



Cours d'Hydrologie-Bromatologie

5^{ème} année Pharmacie

Les altérations alimentaires

Dr BENAMARA Salim

Plan du cours :

- I. Introduction
 - II. Définition d'une altération alimentaire
 - III. Sources de contamination
 - IV. Facteurs de croissances et de sélections des micro-organismes
 - V. Conséquences du développement des germes d'altérations
 - VI. Principales altérations alimentaires
 1. Altération de la viande
 2. Altération du poisson et produits de mer
 3. Altération des fruits et légumes
 4. Altération du lait
 5. Altération des conserves alimentaires
-

I. Introduction :

Un aliment est toute substance liquide ou solide, transformée ou non, qu'on peut ingérer et qui peut être assimilé par l'organisme pour répondre à ces besoins énergétiques et physiologiques.



Figure : Pyramide alimentaire

-Parmi les caractéristiques des aliments :

- ✓ Riches en nutriments (glucides, lipides, protéine...) : excellent milieu de culture
- ✓ Rarement stérile (aliments frais et périssable) : possède déjà une flore initiale

Flore microbienne initiale **et /ou**

Flore issu des opérations de transformation **et /ou** Traitements non adéquat....



Modifier la constitution de l'aliment



Dégradation de la qualité +++

-Hygiénique

-Marchande

- ✓ Manipulés (homme ou machine)
- ✓ La plupart vont subir une transformation partielle ou totale



II. Définition d'une altération alimentaire :

-C'est une modification que subit l'aliment par rapport à sa constitution spécifique. L'aliment altéré aura une incidence directe sur la santé du consommateur et peut provoquer des intoxications graves voire mortelle.

Type d'altération	Exemple
Physique	Choc, blessure, changement de texture...
Chimique	Oxydation des lipides..
Biochimique	Hydrolyse, oxydation enzymatique...
Microbiologique	Fermentation, développement de moisissures...

Tableau : Type d'altération alimentaires

III. Sources de contamination :

1. Contamination par les micro-organismes du sol :

-Flore abondante et diversifiée ++++ (bactéries, levures, moisissures)...

-*Bacillus, Clostridium, Aspergillus, Saccharomyces*...

2. Contamination par les micro-organismes de l'eau :

-Coques gram+, bacilles gram -, bactéries autotrophe, bactéries halophiles...

-En cas de pollution domestiques : bactéries pathogènes +++

3. Contamination par les micro-organismes de l'air :

-Principalement des moisissures et des bactéries sporulées

-Dans une pièce fermée, la flore dépend aussi de l'activité qui y exercé et des conditions d'hygiène

4. Contamination au cours des traitements d'élaboration :

-Les bactéries attachées aux parois en bois, en verre, surfaces métalliques... surtout en cas de mauvaise conditions d'hygiène

-Bactéries de la flore commensale de l'homme

5. Contamination au cours de stockage, transport et commercialisation :

-Rupture de la chaîne de froid

- Emballage non conforme
- Lieux de stockage non propre
- Mauvaise exposition du produit...

6. Contamination par des micro-organismes présents dans l'aliment :

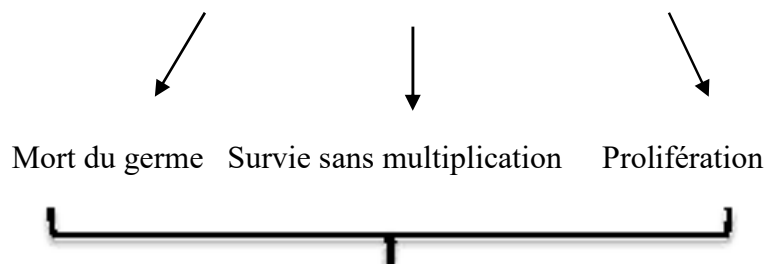
- Issus de la flore commensales des animaux** : d'origine intestinale, mais aussi la peau, pelage, plumage..
- Préparation de l'aliment à partir d'un organisme malade** :
- Heureusement de moins en moins fréquente dans le cas des animaux, du fait des contrôles vétérinaires de plus en plus fréquents
- Dans le cas des végétaux la contamination est généralement sans danger car les micro-organismes phytopathogènes sont généralement inoffensifs pour l'homme, mais ils sont, cependant, responsable d'altérations préjudiciable à la commercialisation de l'aliment.

