

TOXICOLOGIE ALIMENTAIRE

(Rappels sur la Toxicocinétique)

Qu'est ce que la Toxicologie Alimentaire?



Jusqu'à une époque récente, l'objectif à peu près exclusif de la **toxicologie alimentaire** a été l'étude des effets cliniques, puis biochimiques provoqués par l'ingestion habituelle ou occasionnelle de substances suspectées de nocivité.

Avec le progrès général des sciences et des techniques, c'est devenue une discipline plus élaborée, qui s'intéresse en outre, au devenir des substances en cause dans l'organisme et aux mécanismes de leurs effets toxiques. Bien souvent, ces connaissances sont nécessaires à une bonne évaluation et maîtrise des risques.

Qu'est ce que la Toxicologie Alimentaire?



La Toxicologie Alimentaire

=

Evaluation ou **Analyse** du risque
toxicologique lié à l'ingestion d'un
aliment.

Les microbes en agroalimentaire

Les microbes utiles

Les microbes d'altération

Les microbes pathogènes

Yaourts,
Pain...

Altèrent le
goût, l'odeur,
la couleur

Constituent un réel danger
pour l'homme

Les microbes infectieux:

Se développent à l'intérieur
de notre organisme

Les microbes toxinogènes:

Produisent dans l'aliment
des toxines (poisons). (botulisme)

Les microbes toxico-infectieux:

Sont à la fois toxiques et
infectieux

Création de normes microbiologiques pour les aliments à risques

Microorganisme recherché	Critères officiels (nombre de germes/g)
Germes totaux	< 300 000
Bactéries coliformes	< 1000
E. coli	< 10
Staphylocoque doré	< 100
Salmonelles	Absence dans 25 g
Listeria	Absence dans 25 g

Obligation de marquer sur tous les produits préemballés d'une **DLUO** ou d'une **DLC**

➤ **DLUO** : Date limite d'utilisation optimale ou « à consommer de préférence avant ... » (confitures, mayonnaise)

Signification: Au delà de la date limite, le produit ne présente a priori pas de danger pour la santé. Il est encore consommable mais certaines qualités (saveur, odeur ...) peuvent être altérées.

➤ **DLC** : Date limite de consommation ou « à consommer avant... » (viandes, poissons, œufs ...)

Signification: Au delà de la date limite, le produit ne peut plus être consommé car il pourrait provoquer une intoxication alimentaire



L'objectif est donc:

D'empêcher tout développement microbien au delà de normes admises

- Pour cela : Agir sur les conditions du milieu (temps/température, températures optimales de cuisson et de conservation).
 - Respecter les règles d'hygiène (Bonnes pratiques hygiéniques).
- 

Températures de développement microbien

+ 140 à + 100°C



Risques nuls

+ 100 à + 63°C



Peu de Risques

+ 63 à + 10°C



Zone dangereuse
Maximum de risques

+ 10 à + 3°C



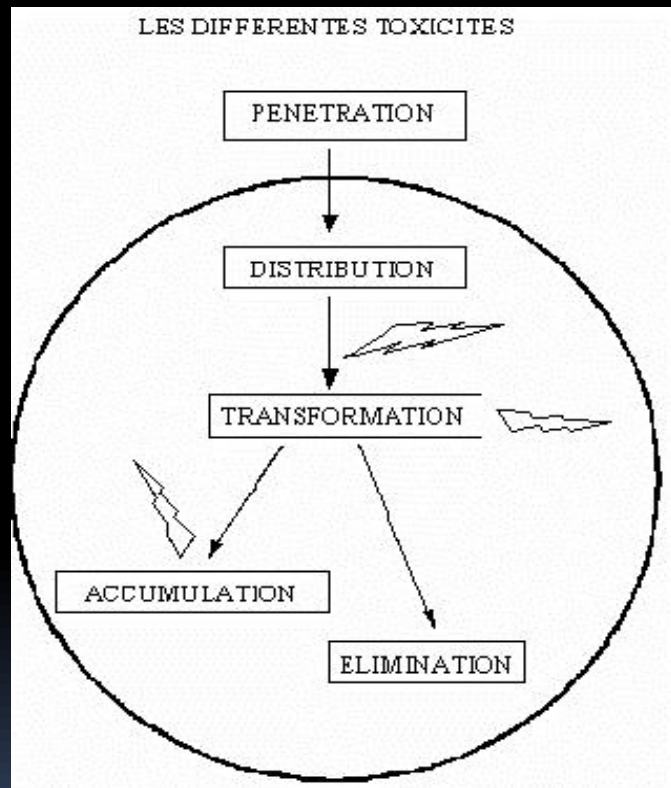
Développement et
conservation de
certains germes
(Listeria)

+ 3 à - 18°C



Fin du Risque

Les différentes toxicités



Toxicité immédiate.
(ex : arsenic...)

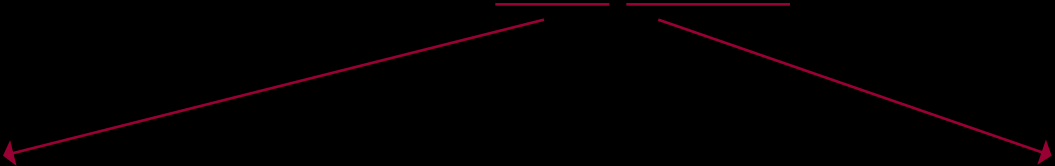
**Toxicité après
biotransformation.**
(ex : nitrates en nitrites...)

Toxicité par accumulation
(ex : plomb...)

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

1. Définition :

Toxique = Xénobiotique



étranger

la vie

Substance étrangère à la vie (de l'homme) ; toxique pour l'organisme, provoquant des troubles plus ou moins graves, passagers ou durables, de façon immédiate ou différée.

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

La grande majorité des aliments contiennent des xénobiotiques:
Ceux-ci ne sont pas forcément dangereux pour la santé: dans certaines limites de doses, l'organisme se débarrasse sans dommage de beaucoup d'entre eux, par des mécanismes de détoxification



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Les xénobiotiques sont considérés comme des substances à
« **potentialité toxique** »



Préciser pour chaque substance « **la dose** » à partir de
laquelle la potentialité peut se transformer en toxicité
réelle



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Les xénobiotiques ne sont pas les seuls constituants des aliments, susceptibles d'entraîner des dangers pour la santé: il en va de même d'un certain nombre de nutriments, en particulier parmi les vitamines et les éléments minéraux, lorsqu'ils sont ingérés habituellement, voire occasionnellement, en quantités excessives (le plus souvent sous forme de médicaments)



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Un certain nombre de contaminants ou de résidus se trouvent dans les aliments sous des formes différentes de celles qui sont à l'origine de leur présence:

Exemple (1): le mercure déversé dans l'environnement par des industries sous forme principalement minérale est transformé par différents micro-organismes du milieu aquatique en dérivés aquatiques méthylés, beaucoup plus toxiques: ce sont des dérivés qu'on retrouve dans les poissons, crustacés et mollusques,

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Un certain nombre de contaminants ou de résidus se trouvent dans les aliments sous des formes différentes de celles qui sont à l'origine de leurs présence:

Exemple (2): Les pesticides et les médicaments vétérinaires, qui s'accumulent dans les tissus animaux ou végétaux sous forme de métabolites: selon les cas, ceux-ci peuvent présenter une toxicité égale, supérieure ou inférieure à celle des molécules initiales.

QUEL EST LE CHEMINEMENT D'UN TOXIQUE DANS L'ORGANISME ?



Pénétration dans l'organisme



Effets Bénéfiques



Effets Néfastes

L'organisme agit sur ce produit



Métabolisation

QUEL EST LE CHEMINEMENT D'UN TOXIQUE DANS L'ORGANISME ?



Plusieurs facteurs interviennent dans les processus d'action toxique, notamment les phases **toxicocinétiques** et **toxicodynamiques**.

- ✓ La toxicocinétique s'intéresse à l'influence qu'exerce l'organisme sur un toxique. Cette influence découle des processus d'absorption, de la distribution, du métabolisme et de l'élimination qui gouvernent le cheminement du toxique dans l'organisme.
- ✓ La toxicodynamique s'intéresse à l'influence qu'exerce un toxique sur l'organisme et aux facteurs qui interviennent dans la réponse toxique.

TOXICOCINÉTIQUE ET TOXICODYNAMIQUE

✓ La toxicocinétique :

- Relation entre la concentration de substance toxique et le temps pour une exposition donnée indépendamment des effets.

➤ **Concentration = $f(t)$**

✓ La toxicodynamique :

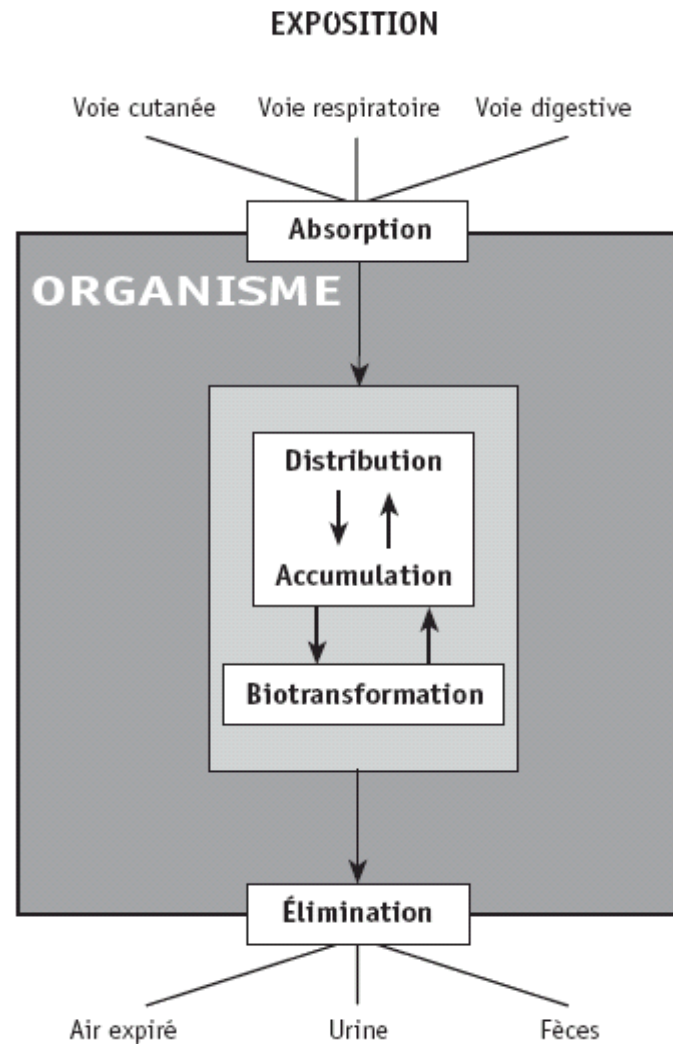
- Relation entre la dose de substance toxique et l'effet toxique indépendamment du temps

➤ **Effet = $f(\text{dose})$**

TOXICOCINÉTIQUE : ADME

- **Absorption** = Pénétration du xénobiotique dans l'organisme
- **Distribution** = Répartition du xénobiotique dans l'organisme
- **Métabolisme** = Biotransformation du xénobiotique
- **Elimination** = Elimination de l'organisme du xénobiotique et de ses métabolites.

Le devenir d'un xénobiotique dans l'organisme est divisé en 4 phases:
Absorption, Distribution, Métabolisme et Excrétion



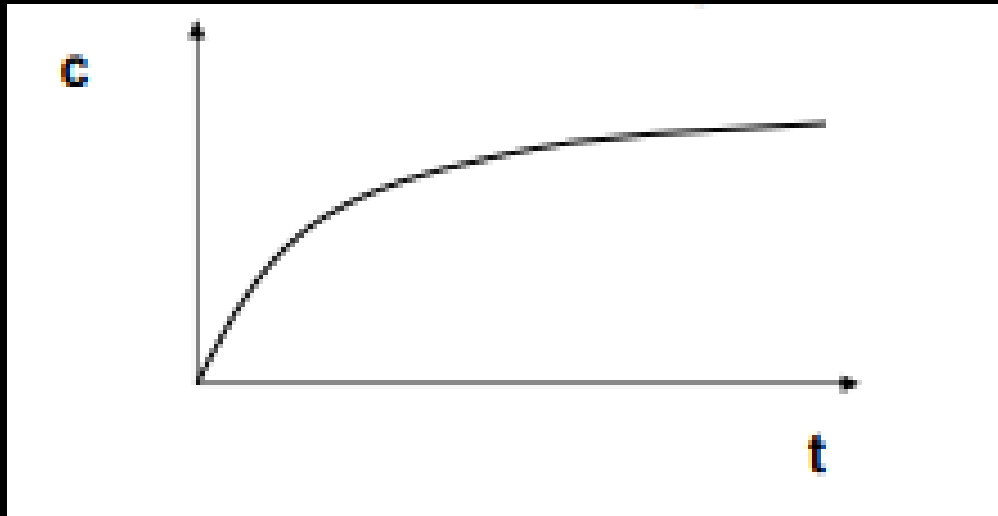
Cheminement d'un produit dans l'organisme

FACTEURS TOXICOCINÉTIQUES

- ☐ Concentration du xénobiotique
- ☐ Durée d'exposition
- ☐ Taille de la substance
- ☐ Lipophilie de la substance
- ☐ Vitesse d'absorption
- ☐ Biodisponibilité
- ☐ Distribution du xénobiotique et concentration dans chaque site
- ☐ Métabolisme (Age, patrimoine génétique, capacités métaboliques...)
- ☐ Demi-vie du xénobiotique et de ses métabolites
- ☐ Elimination

VITESSE D'ABSORPTION ET BIODISPONIBILITÉ

✓ Vitesse d'absorption :



✓ Biodisponibilité = fraction de la dose d'exposition à un xénobiotique sous forme inchangée dans la circulation systémique

TOXICOCYNETIQUE: ABSORPTION

- Absorption = pénétration du xénobiotique dans l'organisme

Elle se fait par passages transmembranaires successifs.

