnel

7.1- L'Homme, source de contamination

➤ L'individu sain

- Peau (surtout la main)
- Cheveux et cuir chevelu
- Sous les ongles
- Dans les cavités ouvertes: bouche, narines, oreilles, etc.
- Dans l'intestin: plusieurs milliards de cellules microbiennes par gramme.

7-Hygiène du personnel

7.1- L'Homme, source de contamination

- **L'individu malade:** flore pathogène et/ou toxigène
 - Sur la peau (plaies ouvertes, furoncles) et dans le cuir chevelu
 - Dans la gorge et les voies respiratoires: tuberculose, grippe, angine, bronchites, etc.
 - Dans l'intestin: maladies parfois très graves (choléra, typhoïde), gastro-entérites, etc.
 - Dans les yeux: conjonctivites

7-Hygiène du personnel

7.1- L'Homme, source de contamination

➤ **Le porteur sain**

- Individu hébergeant un microbe pathogène sans montrer de signes de maladie
- Constitue une source de contagion pour son entourage
- Contamine les produits alimentaires

7-Hygiène du personnel

7.1- L'Homme, source de contamination

➤ Conclusion

- Toute personne libère dans l'environnement des microbes variés
- Toute personne peut contaminer les gens de son entourage avec des microbes dangereux
- Toute personne peut contaminer les aliments avec des microbes indésirables

7-Hygiène du personnel

7.2- Examen médical

➤ Examen médical nécessaire pour le personnel des IAA:

- Avant engagement
- Chaque fois que l'autorité médicale le juge nécessaire, par suite d'une épidémie, etc.
- Périodiquement (1 à 2 fois par an)



7-Hygiène du personnel

7.3- Déclaration de maladie ou de blessure

- **Maladie contagieuse ou diarrhée**
 - Déclaration de la part de l'employé concerné
 - Personne à écarter de tout poste de manutention des denrées alimentaires

- **Blessure ouverte ou infection de la peau**
 - Déclaration de la part de l'employé
 - Application d'un pansement imperméable et de couleur vive (fluo)
 - A écarter de la manutention des aliments selon la gravité de la blessure



7-Hygiène du personnel

7.4- Tenue vestimentaire

- éléments de la tenue:
 - Blouse propre de couleur claire
 - Charlotte
 - Bottes en caoutchouc
 - Gants (si aliments touchés avec les mains)
 - Masque

- éléments à exclure:
 - Bijoux (surtout au niveau de la main)



7-Hygiène du personnel

7.4- Tenue vestimentaire

➤ Règles à respecter:

- éléments à usage unique (si possible) ou faciles à laver
- pédiluve pour les bottes à l'entrée des bâtiments
- ne jamais laver les vêtements de travail sur le lieu de travail; ne pas les sortir de l'usine
- gants: matière résistante et facile à laver et à désinfecter; leur port ne dispense pas du lavage des mains

Pédiluve



7 Hygiène du personnel

7.5- Hygiène des mains

➤ Lavage soigneux:

- 2 fois avec produit approprié (savon liquide) à l'eau chaude
- Robinet actionné par le pied (pédale) ou par le genou
- Si possible produit antiseptique (seul ou incorporé au savon liquide)
- Rinçage poussé à l'eau chaude
- Séchage: serviettes jetables en papier ou sèche main électrique à l'air chaud



1



2



3
3



Comment enfiler des gants

1



2



3



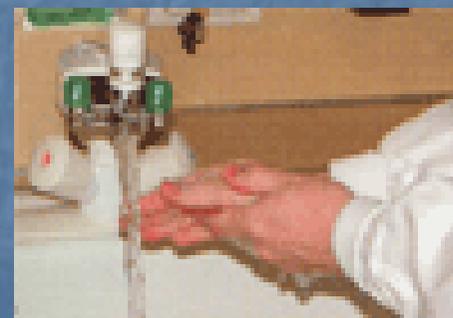
4



5



6



Comment retirer des gants



7-Hygiène du personnel

7.5- Hygiène des mains

➤ **Lavage fréquent:**

- Avant de se mettre au travail
- A la sortie des toilettes
- Après avoir touché tout matériel sale ou contaminé
- En cas de passage d'un type de produit alimentaire à un autre
- Après avoir touché toute matière susceptible de contenir des microbes dangereux
- Chaque fois que l'on sent que ses mains sont assez sales