IV. Facteurs de croissances et de sélections des micro-organismes :

Il est indispensable de connaître les conditions de développement des micro-organismes et de détérioration de l'aliment afin de :

- ✓ Maitriser la croissance des germes
- ✓ Prévoir les conséquences de leurs développement
- ✓ Interpréter les observations faites sur un produit altéré

Après contamination de l'aliment



Le devenir des micro-organismes après contamination de l'aliment dépend de :

- Facteurs intrinsèques (composition de l'aliment : pH, Aw,..)
- Facteurs extrinsèques (environnementales : T°, O₂)

1. Facteurs intrinsèques :

a. pH :

-Dans l'aliment, le pH dépend des quantités de substance acides ou basique présentes, ainsi de l'effet tampon de certains constituants (protéine)

-le pH conditionne la vitesse de croissance des micro-organismes via plusieurs processus :

- En influençant la disponibilité de certains nutriments (solubilité des minéraux)
- En modifiant la perméabilité membranaire
- En influençant les réactions enzymatiques

➤ **Bactéries :**

4.5 à 9 avec un optimum de 6.5 à 7.5. Bactéries lactiques et bactéries acétiques < 3.5

➤ **Champignons :**

De 2 à 9 pour les levures et jusqu'à 11 pour les moisissures

b. Activité de l'eau :

-Elle représente la quantité d'eau libre et disponible pour les réactions biochimiques

$$Aw = P_{\text{eau aliment}} / P_{\text{eau pure}} \quad \text{elle varie de 0 à 1.}$$

On distingue :

- Micro-organismes xérophile : Aw faible
- Micro-organismes osmophile
- Micro-organismes halophile

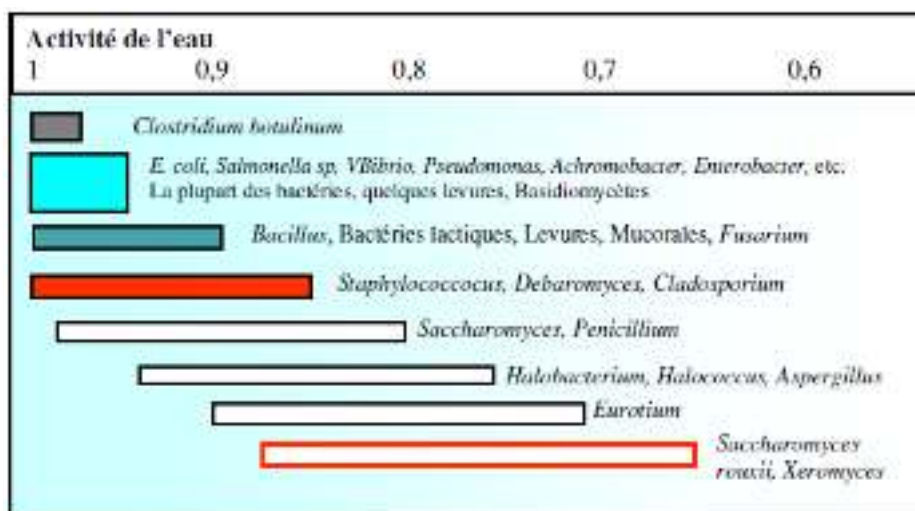


Figure : Aw de l'eau nécessaire pour le développement de certains micro-organismes

c. Potentiel d'oxydoréduction :

Selon leur mode de respiration, les microorganismes sont soit **aérobies stricts**, soit **anaérobies stricts**, soit **aéro-anaérobies**, soit **micro-aérophiles** ...

Il est désigné par « Eh » et exprimé en mV.

Les microorganismes aérobies requièrent des valeurs positives de E, tandis que les microorganismes anaérobies requièrent des valeurs négatives.

-Le potentiel d'oxydoréduction de l'aliment dépend de la texture de l'aliment et de son conditionnement (présence, absence, sous vide...)