- ❖ Plusieurs voies de pénétration:

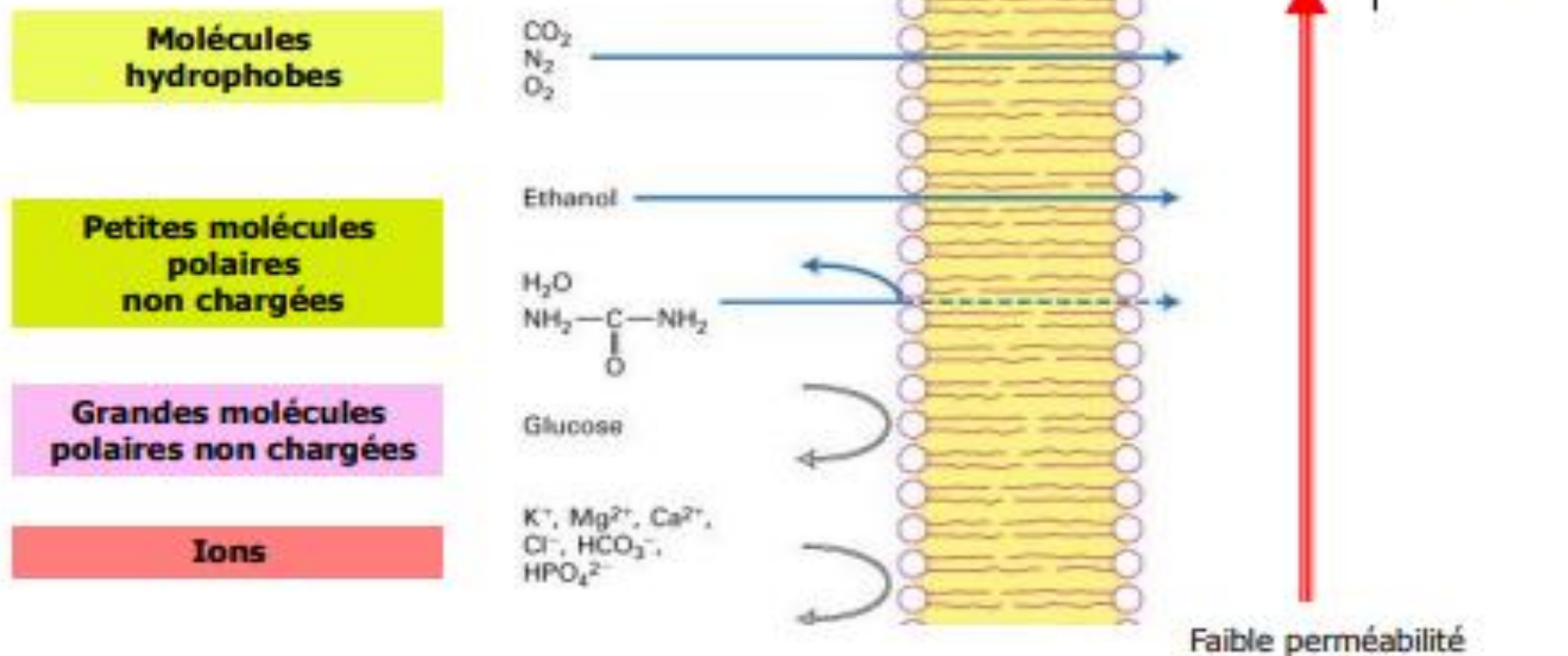
- Pulmonaire
- Digestive
- Cutanée

- ❖ Cas particuliers:

- muqueuse (ophtalmique, nasale)
- placentaire
- barrière hémato-encéphalique

Caractéristiques des membranes plasmiques

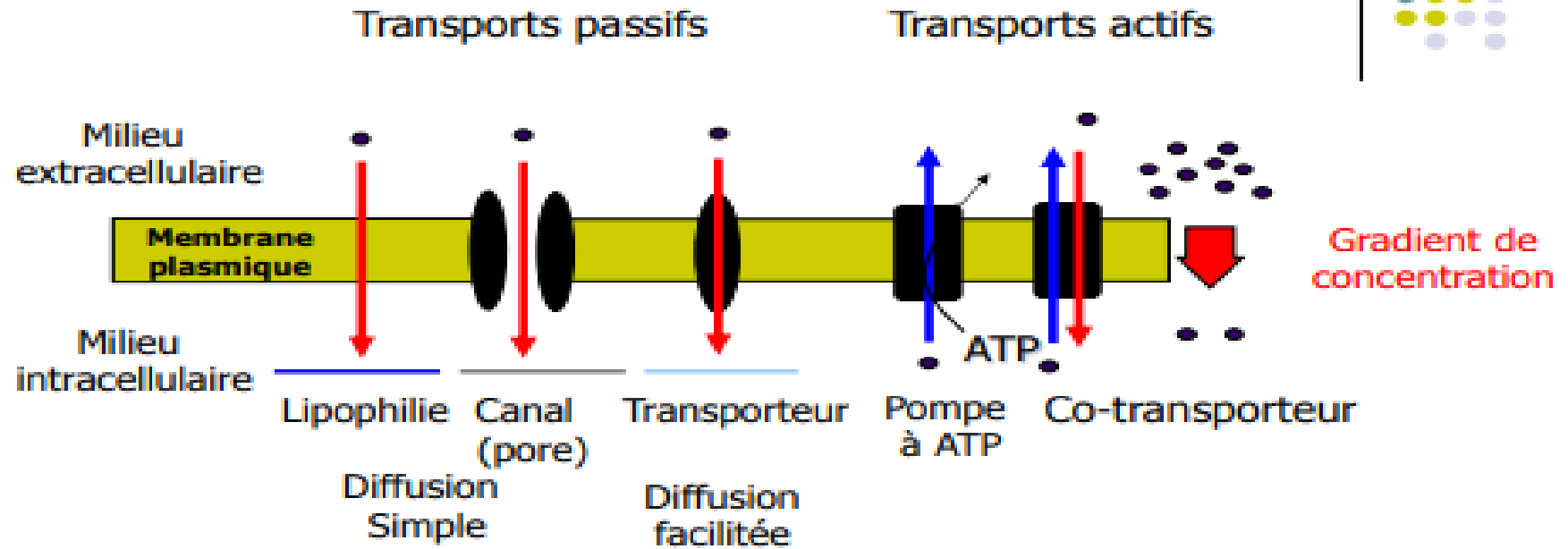
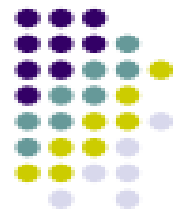
Une barrière perméable mais sélective



Les protéines membranaires de transport sont indispensables pour le transport des molécules polaires et des ions.

Figure 15-1

Différents types de transports membranaires



Les principaux processus d'absorption se font par diffusion passive

Transport par diffusion passive

Principal mécanisme de transfert au travers des membranes

Transport :

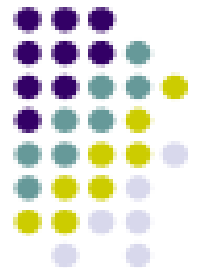
- Non saturable
- Non spécifique

Dépend de :

Liposolubilité

Gradient de concentration

Autres mécanismes de transport



Diffusion facilitée

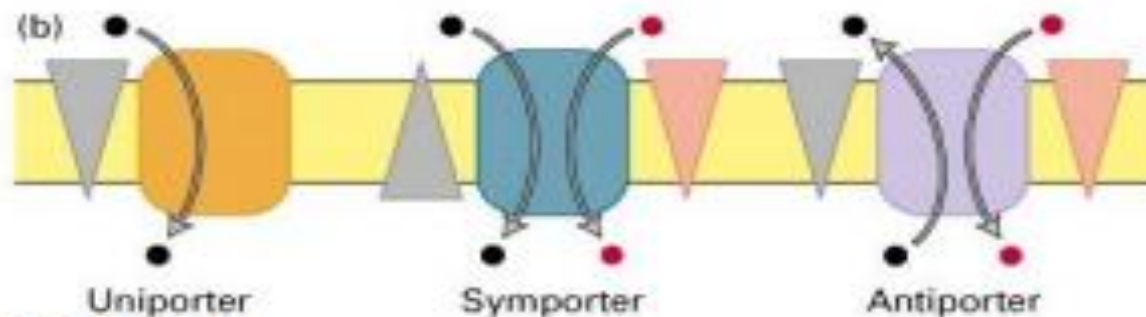
Caractéristiques :

- Système protéique spécifique = canaux ioniques
- changement de conformation pour permettre le passage d'une ou quelques molécules spécifiques ;
- extrêmement rapide ;
- capacité de se fermer.
- Pas besoin d'énergie
- Transport selon le gradient de concentration
- Transport saturable et spécifique
- Compétition au niveau des sites de fixation sur le transporteur

Exemple : GLUT (transporteur de glucose au niveau intestinal)...

Autres mécanismes de transport

Transports actifs : **uniport, symport, antiport**



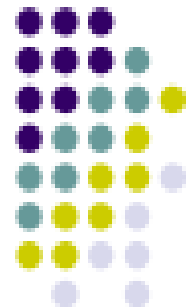
Caractéristiques :

- système protéique spécifique
- Besoin d'énergie
- Transport contre un gradient de concentration
- Inhibition par des poisons métaboliques
- Transport saturable et spécifique
- Compétition au niveau des sites de fixation sur le transporteur

Exemples : OCT, OATP, transporteurs d'acides aminés...

Autres mécanismes de transport

Endocytose, (phagocytose, pinocytose)



C'est un mécanisme mineur pour l'absorption des xénobiotiques

Caractéristiques :

- Implications de récepteurs spécifiques ou non
- Besoin d'énergie
- Concerne les cellules phagocytaires des muqueuses

Exemples : Particules fibreuses ou non fibreuses

VOIE DIGESTIVE

□ Absorption

✓ Cavité buccale

- Peu d'absorption
- Faible temps de contact (sauf TNT ou nicotine...)

✓ Estomac (pH = 1 à 3)

- pas d'absorption des bases ou acides forts
- Absorption acides organiques faibles et petites molécules hydrosolubles

✓ Intestin grêle et colon

- Surface d'échange +++ (environ 100 à 200 m²)
- Temps de contact +++
- Passage acides et bases faibles
- Diffusion passive +++
- Transports facilités et actifs (métaux, calcium...)
- Métabolisme : Nitrates => nitrites et amines +NH₂ => nitrosamines

Absorption par voie digestive

En règle générale:

voie majeure d'absorption des xénobiotiques

En milieu professionnel:

voie mineure d'absorption des xénobiotiques
(accident, non respect des règles d'hygiène...)

Paramètres influençant l'absorption par voie digestive

Propriétés physico-chimiques

du xénobiotique

structure

ionisation

Lipophilie/hydrophilie

Organisme

pH

Surface

Flux sanguin

Grande importance du pH
qui varie tout au long du tractus gastro-intestinal

VOIE DIGESTIVE

Facteurs influençant l'absorption gastro-intestinale

- ☐ liposolubilité,
- ☐ solubilité et stabilité au pH du milieu
- ☐ nature du vecteur
- ☐ mobilité du tractus gastro-intestinal
- ☐ action d'enzymes
- ☐ formation de composés insolubles (chélation du calcium)
- ☐ jeûne
- ☐ exposition par voie respiratoire (tapis muco-ciliaire → déglutition)
- ☐ hygiène (ex: manger ou fumer sur son lieu de travail)

TOXICOCINÉTIQUE: DISTRIBUTION

C'est un processus de répartition du toxique dans l'organisme. Depuis son passage à la circulation générale jusqu'à sa diffusion dans les tissus. Il comprend: le transport sanguin (phase plasmatique) et la diffusion tissulaire (phase tissulaire).

❖ **Transport sanguin:**

Il se fait soit par fixation aux protéines plasmatiques par des liaisons réversibles, exemple les anti-vitamines K (AVK) (anticoagulants oraux) en tant qu'acides faibles sur l'albumine, soit par fixation au niveau des éléments figurés : Exemple : Propanolol.

TOXICOCINÉTIQUE: DISTRIBUTION

❖ Diffusion tissulaire:

Processus par lequel le toxique se répartit dans l'ensemble des tissus et des organes. Le toxique peut s'affronter à des barrières biologiques à savoir hématoencéphalique et hémotoplacentaire.