7-Hygiène du personnel
7.5- Hygiène des mains

➤ **Autres consignes pour les mains:**

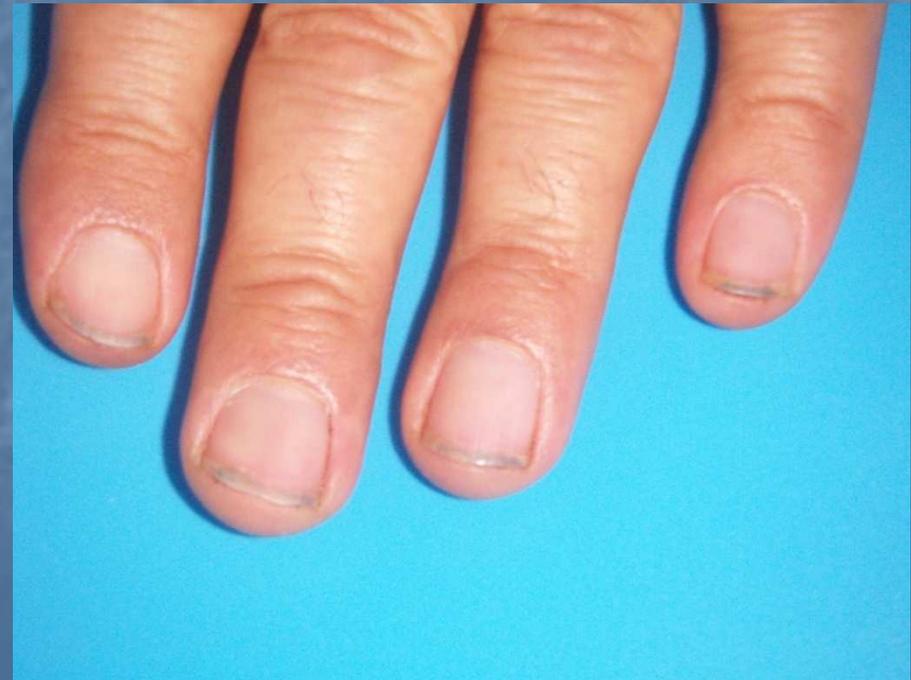
- Interdire le vernis à ongles
- Interdire le port de bijoux
- Imposer ongles coupés et propres





OUI

NON



7-Hygiène du personnel

7.5- Hygiène des mains

- **Sensibilisation du personnel:**
 - formation sur l'hygiène des mains
 - écriteaux pour enjoindre au personnel de respecter les consignes

- **Contrôle:** nécessaire pour faire respecter les consignes



7 Hygiène du personnel

7.6- Autres règles d'hygiène

- Dans les zones de manutention des aliments, **interdire** de:
 - Boire et manger
 - Fumer
 - Mâcher du chewing-gum
 - Utiliser les cure-dents
 - Cracher

7-Hygiène du personnel

7.6- Autres règles d'hygiène

- Veiller également à:
 - éviter d'éternuer ou de tousser, voire de parler ou de rire
 - mettre un masque (bouche et narines)
 - éviter de faire tomber des cheveux ou de se gratter la tête ou la barbe
 - couvrir les denrées alimentaires autant que possible, surtout en cas de courant d'air (ventilation, fenêtres ouvertes, etc.)
 - éviter de mettre les aliments dans des récipients sales ou en contact avec des surfaces non désinfectées



conclusion



Conclusion

- - Importance de l'hygiène dans les démarches Qualité
 - Démarche ISO 9001, version 2000:
 - Démarche HACCP: minimiser le danger biologique (présence de micro-organismes indésirables: aspects sanitaires et organoleptiques)
 - L'hygiène fait partie des Programmes Préalables

- - Importance du facteur humain dans le succès d'une entreprise
- Formation aux principes d'hygiène
- Sensibilisation à l'impact possible de tout comportement sur la qualité des produits fabriqués
- Motivation du personnel
- Pour les cas revêches, prévoir des Sanctions

رحم الله عبداً عمل عملاً فاتقته

حديث شريف

من نكس فليس هنا

حديث شريف