Exemple d'Eh de certains aliments :

- Les jus de **plantes ont des valeurs de Eh comprises entre +300 et +400 mV**
- La **viande en morceau possède un Eh voisin de - 200 mV.**
- Les **fromages ont un E compris entre - 20 et - 200 mV**

d. La nature des nutriments :

-Les glucides simples et les acides aminés entre dans la composition de la plupart des aliments et sont largement utilisés par une grande variété de micro-organismes.

-Certains micro-organismes sont spécialisés : Pectinolytiques, cellulolytiques....

-Parfois plusieurs flores peuvent se succéder.

2. Facteurs extrinsèques :

a. La température :

Selon la température de croissance et de multiplication on distingue :

Les micro-organismes thermophiles :

Ils ne poussent pas à 15°, alors qu'ils peuvent supporter des t° jusqu'à 75 à 80°C.

-Ne pas confondre thermophilie et thermorésistance

Les micro-organismes psychrophiles :

Adaptés au froid

Ils se développent à 0°C avec un optimum de 15°C

Les micro-organismes psychrotrophes :

Se développent à 0°C mais + lentement

Un optimum vers 25 à 30°C

Les micro-organismes mésophiles :

Se multiplient à des températures de +20 °C à 45°C


b. Autres facteurs de croissance et de sélection :


- Humidité relative de l'air (lieu e fabrication ou lieu d'entreposage)
- Présence de gaz (CO₂, N₂ ...)
- Présence d'agents antimicrobiens naturelles (acide citrique, acétique) ou synthétique (additifs..)

V. Conséquences du développement des germes d'altérations :

1. Mécanismes d'altérations :

La pluparts des micro-organismes d'altération sont hétérotrophe et chimiotrophe


Action catabolique sur l'aliment


Modification des caractères organoleptiques et nutritionnels de l'aliment

A partir des glucides de l'aliment (et dérivés)

- Polymères (amidon, cellulose) : hydrolyse : texture modifiée
- Dimères et monomères (saccharose, maltose, lactose, glucose, fructose, etc) : fermentations : formation d'acides et de composés carbonylés par exemple : incidence sur le goût et l'arôme

A partir des protides de l'aliment (et dérivés) :

- Polymères (protéines) : xylation , désamination, désulfuration etc. : modifications du goût, de l'odeur, formation de catabolites hydrolyse : texture modifiée
- Acides aminés : décarbo toxiques

A partir des lipides de l'aliment (et dérivés) :

- Oxydation et lipolyse (goût, odeur).

2. Conséquences d'altérations :

1. Modification de l'odeur :

a. Une grande partie de l'aliment est transformée en un produit dominant (acide acétique - éthanoïque)

Surtout dans le cas de produit riche en glucides

b. Production d'odeurs caractéristiques liées à des composés organiques volatiles (ammoniacale, H₂S..)

« les moisissures engendrent souvent une odeur de moisi (complexe) ou de rance tandis que les bactéries génèrent des odeurs agréables, fruitées ou désagréables »

2. Modifications du goût :

Elles sont liées à la présence de **composés volatils ou non**.

La plus fréquente correspond à une acidification liée à la production d'acide lactique.

Divers qualificatifs sont utilisés pour décrire cette transformation : piqûre, aigrissement...

Cette modification est favorable avec certains produits (fromages, yaourt)

3. Modifications de l'aspect et de la couleur :

Chronologiquement détectables visuellement bien après l'apparition d'odeurs.

Dans une première phase il s'agit de petites zones qui présentent des caractéristiques variables quant à leur forme (rondes, plates, bombées, irrégulières...) leur **aspect (opaque, mat, brillant, rugueux...)** et/ou leur **couleur (blanc, noir, jaune, rouge...)**

La prolifération de moisissures est caractérisée par la formation de zones colorées à évolution centrifuge.

Les modifications de couleur résultent d'un ou plusieurs phénomènes :

- **Synthèse d'un ou plusieurs pigments par le microorganisme** : Toutes les couleurs sont possibles (blanc - noir - bleu - vert ...).
- **Transformation d'un pigment endogène à l'aliment** :
Oxydation du carotène (perte de la couleur orange de nombreux produits végétaux)
Modifications de la myoglobine (dérivés nombreux de couleur marron à vert).
- **Production d'un composant réactif et chromogène** (H₂S générant des sulfures divers noirs) .