TOXICOCINÉTIQUE: BIOTRANSFORMATION (MÉTABOLISME)

Pendant ou après son transport dans le sang, le toxique peut entrer en contact avec différentes cellules de l'organisme qui ont la capacité de le transformer.



L'ensemble des réactions de la transformation métabolique est appelée **biotransformation**, tandis que les produits de la biotransformation sont appelés métabolites. Il peut en résulter un produit moins toxique (détoxification) ou plus toxique (activation), l'accumulation ou l'élimination du produit et de ses métabolites.



TOXICOCINÉTIQUE: BIOTRANSFORMATION (MÉTABOLISME)

La transformation des toxiques est surtout effectuée par le foie, véritable laboratoire chimique de l'organisme, qui contient une multitude d'enzymes (substance protéique qui catalyse une réaction chimique dans l'organisme). Il enrichit le sang d'éléments nutritifs et le purifie en concentrant et en éliminant beaucoup de substances. D'autres organes tels que les poumons et les reins peuvent aussi transformer des toxiques.



TOXICOCYNETIQUE: STOCKAGE ET ELIMINATION

Le stockage:

C'est le processus d'accumulation de toxiques dans certains tissus et organes tels que le foie et le rein (Cd) tissu adipeux (DDT) les Os (F—).

L'excrétion:

Ce processus consiste à rejeter le produit inchangé ou ses métabolites à l'extérieur de l'organisme. L'**excrétion** peut se faire par voie rénale (l'urine), gastro-intestinale (les selles), pulmonaire (l'air expiré), cutanée (la sueur) ou lactée (le lait).



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

La toxicité d'une substance dépend de :

- sa nature
 - la quantité ingérée = dose
 - la durée ou fréquence de consommation
 - la sensibilité de l'individu
- 

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

La première étape de l'évaluation toxicologique est la détermination de la toxicité aiguë d'une substance, effectuée chez différentes espèces animales: rongeurs principalement (en raison de la commodité de l'emploi), mais aussi avec une ou plusieurs espèces n'appartenant pas à cet ordre.

Test de toxicité aiguë

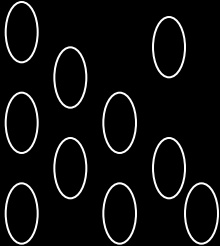
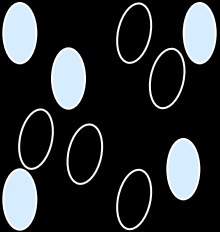
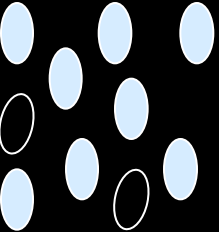
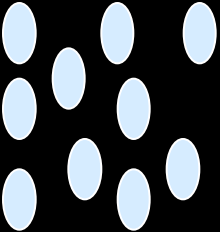
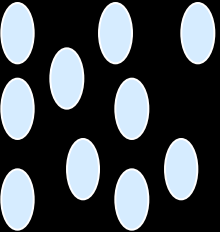
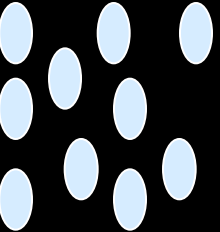
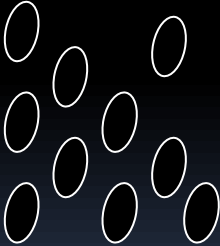
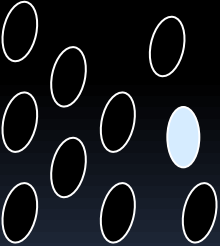
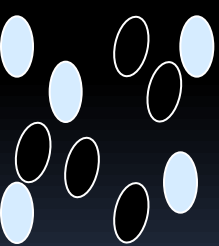
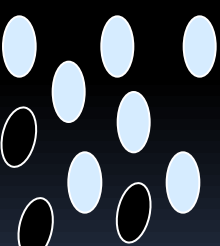
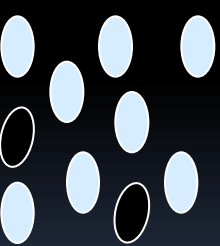
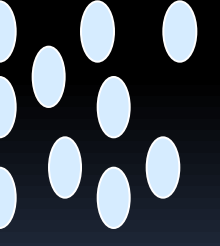
Définition de la DL50 : La DL50 (dose létale 50) est la dose qui donnée en une seule fois provoque dans un délai de 14 jours la mort de la moitié des animaux.

Méthode

- ▣ On administre à 1 lot d'animaux, 1 dose UNIQUE de la substance à tester et on recherche expérimentalement la dose qui tue 50% de la population (appelée DL50, dose létale 50).
- ▣ Plus la substance est toxique, moins il en faut pour provoquer la mort, plus la DL50 est faible.
- ▣ Elle s'exprime en mg/kg de poids de l'animal.

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Expérience : recherche de la DL50 d'un insecticide (le lindane) réalisée sur le rat

	6 lots au moins de 10 individus (jeunes individus en excellente santé recevant une nourriture équilibrée)					
Espèce A						
Espèce B						
Dose en une fois	Lot témoin 0 mg	15 mg	18 mg	20 mg	23 mg	26 mg

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Pour être significative, la mortalité dans au moins 3 lots doit être comprise entre 1 et 99 %. Est-ce que c'est le cas ?

Oui pour l'espèce B : résultats significatifs et donc exploitables

Non pour l'espèce A : résultats non significatifs et donc inexploitable

Quelle dose a tué au bout de 14 jours la moitié des animaux?

18 mg

La DL50 est exprimée par « kg d'animal ». Un rat pesant environ 200 g, calculer la DL50.

DL50 = 90 mg / kg de rat

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Le test de toxicité subaiguë ou à court terme

Principe: on administre à 1 lot d'animaux 1 dose JOURNALIERE de la substance à tester pendant UNE DUREE QUI CORRESPOND A 10% DE SA VIE (soit 90 Jours chez un rat).

- pendant cette durée : on étudie la croissance, la reproduction et le comportement des animaux.
- au terme du traitement : on tue les animaux et on examine les tissus pour voir les lésions éventuelles.

Intérêt : on obtient des informations sur les risques d'une exposition REPETEE (mais sur une durée courte) à telle substance toxique et sur les EFFETS CUMULATIFS possibles.

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Le test de toxicité à long terme ou chronique

Principe : on administre aux animaux des doses de substances connues pendant TOUTE LA VIE voire sur leur descendance.

On étudie pendant toute l'expérience la croissance, la reproduction, le comportement et la descendance.

Intérêt : mettre en évidence si la substance est TERATOGENE, MUTAGENE ou CANCERIGENE.

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Principaux critères pour l'évaluation de la toxicité à court, moyen ou long terme

ETUDE GENERALE

- Croissance corporelle et croissance allométrique (=croissance relative des principaux tissus et organes)
 - Consommation de la nourriture, efficacité alimentaire
 - Observation clinique, mortalité s'il y a eu lieu.

ETUDE ANATOMOPATHOLOGIQUE

- Observation macroscopique (autopsie d'animaux morts spontanément ou sacrifiés en cours d'essai)
- Observations histologiques en microscopie optique sur les différents tissus et organes.
- Dans certains cas, examen microscopique en microscopie électronique, en histochimie

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Principaux critères pour l'évaluation de la toxicité à court, moyen ou long terme

ETUDE HEMATOLOGIQUE ET BIOCHIMIQUE

- Hématologie classique: numérotation érythrocytaire et plaquettaire, numérotation et formule leucocytaire, hémoglobine, temps de coagulation,...etc.
- Détermination de différents paramètres biochimiques classiques: (dosage dans le sang et les urines, des constituants normaux, de métabolites, d'enzymes,...) permettant d'explorer l'ensemble des fonctions.
- Si les examens précédents font soupçonner une atteinte de tel ou tel organe (tube digestif, foie, rein, cœur, etc) épreuves fonctionnelles particulières (physiologiques et biochimiques) en vue d'un diagnostic plus précis de cette atteinte au niveau de la cellule, des structures subcellulaires (membrane, noyau, mitochondrie,...) ou au niveau moléculaire (en particulier à celui des macromolécules: enzymes, protéines de stress, phospholipides, acides nucléiques,...)

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Principaux critères pour l'évaluation de la toxicité à court, moyen ou long terme

EFFETS NUTRITIONNELS

- S'il y'a lieu (selon les propriétés de la substance, et les résultats des études précédentes).
 - Effets sur le devenir de certains nutriments dans les produits alimentaires (destruction, réaction avec d'autres constituants).
- Effets sur l'utilisation de certains nutriments par l'organisme et sur certains métabolismes (énergétique, azoté, lipidique, glucidique,...)

REPRODUCTION

- Fertilité
 - Embryo- et fœto-toxicité, tératogénèse (recherche de malformations externes ou organiques chez le fœtus, à la loupe, ou sur préparations histologiques).
- Etudes péri- et post-natales: aptitude des mères à la lactation, devenir des jeunes sous la mère (mortalité, croissance, comportement)

EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Principaux critères pour l'évaluation de la toxicité à court, moyen ou long terme

ETUDES DIVERSES

- **Etudes comportementales:** comportements alimentaires, sociaux, sexuels, émotivité et réactivité spontanée, mesure de l'activité motrice, tests de coordination psychomotrice, étude des reflexes conditionnés.
- **Essais de tolérance locale:** irritation de la peau, de la conjonctivite oculaire



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Détermination de la dose sans effet (DSE)

La DSE (dose sans effet) = quantité maximale de substance toxique qui peut être ingérée par un animal quotidiennement, pendant toute sa vie, sans provoquer de troubles physiologiques (en mg/Kg de poids corporel).



EVALUATION DE LA TOXICITÉ

Etablissement des doses journalières admissibles (DJA)

Elle est calculée à partir de la DSE

DJA humaine = DSE / 100 (en mg/Kg de poids corporel)

- Un facteur x 10 = facteur spécifique : on suppose que l'espèce humaine est 10 fois plus sensible que l'espèce animale testée la plus sensible.
- Un facteur x 10 = facteur de sécurité individuel : dans un groupe humain, tous les individus n'ont pas la même sensibilité; certains peuvent être 10 fois plus sensibles que la moyenne (enfants, femmes enceintes, personnes âgés,...)

Toxicité intrinsèque

Les éléments toxiques sont naturellement présents dans l'aliment.

- Intoxication par les aliments végétaux
- Intoxication par les champignons et moisissures
- Intoxication par les biotoxines marines
- Produits toxiques issus de certaines techniques culinaires

Toxicité extrinsèque

Elle est acquise par contact ou addition accidentelle ou intentionnelle de contaminants ou de substances technologiques.

Définition :

Un additif est « une substance non consommée en l'état et non un ingrédient alimentaire, dont l'addition à un aliment est dans un but technologique ou organoleptique ».

Réglementation :

L'emploi de toute substance doit être autorisée par des experts toxicologues. Seules sont autorisées les substances figurant sur la liste positive retenue par la réglementation. Dans le cas des additifs, le décret du 18 septembre 1989 qui fixe la liste de ceux qui sont autorisés, les denrées auxquelles ils peuvent être ajoutés et les doses maximales légales.

Toxicité extrinsèque

Métaux et arsenic

On distingue les métaux :

- ▣ très toxiques : mercure, cadmium, plomb, arsenic
- ▣ toxiques : nickel, chrome, cobalt, zinc, cuivre

Toxicité extrinsèque

Définition :

Substances destinées à éliminer ou limiter les dégâts des espèces nuisibles : insectes (insecticides), rongeurs (rodenticides), moisissures (fongicides), mauvaises herbes (herbicides).

Troubles :

Peuvent être responsables de troubles neurologiques.

Réglementation :

Elle fixe les **Limites Maximales de Résidus (L.M.R)**, c'est-à-dire les seuils des substances à potentialités toxiques dans les denrées alimentaires.

Toxicité extrinsèque

Réglementation :

Précise que les matériaux doivent être inertes à l'égard des denrées et fixe des limites tolérées de migration vers l'aliment.

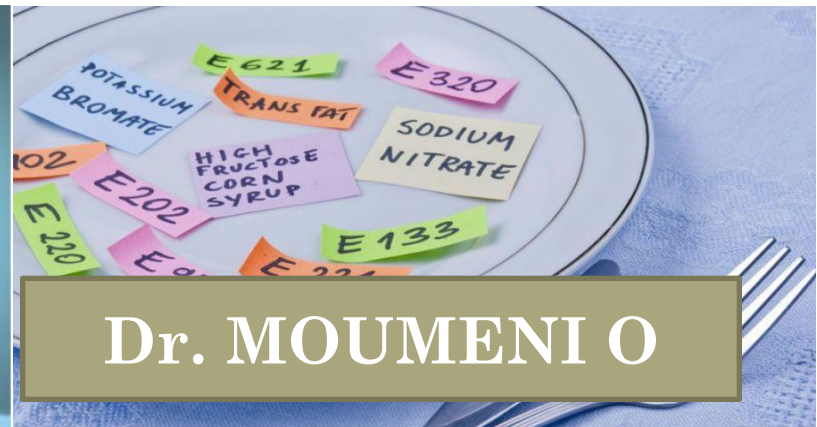
Matériaux visés :

Ustensiles, récipients de préparation et surtout emballages ou conditionnement qui doivent obéir aux critères praticité, hygiène, conservation améliorée ...

Toxicité extrinsèque

La législation prévoit :

- une liste des produits autorisés pour le nettoyage et la désinfection des matériaux en contact avec les aliments
- un rinçage obligatoire à l'eau claire pour éliminer tout résidu.
- les ranger dans une armoire hors de portée des personnes extérieures au service
- les étiqueter ou ne pas les sortir de leur récipient d'origine.



Dr. MOUMENI O

Introduction

Dans la plupart de nos plats, on retrouve de nombreuses molécules qui peuvent causer des effets toxiques pour notre organisme. Il s'agit notamment des constituants naturels, des contaminants microbiens ou des contaminants du milieu.

Ces substances sont souvent des résidus de la production, de la fabrication, de la transformation, de la préparation, du traitement, du conditionnement et du stockage des denrées alimentaires.

L'attention portée à la recherche d'éventuels **effets cancérogènes** des substances véhiculées par les aliments ne cesse de croître, en raison de la nécessité de mieux connaître l'origine des cancers humains.

L'alimentation est une des voies majeures de risque de cancer

Proportions estimées des décès par cancer attribuables à différents facteurs sont:

1. Nutrition 35%;
2. Tabac 22%;
3. Alcool 11%;
4. Infections (virus, parasites) 10%;
5. Expositions professionnelles 4 à 8%.



1. Cancérogénèse et Mutagénèse? Quelle relation?

Définitions:

Un **cancérogène** (ou **cancérigène**) est un agent capable de provoquer le cancer, d'augmenter la fréquence des cancers dans une population exposée, de modifier la répartition de la localisation des cancers observés dans une population (sans augmentation du nombre global de cancers) ou de favoriser une survenue plus précoce de tumeurs cancérogènes dans une population.

L'adjectif « **oncogène** » est utilisé pour qualifier les virus susceptibles d'avoir un effet cancérogène.



1. Cancérogénèse et Mutagénèse? Quelle relation?

Définitions:

La cancérogénèse, l'oncogenèse ou carcinogenèse

(du mot grec *oncos*, qui veut dire « tumeur », *genèse*, qui veut dire « naissance », « commencement », « source », « origine », « cause »), c'est-à-dire de la conversion d'une cellule normale en cellule tumorale.



1. Cancérogénèse et Mutagénèse? Quelle relation?

Définitions:

Qu'est ce qu'une mutation?

- ❖ Les mutations sont des modifications héréditaires permanentes des lignées cellulaires, touchant soit les cellules somatiques, soit les cellules germinales (cellules sexuelles).
- ❖ Elles peuvent donc affecter l'organisme par modification des cellules somatiques ou être transmises à la descendance en raison des lésions induites au niveau des cellules sexuelles.

1. Cancérogénèse et Mutagénèse? Quelle relation?

La génotoxicité peut se manifester d'une part directement par action sur le matériel génétique (adduits, cassures de brins,...) processus sous la dépendance de facteurs génétiques et/ou acquis (interactions avec les enzymes de la phase I des biotransformations métaboliques) ou par l'intermédiaire de la production d'espèces radicalaires telles que les espèces réactives de l'oxygène (ERO), et d'autre part indirectement par l'intermédiaire des lésions des macromolécules biologiques par ces mêmes composés générant des altérations de l'appareil mitotique, et des dysfonctionnements enzymatiques.

La mutagénèse peut résulter de ces altérations et notamment pour ce qui concerne les lésions de l'ADN, de la défaillance, héréditaire surtout, acquise parfois, des systèmes cellulaires constitutifs de réparation qui peuvent alors être inefficaces ou réaliser une réparation fautive ce qui laisse en place une mutation génique ou chromosomique. La mutation résultant de la génotoxicité peut concerner des gènes clés du développement d'un clone de la cellule tumorale.



Aliments

Agents initiateurs:

Aflatoxine, amines
aromatiques,...

Agents promoteurs:

Alcool, les graisses,...

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.1. Modification de la flore intestinale:

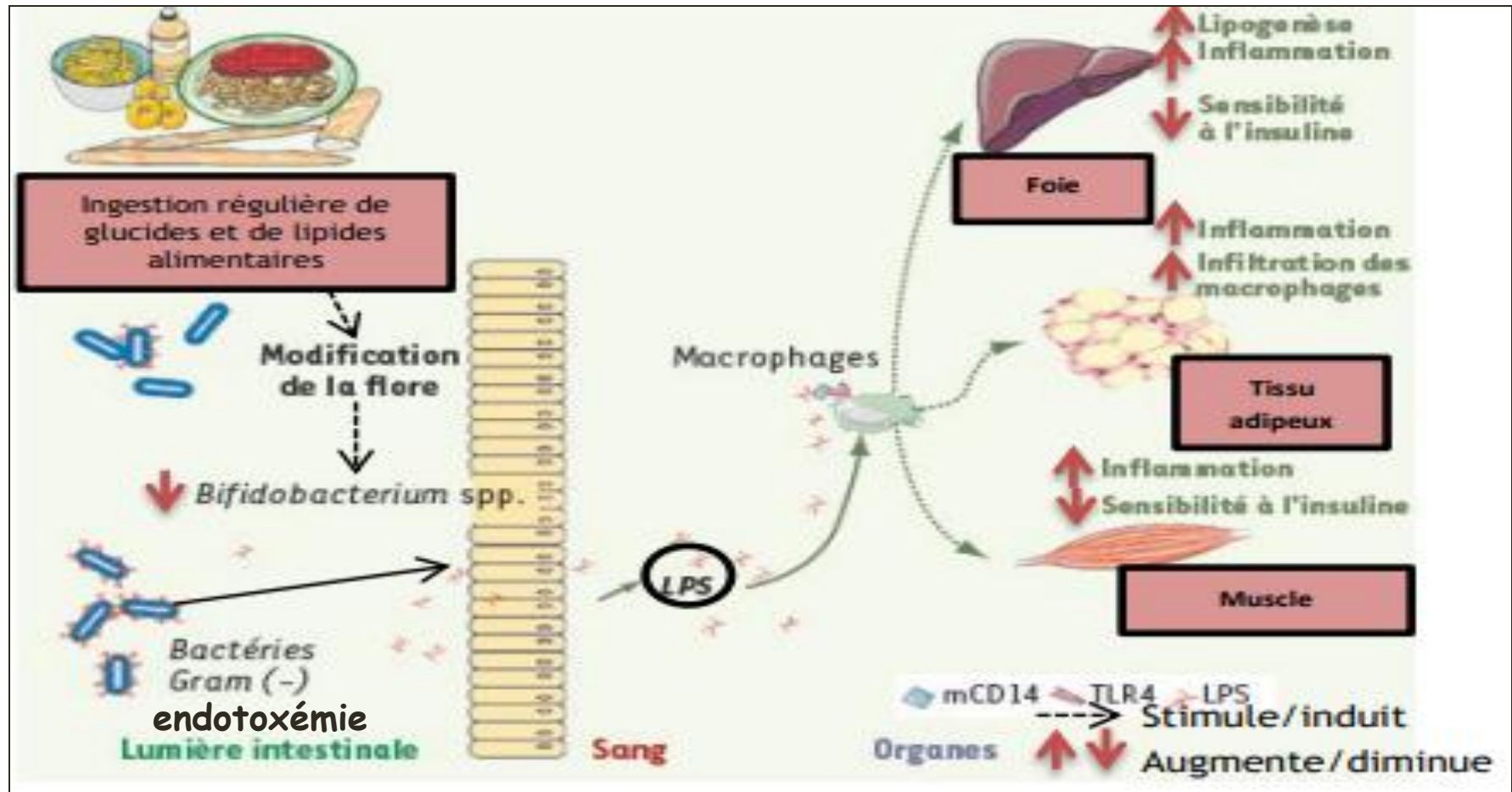


Figure 1 : Modification de la flore intestinale suite à l'ingestion régulière de glucides et de lipides alimentaires et mécanismes d'action des lipopolysaccharides

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.3. Modes de cuisson des aliments:

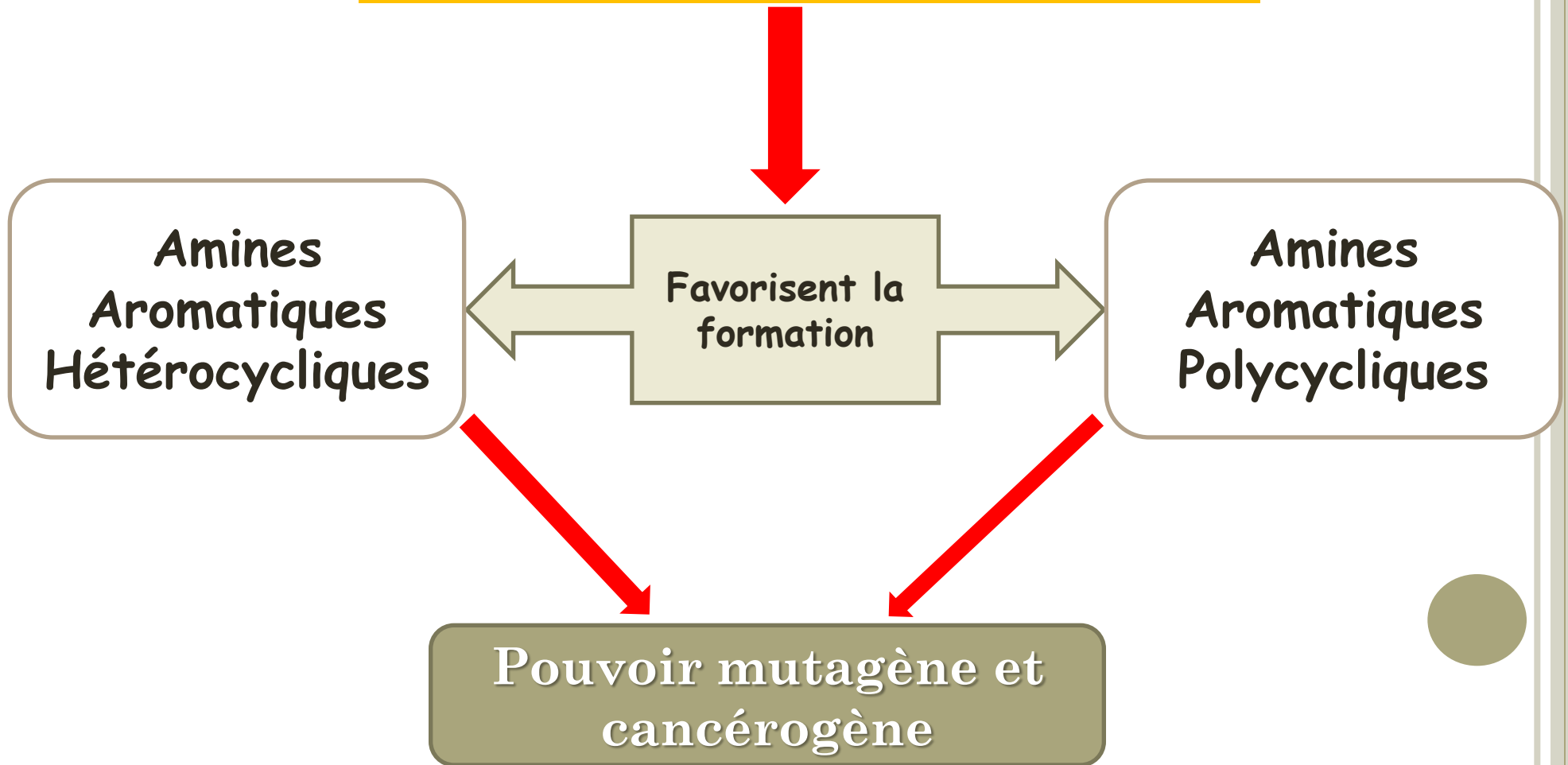
Le mode de cuisson d'un aliment désigne l'ensemble des moyens par lesquels ses caractéristiques organoleptiques (aspect, couleur, texture et goût) sont modifiées sous l'effet de la chaleur. Ces dernières, dues à de longues cuissons et à températures élevées, peuvent être dégradées, donnant naissance à des **produits toxiques cancérigènes** et/ou à des carences en micronutriments.

Les principaux modes de cuisson des viandes et des poissons comme la cuisson au grill, la cuisson à la broche, la cuisson au four et le fumage sont associés à l'augmentation du risque de nombreux cancers dont ceux du côlon, du rectum, du poumon, de la prostate, du rein, du pancréas, du sein et de la vessie.