4. Modification de la structure et de la texture :

Si les microorganismes contaminants synthétisent et excrètent des hydrolases (pectinases, protéases etc...) un ramollissement apparaît.

La production de gaz (CO₂ le plus souvent) induit la formation de fissures ou de bulles.

5. Modification de la valeur alimentaire et augmentation du risque toxique :

VI. Principales altérations alimentaires :

1. Altérations de la viande :

A. Transformation du muscle en viande :

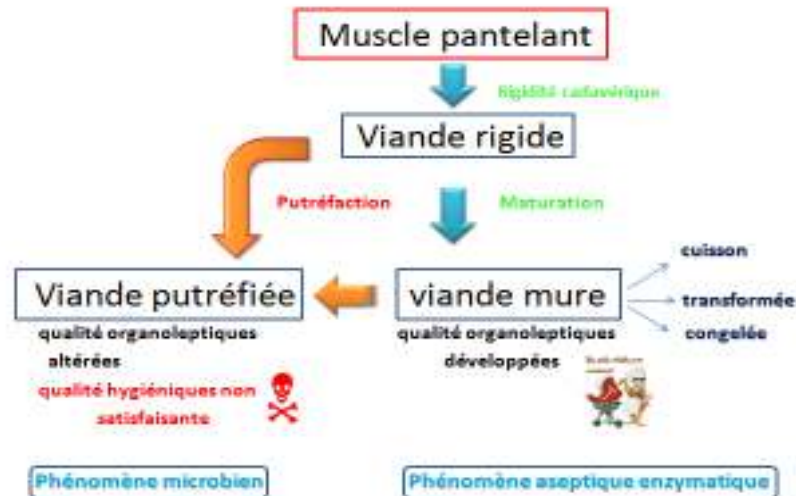


Figure : Transformation du muscle en viande

1. **Évolution physique** : perte d'eau, diminution de la masse
2. **Évolution biochimique** : activité enzymatique du muscle, arrêt de la circulation sanguine, hydrolyse du glycogène, fermentation lactique du glucose..
3. **Évolution microbiologique** : en cas de contamination

-Contamination in vivo par l'animal lui-même :

Ex : germes hébergés dans le tube digestif

- Contamination par l'environnement : Mauvaises conditions d'abattage, instruments sales....

-Profonde (lésions, muqueuses...) ++

-Superficielle

a. **Évolution d'une viande à température ambiante élevée 25°C à 40°C:**

T° idéale pour les germes mésophiles :

-Bactéries micro-aérophile (entérocoques)

-Clostridium perfringens +++

-Autres Clostridium sporogens, histolyticum



- Activité protéolytique intense
- Production NH_3 , H_2S , putrescine, cadavérine
- le tissu devient spongieux et malodorant et la viande passe du rouge au gris

b. Évolution d'une viande à température ambiante modérée 15°C à 25°C :

- Une T° qui convient moins bien aux bactéries anaérobies
- L'altération est principalement superficielle

Pseudomonas +++, lactobacilles



-Production H_2S , H_2O_2

- Verdissement de la viande (production de choleglobine et de sulfmyoglobine)

c. Évolution d'une viande réfrigérée :

- La dégradation est tardive et superficielle

- **En atmosphère sèche :** développement lent de moisissures avec des tâches blanches vertes, ou noires
- **En atmosphère humide :** Développement de psychrotrophes (pseudomonas, flavobacterium...)

La viande devient brun grisâtre, visqueuse et dégage une odeur putride.