2. Alimentation et Cancérogénèse

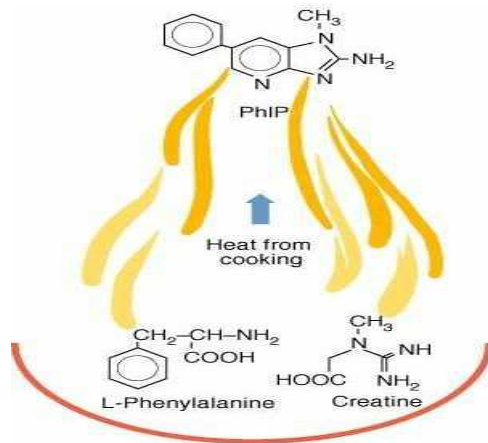
2.3. Modes de cuisson des aliments:

Cuisson au grill et à la broche



2. Alimentation et Cancérogénèse

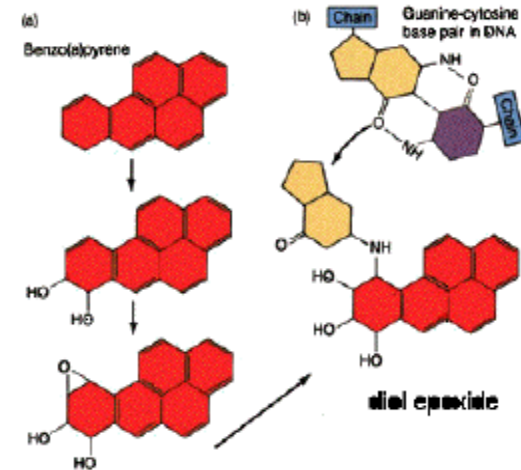
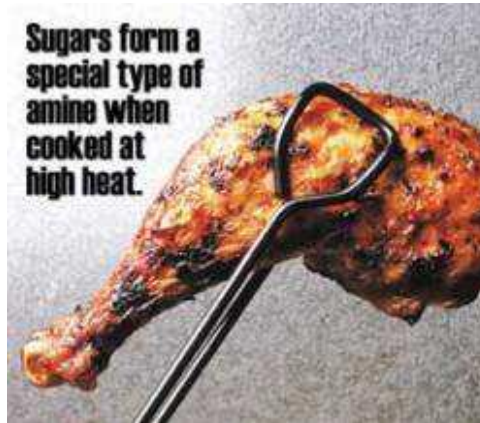
2.3. Modes de cuisson des aliments:



Amines Aromatiques
Hétérocycliques

Métabolites:
MeIQx, PhIP...

(ac. aminé + créatine
chauffé $>150^{\circ}\text{C}$)



Amines Aromatiques
Polycycliques

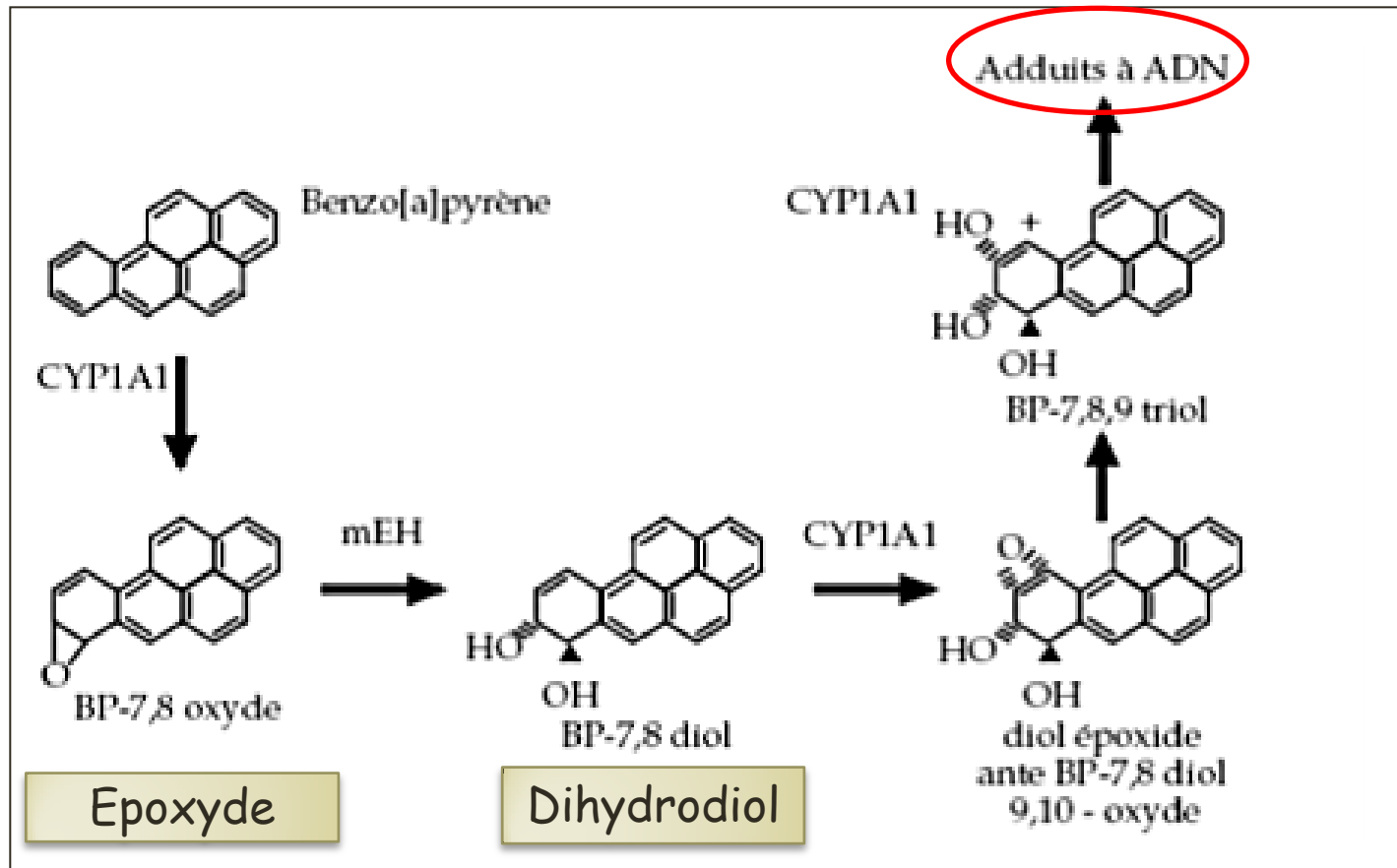
Benzo(a)pyrène:

(Métabolites: époxydes)

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.3. Modes de cuisson des aliments:

Initiation de la cancérisation



Métabolisme du benzo(a)pyrène dans les cellules des mammifères

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.3. Modes de cuisson des aliments:

Fumage



C'est un mode de cuisson des viandes et des poissons consistant à exposer la viande ou le poisson à de la fumée issue de la combustion de bois.

Le fumage induit la formation d'hydrocarbures polycycliques (HAP) potentiellement cancérigènes.

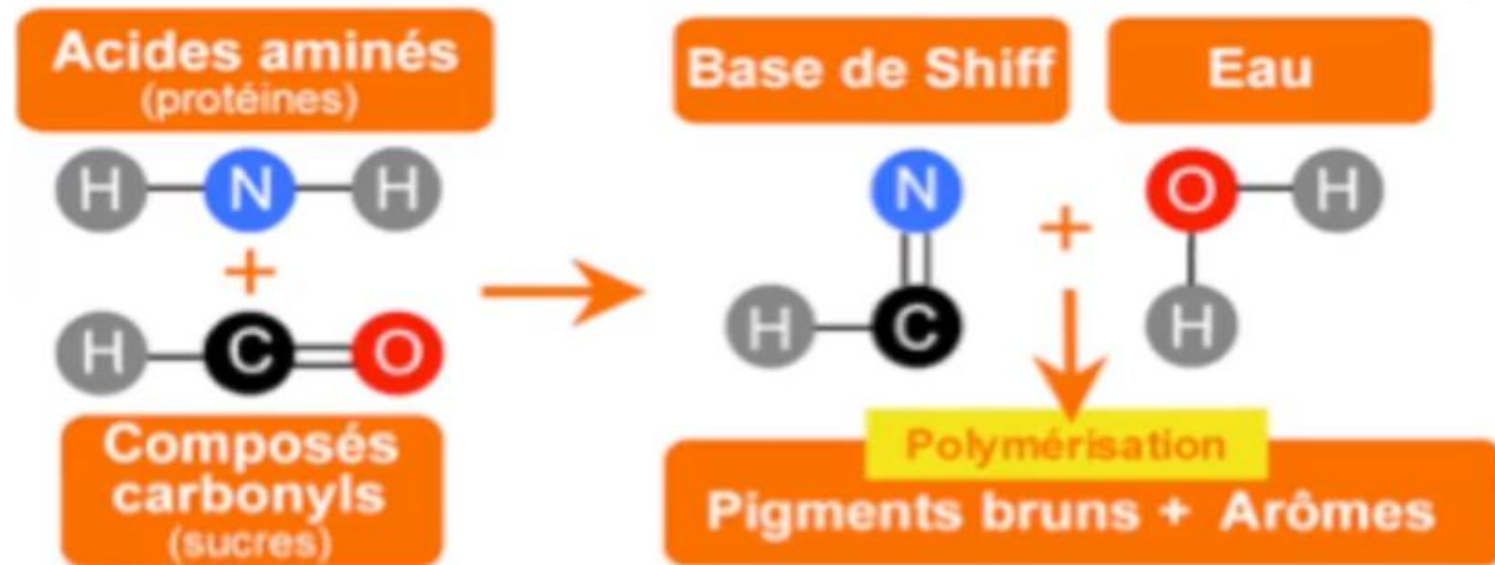


2. Alimentation et Cancérogénèse

2.3. Modes de cuisson des aliments:

La cuisson au four

Réaction de Maillard
= Glycation



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.3. Modes de cuisson des aliments:

La cuisson au four



Réaction de Maillard



Cuisson à haute température: Pommes de terre frites ou sautées, viandes, chips, pain grillé, biscuits salés ou sucrés ...

GLYCOTOXINES=
Acrylamides (amines
hétérocycliques)



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.4. Carences nutritionnelles:

La carence en pré et probiotiques



Prébiotiques

But: Régénérer et équilibrer la flore ou microbiote intestinal

Probiotiques

Composants alimentaires non digestibles qui stimulent la croissance de microorganismes intestinaux à effet positif

Micro-organismes vivants spécialement fabriqués qui lorsqu'ils sont ingérés, augmentent par addition, le taux de microorganismes à effet positif dans l'organisme

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.4. Carences nutritionnelles:

La carence en pré et probiotiques



Perturbation de l'équilibre de la flore intestinale:

L'augmentation du taux et de la capacité d'adhésion des bactéries nuisibles telles que les **bactéroides** et les **entérobactéries** à la muqueuse intestinale



Inflammation du côlon et la libération de cytokines pro-inflammatoires qui stimulent la prolifération cellulaire cancéreuse

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.4. Carences nutritionnelles:

* Cas d'*Escherichia coli*

Sécrétion des Cyclomodulines procancéreuses

Colibactine

Dommages à l'ADN et initiation
du processus cancéreux

Facteur nécrosant cytotoxique 1

Résistance des cellules à
l'apoptose et promotion tumorale

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Mode de conservation des aliments:

Le stockage dans une atmosphère humide à température ambiante de fruits, de légumes ou de céréales entraîne la formation de **moisissures**



toxinogènes



Initiation cancéreuse par production de **mycotoxines** qui sont responsables d'intoxications alimentaires humaines



Aspergillus et Fusarium



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Mode de conservation des aliments:

Les mycotoxines ont des propriétés physico-chimiques et toxicologiques variées (tératogènes, génotoxiques et cancérigènes)

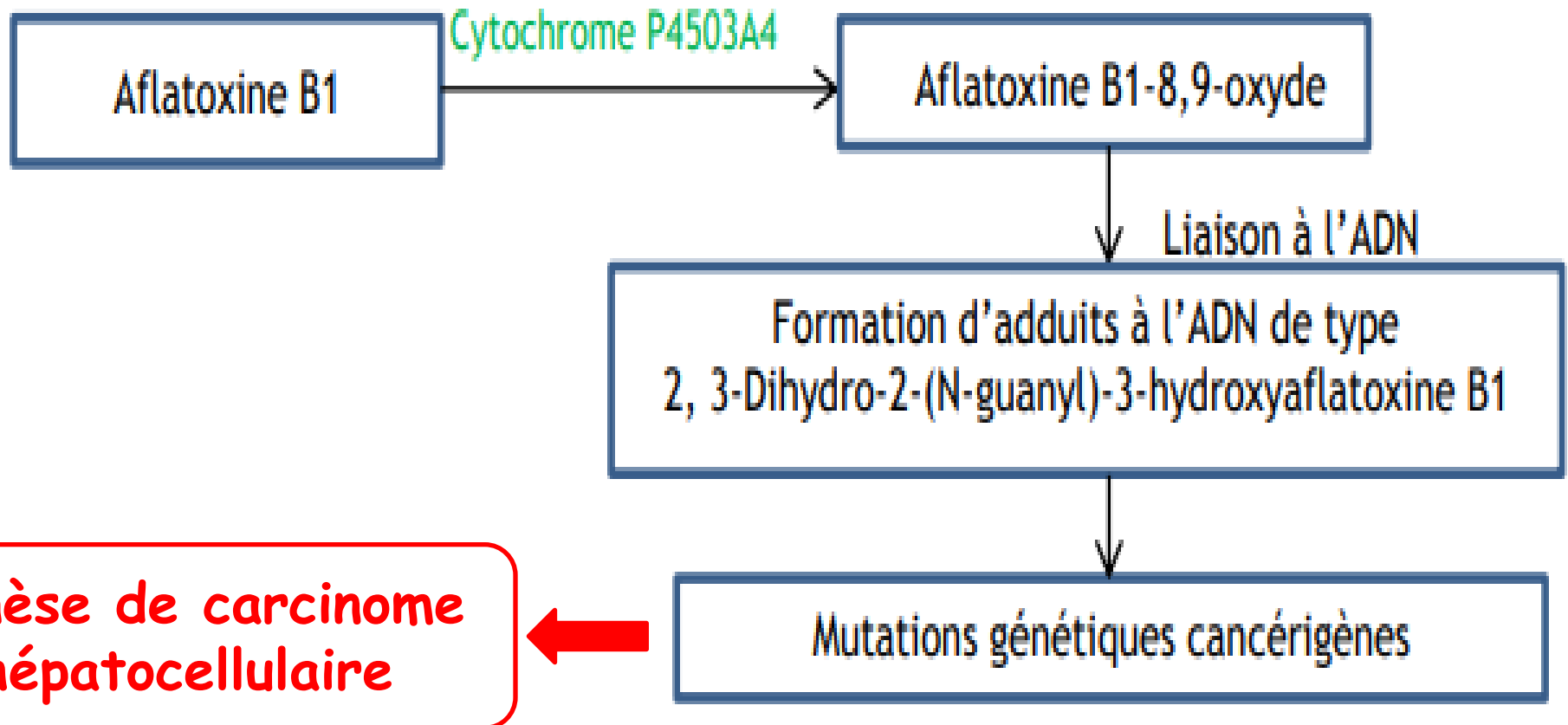
Plus de 400 mycotoxines sont actuellement identifiées à l'échelle internationale



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Mode de conservation des aliments:

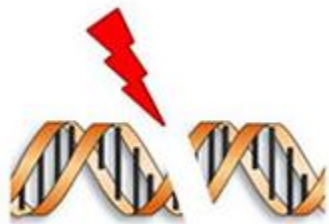
* Cas de l'Aflatoxine B1



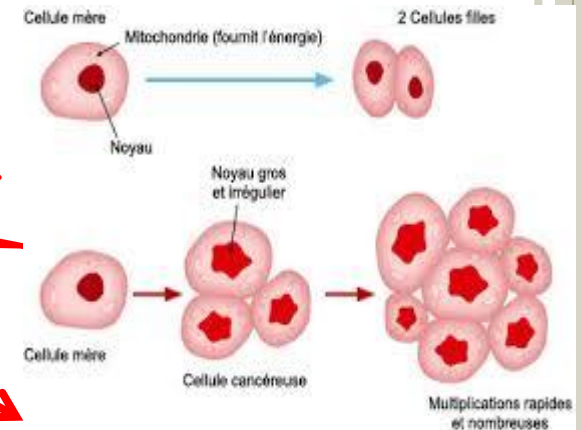
2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Mode de conservation des aliments:

* Cas de la Fumonisine B1



Fumonisine B1



Stimulation de la production de radicaux libres et induction des lésions de l'ADN par cassures de brins initiant ainsi le processus cancéreux

Stimulation de la prolifération cellulaire et inhibition de la voie de l'apoptose

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Mode de conservation des aliments:

Certains modes de conservations tels que la mise en conserve impliquent l'utilisation d'additifs qui par plusieurs mécanismes peuvent initier la cancérisation des cellules.



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Consommation d'additifs alimentaires:



On distingue plusieurs types d'additifs classés par catégories selon leurs usages. Parmi eux, seuls certains **colorants** et les **nitrites** utilisés comme conservateurs sont **potentiellement cancérigènes**

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Consommation d'additifs alimentaires:

Les colorants alimentaires
(colorants azoïques)



Les colorants les plus toxiques

Ils constituent un groupe de colorants dont la structure moléculaire comporte le groupement azoïque (-N=N-).

La benzidine, la β -naphtylamine, la 4-aminodiphényl et le 4chloro-O-toluidine font partie des amines aromatiques les plus utilisées pour la fabrication des colorants azoïques

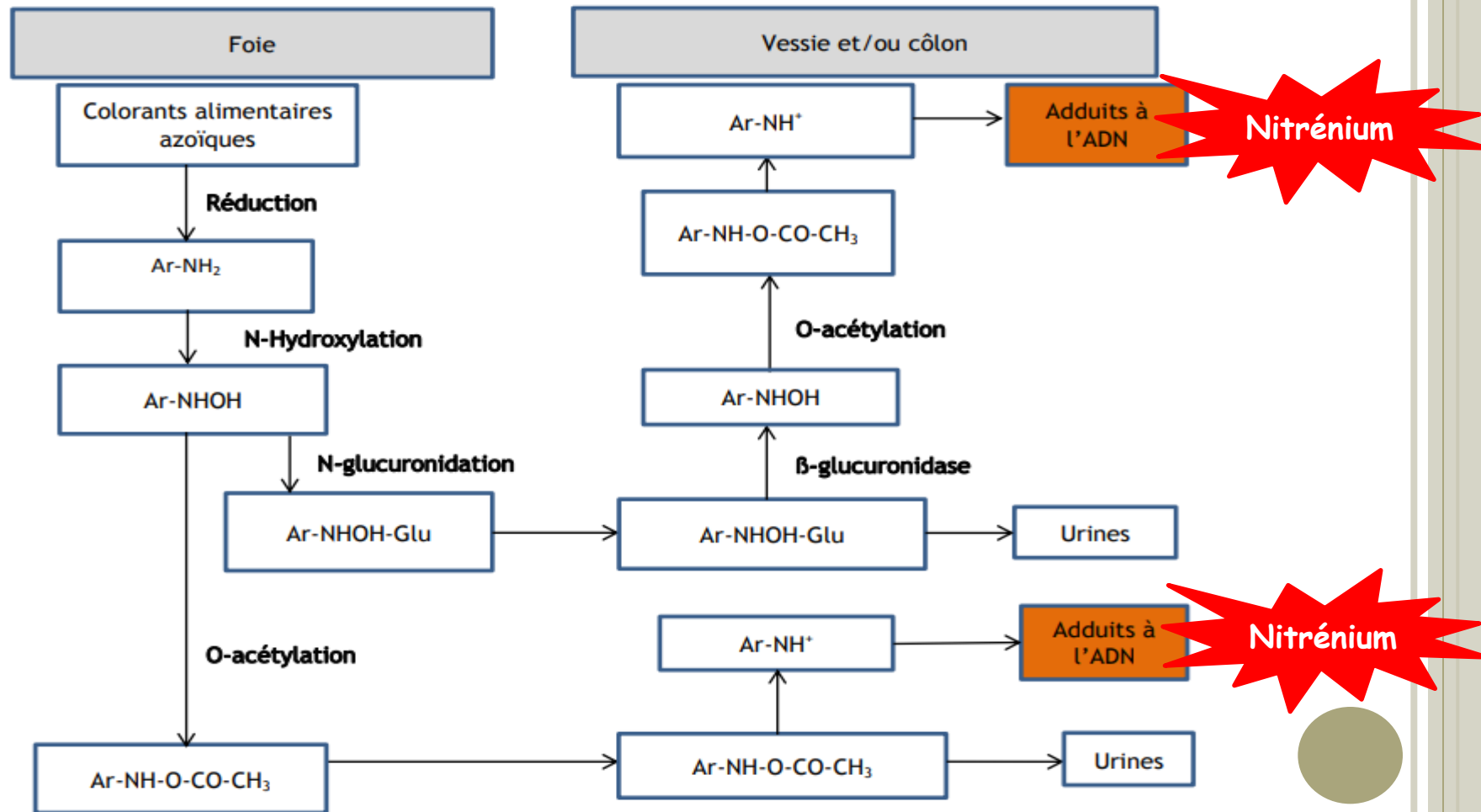


Risque de cancer de la vessie



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Consommation d'additifs alimentaires:



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Consommation d'additifs alimentaires:

Nitrates

Apportés en majorité
par les légumes et
l'eau de boisson

Conservation des
aliments

Les nitrates sont associés à la survenue
de cancers gastro-intestinaux



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.5. Consommation d'additifs alimentaires:

Nitrates (NO_3^-)

Transformation dans le tube digestif en nitrites (NO_2^-)

Réduction dans l'estomac en oxyde nitrique (NO) puis assimilation

Réagir avec les amines et les amides secondaires d'origine alimentaire et former des **nitrosamines** et **nitrosamides**

Formation d'adduits par fixation sur les bases de l'ADN, principalement la **guanine** et engendrent des **mutations génétiques cancéreuses**

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.6. Polluants chimiques et perturbateurs endocriniens:

polluants chimiques
(cancérogènes)



Certains peuvent pénétrer l'organisme par voie orale, via l'ingestion accidentelle d'objets contenant ces polluants chimiques ou via l'ingestion d'aliments contaminés. C'est le cas des poissons contaminés aux métaux lourds (mercure, cadmium et plomb) présents dans l'eau

Polluants chimiques	Mécanisme d'action	Cancers causés
Mercure	Production de radicaux libres et activation de proto-oncogènes (c-fos et c-myc)	Cancer broncho-pulmonaire
Cadmium		
Plomb		
Pétrole	Formation d'époxydes réagissant avec l'ADN et formant des adduits mutagènes	Cancer de la peau

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.6. Polluants chimiques et perturbateurs endocriniens:

Les éléments radioactifs trouvés en grandes quantités dans les aliments



Accidents industriels, rejets non maîtrisés ou des essais nucléaires



Période radioactive est très longue (28 à 30 ans)



Accumulation au niveau de la chaîne alimentaire

Apparition de cancer si les cellules somatiques sont touchés ou d'anomalies héréditaires si ce sont les cellules germinales



2. Alimentation et Cancérogénèse

2.6. Polluants chimiques et perturbateurs endocriniens:

Les perturbateurs endocriniens



Substances exogènes capables d'agir sur l'action des hormones ainsi que sur leur synthèse, leur transport et leur dégradation.

- Blocage ou gêne du mécanisme de production ou de régulation des hormones ou des récepteurs d'hormones ;
 - Production d'un effet agoniste par fixation sur le récepteur d'une hormone (effet mimétique sur le récepteur de l'hormone entraînant l'émission d'une réponse cellulaire normale) ;
 - Production d'un effet antagoniste par fixation sur le récepteur d'une hormone (empêche l'émission du signal de régulation en se liant au récepteur hormonal et ainsi n'entraîne pas la réponse hormonale normalement engendrée par l'hormone naturelle).
- 

2. Alimentation et Cancérogénèse

2.6. Polluants chimiques et perturbateurs endocriniens:

Les perturbateurs endocriniens

Ingestion

Phyto-œstrogènes (Soja)

Les perturbateurs endocriniens sont principalement associés à l'augmentation du risque des cancers du sein, de la prostate et de la thyroïde.

Aliments contaminés:

- Pesticides organophosphorés (cultures);
- Bisphénol A, Phtalates et le Polychlorobiphényle (PCB) (les constituants du plastique utilisés pour les emballages)

2. Alimentation et Cancérogénèse

Sucre



Les cellules cancéreuses se nourrissent de sucre et de tout aliment qui se transforme en sucre, comme les céréales, les pâtes, les glucides, les pains.

Donc, éliminer le sucre est la clé.

Pour ceux qui cherchent à maintenir leur santé, avoir une alimentation équilibrée qui inclue des fruits (car contiennent beaucoup d'antioxydants et ont des propriétés anti-cancer).

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ Tests in vitro:

Compte tenu de la grande diversité des anomalies susceptibles d'être induites au niveau d'un patrimoine génétique, un grand nombre de tests ont été développés pour essayer d'obtenir des résultats plus rapides et à moindre coût.

Ils sont basés sur le pouvoir mutagène des produits initiateurs. L'effet observé consiste dans la recherche des lésions d'ADN (formation d'adduits, rupture des brins de DNA,...), des mutations et des lésions chromatiniennes (aberrations, échange, formation de micronoyaux).

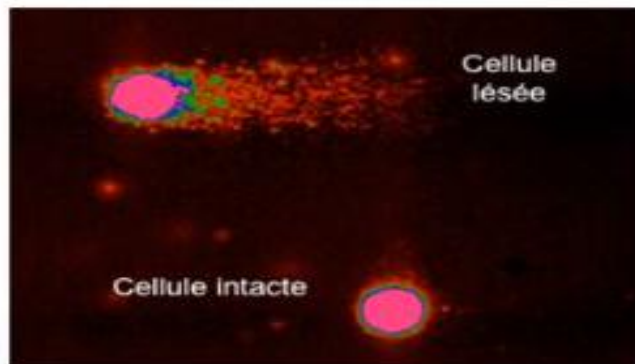
3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ Tests in vitro:

Ces tests sont des biomarqueurs d'effet précoce (biomonitoring génétique) qui permettent de mettre en évidence des altérations au niveau des chromosomes suite à l'exposition à des agents mutagènes/cancérogènes génotoxiques.