2. Altérations des poissons et produits de la mer :

- ✓ Taux d'hydratation plus élevé que celui des viandes
- ✓ Riche en composés azotés (non protéique ++)
- ✓ Ph élevé de 6.1 à 6.9
- ✓ La peau, les branchies et les intestins ne sont pas stérile
- ✓ Présence de facteurs de sélection microbienne (taux de NaCl; température)

a. Progression anatomique de la flore d'altération :

A partir de la peau : processus long surtout en cas de présence de barrière naturelle

A partir des intestins : +++

Autolyse des constituants de la paroi digestive → Production d'acides aminés, bases nucléiques, glucides

→ Production d'urée, TMAO... → Prolifération de nouvelles espèces

b. Produits de métabolisme :

Amines volatiles : TMOA, TMA, ammoniac → Odeur ammoniacal

Sulfure d'hydrogène et ses dérivés méthyliés, +++ → Odeur putrides

Alcool, aldéhydes, esters d'acides gras : → Odeur fruitées

3. Altérations du lait :

- ✓ Produit non stérile (jusqu'à 5000 µorg/ml)
- ✓ Riche en protéines, lipides, sucres, vitamines..
- ✓ A un ph légèrement acide
- ✓ Possède des mécanismes de défenses (immunoglobuline, lysozyme, lactoferrine..)
- ✓ Peut être facilement contaminé par des micro-organismes de l'environnement.

A. Action de la flore du lait

a. Fermentation du lactose avec acidification du lait :

- ✓ Phénomène +/- rapide selon la T°
- ✓ Précipitation de la caséine
- ✓ Coagulation du lait
- ✓ Le caillot formé peut être dégradé par les espèces protéolytiques

b. Protéolyse :

- ✓ Surtout à basse température
- ✓ Modification organoleptiques suite à la dégradation de la caséine (saveur amère)
- ✓ Non favorable à la production des fromages

c. Lipolyse :

- ✓ Souvent liée à la protéolyse
- ✓ Production et oxydation d'acides gras insaturés (rancissement)

4. Altérations des fruits et légumes :

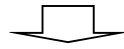
Dans le cas des fruits et des légumes, trois types d'altération peuvent survenir

- ✓ Des défauts ou accidents (choc, blessures...)
- ✓ Désordres physiologiques (brunissement, fruits farineux...)
- ✓ Maladies dues à des organismes pathogènes

A. Altérations physiologiques des fruits :

(Fruits a climactérique)

Choc, O₂, cueillette, variation de la température...



Production d'éthylène



Augmentation de l'intensité respiratoire



Maturation accélérer du fruit



Ramollissement, décomposition...

B. Altérations par des organismes pathogènes :

- ✓ La flore microbienne est constituée exclusivement de bactéries de l'environnement,
- ✓ Accidentellement peuvent s'y rajouter des micro-organismes pathogènes
- ✓ Les altérations bactériennes concernent principalement les légumes
- ✓ Les altérations fongiques concernent à la fois les fruits et les légumes
 - **En cas d'altération bactérienne :** Ramollissement des tissus et production de zone de consistance visqueuse (destruction des parois cellulosique et pectinolytiques, rancissement, noircissement.
 - **En cas d'altération fongiques :** Le développement de mycélium entraine l'apparition de zones colorés et dissociation des tissus.

Ex : Pourriture bleu ou verte (*Penicillium*)

Pourriture rouge (*Fusarium*)...

5. Conserves alimentaires :

Ce sont des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale, périssable dont la conservation est assurée par :

- ✓ Un conditionnement dans des récipients étanches aux liquides, aux gaz et aux μorganismes.
- ✓ Un traitement par la chaleur ou tout autre mode autorisé ; ayant pour but de détruire ou d'inhiber totalement à la fois les enzymes, les micro-organismes et leurs toxines

A. Groupe des conserves :

-Groupe I : conserves à acidité faible $\text{pH} \geq 5.5$

Produits carnés, lait, certaines légumes

Germes incriminés : Bacillus, Clostridium

-Groupe II : conserves à acidité moyenne 4.5 à 5.5

Soupes, légumes, sauces..

Germes incriminés : anaérobies thermophiles

-Groupe III : conserves à forte acidité < 4.5

Jus de citron, vinaigre, tomate,...

Germes incriminés : levures, champignon, bactéries lactiques

B. Origine de la contamination :

-Chauffage insuffisant

-Contamination par mauvais sertissage, choc

-Contamination avant la mise en conserve du produit

C. Manifestation des altérations :

-Bombage de la conserve (CO₂, H₂S..)

-Modification physique et organoleptique du produit sans bombage