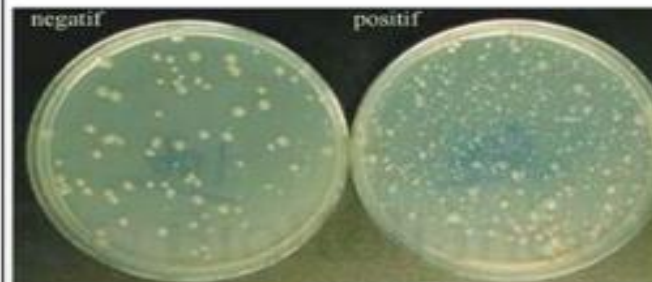
TEST DES COMÈTES

= lésion primaire de l'ADN
(réversible/non transmis)



TEST D'AMES

= mutation ponctuelle
de l'ADN



(Souches pour métaux, nitroarènes et
HAPs/aromatic amine)

TEST DES MICRONOYAUX

= mutation ADN
majeure (irréversible /
transmissible)
= effet mutagénique



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

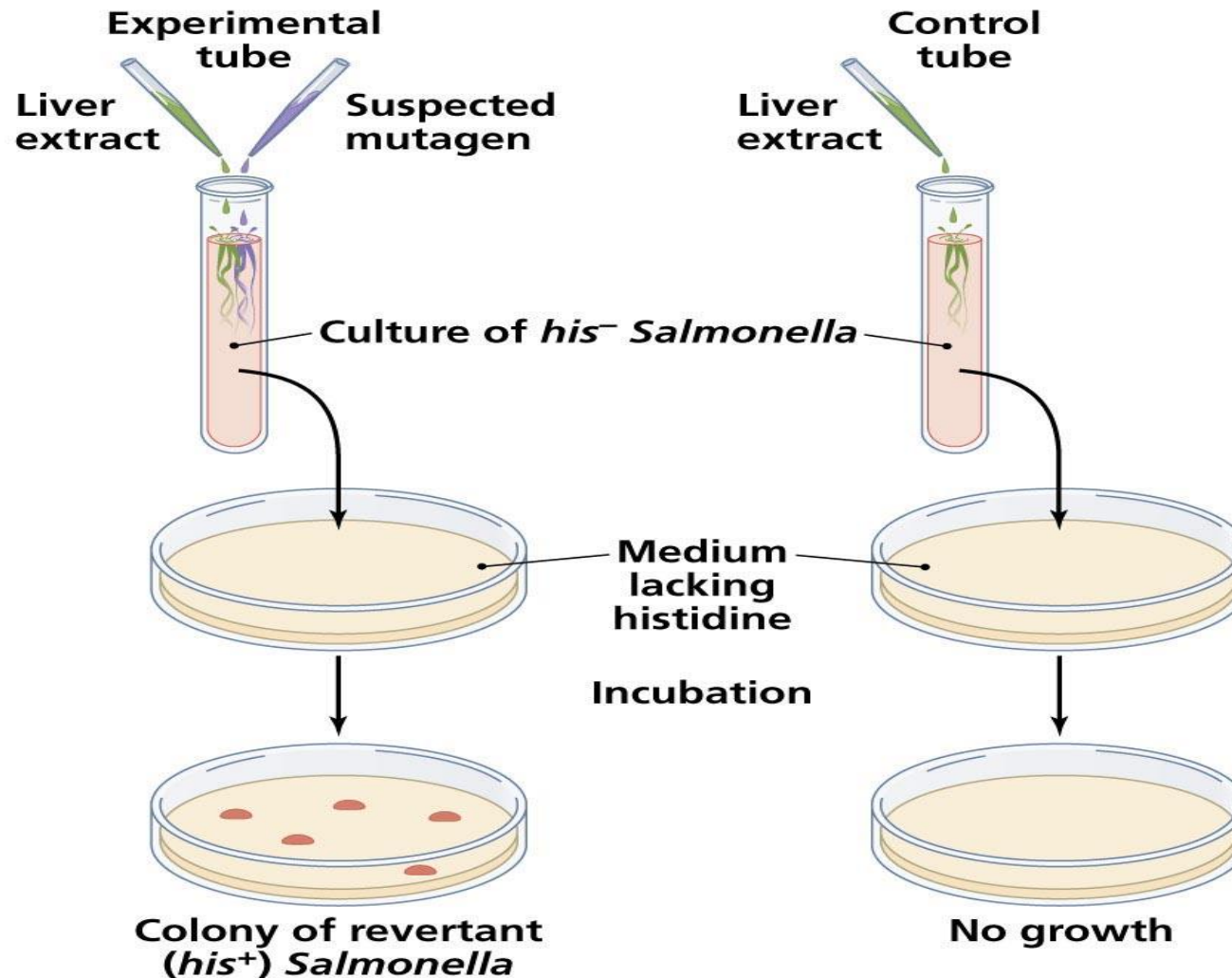
1. Test d'Ames:

Un certain nombre de mutagènes nécessitent une métabolisation avant action. On utilise pour cela un extrait cellulaire du foie de rat (appelé S9 Mix). On incube le produit testé sur cet extrait, avant de mettre en route le test de mutagenèse.

Un des tests le plus courant est le test d'Ames. Il utilise une salmonelle typhique déficiente en enzyme de synthèse de l'histidine. En cas de mutation, les bactéries mutées récupèrent cette possibilité de synthèse. Donc, les bactéries non mutées ne poussent pas dans un milieu agar sans histidine, alors que les bactéries mutées forment des colonies, en nombre proportionnel à l'effet mutagène observé.

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

1. Test d'Ames:



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

2. Test du micronoyau:

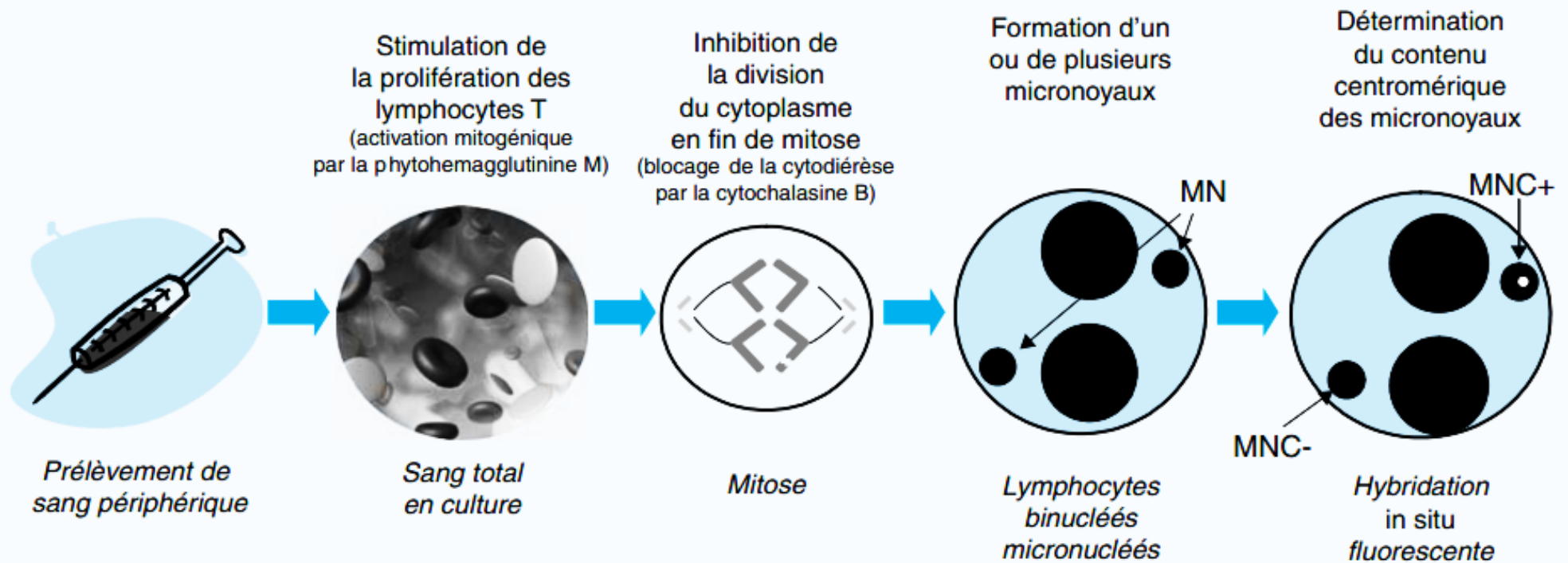


Figure 1. Principe du test des micronoyaux, avec blocage de la cytotéière, associé à l'hybridation *in situ* fluorescente de sondes pancentromériques. Pour chaque sujet, 1 000 lymphocytes binucléés sont observés et les cellules micronucléées contenant un ou plusieurs MN (jusqu'à 6 MN) sont comptabilisées selon les critères définis par Fenech [29]. Pour chaque cellule micronucléée, le nombre de MN est enregistré, de même que la présence ou non de centromères dans les MN (MNC- ou MNC+) et le nombre de spots de fluorescence (correspondant chacun à un centromère donc à un chromosome) au sein de chaque MNC+. MN : micronoyaux ; MNC- : fragments chromosomiques acentromériques ; MNC+ : chromosomes entiers centromériques.

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

2. Test du micronoyau:

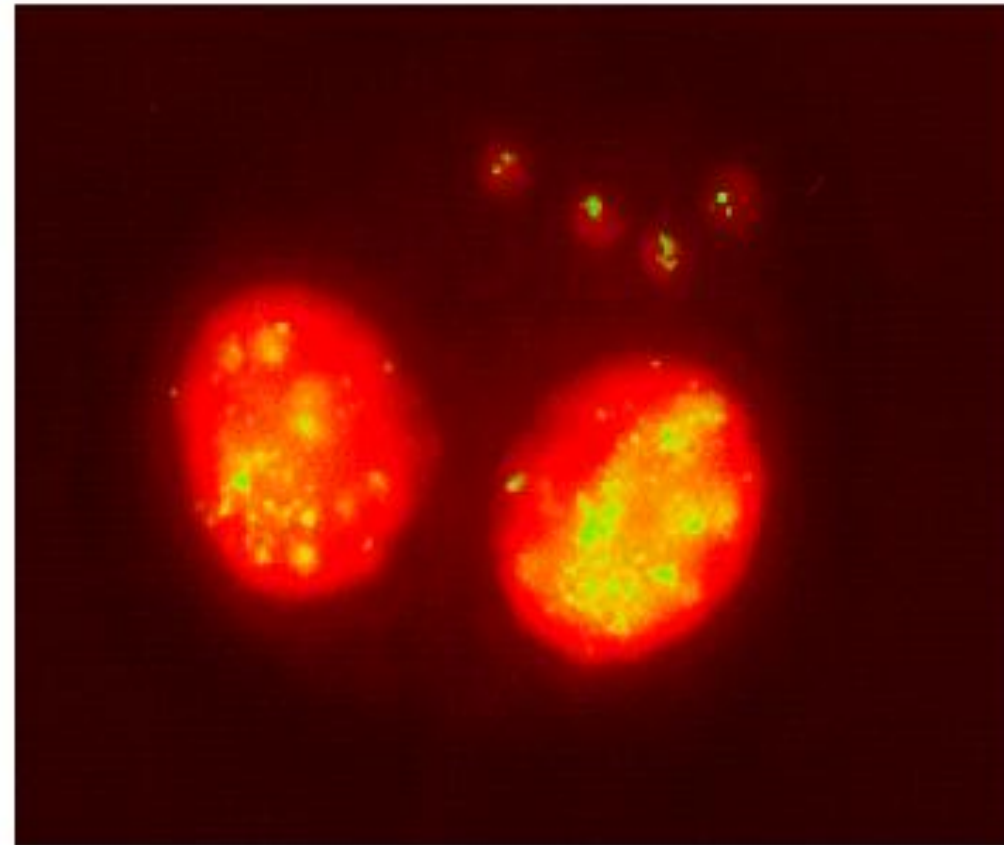
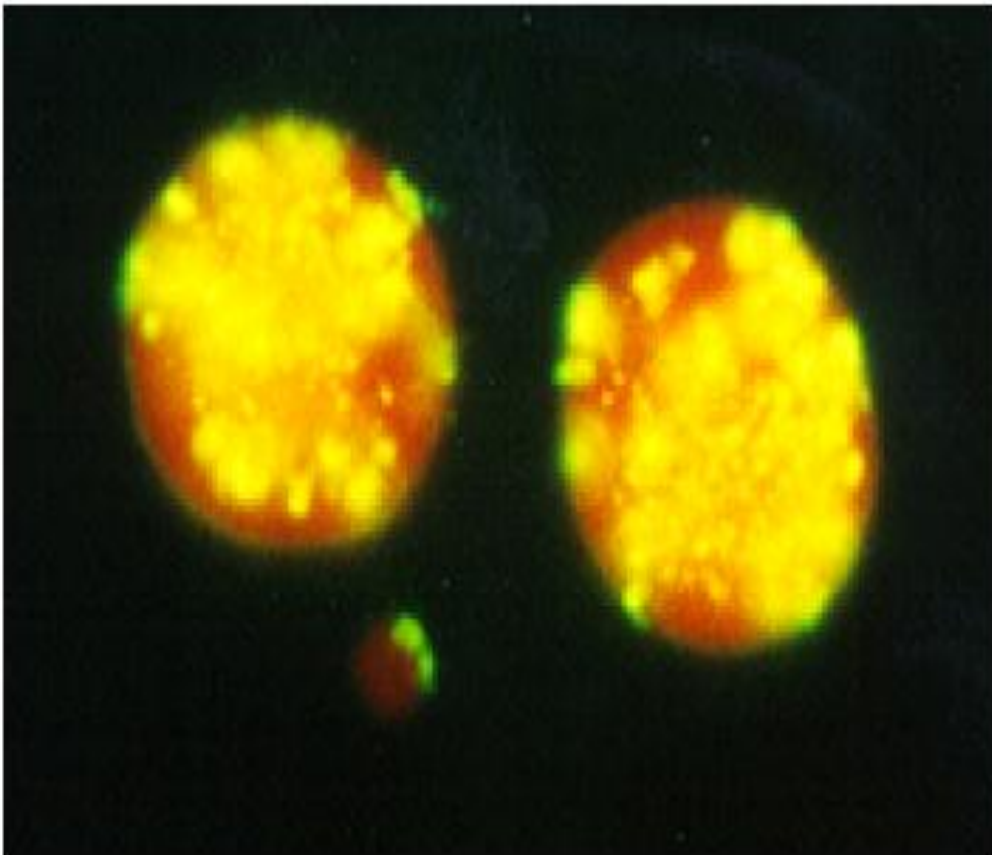
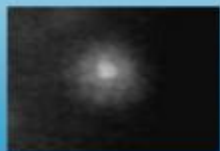
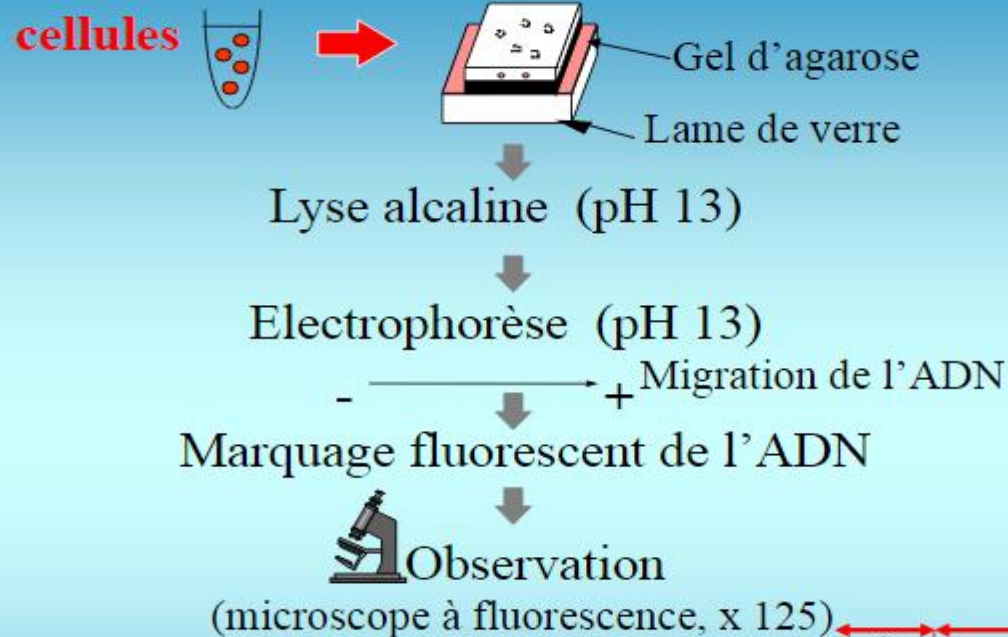


Figure 4 : Photos (Hybridation *in situ* fluorescente). Exemples de MN centromériques (spots de fluorescence à l'intérieur des MN)

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

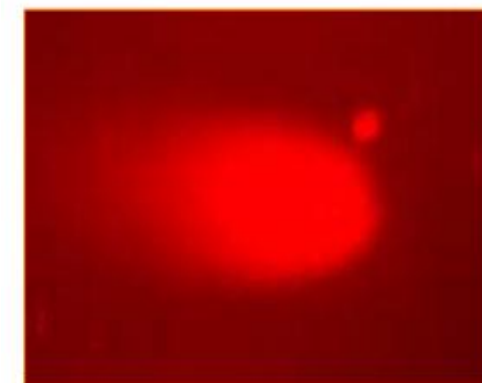
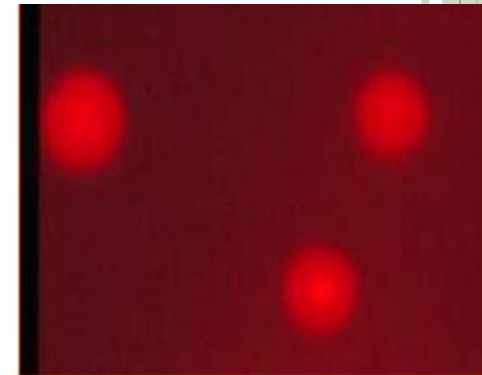
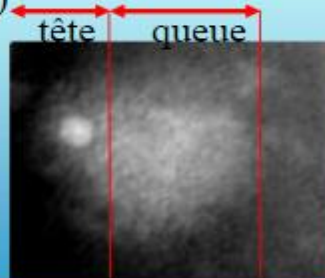
2. Test de comètes:



Cellule normale



Cellules dont l'ADN est lésé → figures de comètes



Détection de cassures

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

- ❖ Pour minimiser les risques de faux négatifs ou de faux positifs, on multiplie les types de tests.
- ❖ Les réponses positives doivent être considérées comme suggérant une action carcinogène, et pousser à une investigation plus complexe.
- ❖ Les tests négatifs n'établissent pas la sécurité absolue des produits.

3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ Expérimentation animale:

- ✓ Deux espèces servent à ces expériences : le rat et la souris.
- ✓ L'extrapolation à l'homme des résultats obtenus n'est pas évidente, compte tenu des différences de métabolismes intermédiaires observées entre les espèces.
- ✓ Les traitements cancérigènes sont débutés juste après le sevrage, voire pendant.



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ Expérimentation animale:

- ✓ La route d'administration mime celle éventuellement observée chez l'homme.
- ✓ Habituellement, la substance testée est soit le produit chimique très purifié soit le produit avec ses impuretés habituelles.
- ✓ Le résultat nécessite plusieurs mois d'élevage.



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ **Expérimentation animale:**

- ✓ Chaque groupe d'animaux doit être assez fourni pour permettre une étude statistique satisfaisante (25).
- ✓ Deux à trois doses différentes sont utilisées, en général à 10% de la dose maximum tolérée (celle qui n'induit pas de morts immédiates). Ces doses, pour être efficaces chez l'animal, sont souvent sans rapport réel avec celles qu'éventuellement l'homme subit. On en est réduit avec des extrapolations vers le bas, aboutissant parfois à des résultats aléatoires (pas d'interprétation simpliste).



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

➤ Etude épidémiologique:

L'approche épidémiologique est la méthode de choix d'évaluation de cancérogénèse.

Les études épidémiologiques constituent théoriquement la source de données la plus utile pour estimer un excès de risque, puisque les résultats sont en principe directement transposables à l'homme.

En revanche, cette méthode présente de grosses difficultés méthodologiques. De plus, dans le cas de cancers, il y'a souvent un temps de latence relativement important.



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

L'initiation est considérée comme un processus sans seuil. C'est-à-dire qu'à n'importe quelle dose d'un initiateur le risque de mutation, et donc de cancer pourrait augmenter. Autrement dit, toute exposition à un agent initiateur (mutagènes), implique une probabilité d'apparition de cancer, qui peut être extrêmement faible mais non nulle. On parle dans ce cas d'effet sans seuil ou *stochastique*.



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

Par contre, pour les autres étapes de la cancérogénèse autres qu'initiation, il est généralement accepté qu'il existe un seuil de dose, en dessous duquel le risque est théoriquement nul. Dans ce cas on parle d'effets **déterministes**. On admet que pour ces effets déterministes, des mécanismes de réparation sont mis en jeu. L'effet toxique ne se manifeste que lorsque ces mécanismes sont débordés.



3. Tests d'évaluation de la cancérogénèse

Tableau 1. Distinction entre «initiateurs» et «promoteurs»:

Initiateurs	Promoteurs
Génotoxiques	Non génotoxiques, (épiogéniques)
Electrophiles	Non électrophiles
Sans seuil	Avec seuil
Active en tests à court terme	Non active en tests à court terme
En théorie une seule exposition peut provoquer l'apparition de cancer.	Des expositions répétées sont nécessaires avant l'apparition des cellules cancéreuses.

ETUDE DE L'ALLERGÉNICITÉ ALIMENTAIRE

INTRODUCTION

L'organisme humain possède divers systèmes de défense qui lui permettent de reconnaître les substances favorables à son bon fonctionnement.



Lorsque l'organisme répond d'une façon excessive ou exagérée à des produits chimiques étrangers qui ne provoquent habituellement pas de réaction immunologique

on parle d'**ALLERGIE**

INTRODUCTION

L'Allergie est un phénomène en pleine croissance partout dans le monde, et en particulier dans les pays industrialisés. La fréquence des maladies ne cesse d'augmenter aussi bien chez l'enfant que chez l'adulte.

Les maladies allergiques sont classées au **4^{ème} rang des maladies chroniques** selon l'OMS.

Elles sont reconnues comme des problèmes majeurs de santé publique notamment chez les enfants.

DÉFINITION

Qu'est ce qu'une allergie?

L'**ALLERGIE** est une réaction indésirable de l'organisme à des **agents chimiques, physiques ou biologiques** généralement **inoffensifs** pour la plupart des gens.

La réaction allergique survient lorsque le système immunitaire de l'individu reconnaît par méprise une substance comme étrangère, appelée alors **ALLERGENE**.

L'organisme la reconnaît et fabrique des substances pour la neutraliser et l'éliminer, ce sont des **ANTICORPS**.

•

GÉNÉRALITÉS

ALLERGIE

```
graph TD; A[ALLERGIE] --> B[Contact entre l'allergène et l'organisme]; A --> C[Faculté particulière à se sensibiliser, qui peut être héréditaire ou qui peut se développer par suite de l'action de nombreux facteurs];
```

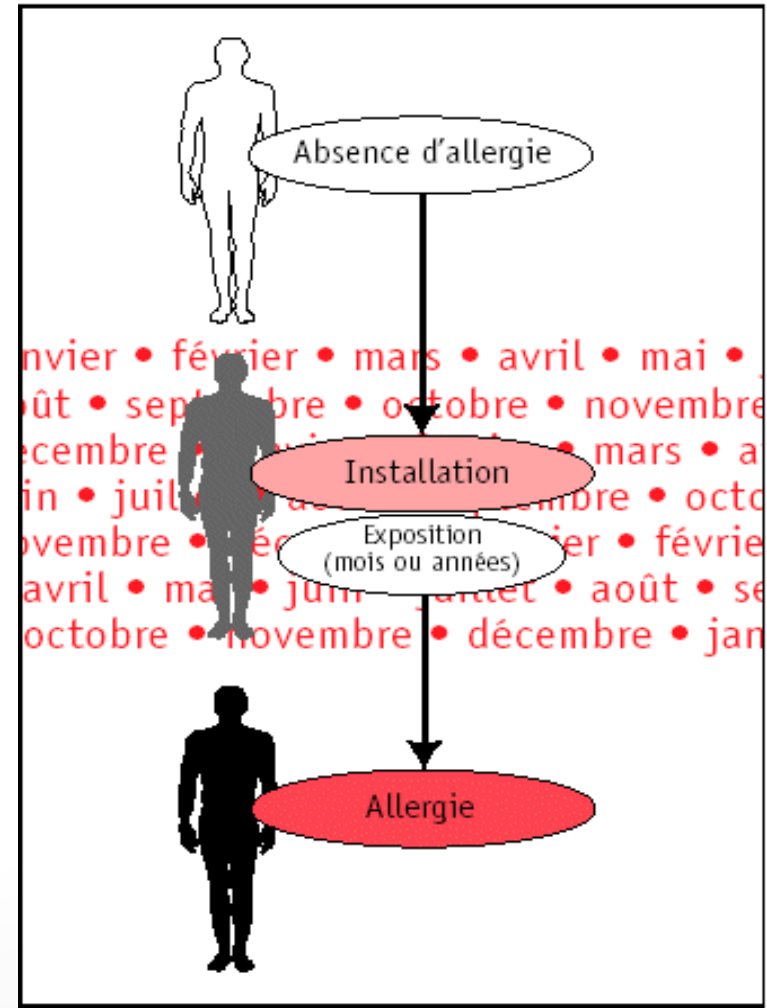
**Contact entre l'allergène
et l'organisme**

**Faculté particulière à se
sensibiliser, qui peut être
héréditaire ou qui peut se
développer par suite de
l'action de nombreux
facteurs**

GÉNÉRALITÉS

Le contact de la substance avec l'organisme déclenche un mécanisme qu'on appelle **sensibilisation**.

L'exposition qui provoque la sensibilisation ne correspond pas nécessairement à la première exposition, car un individu peut être exposé pendant une longue période (contact prolongé ou répété) à un allergène avant que la sensibilisation ne se manifeste.



GÉNÉRALITÉS



ALLERGENE



Voie Aérienne

Pneumoallergènes

: moisissures, poils d'animaux, pollen de l'herbe à poux.

Symptômes:

l'écoulement nasal, des éternuements, de la congestion, du larmolement, du picotement et le gonflement des yeux.

Voie Cutanée

Allergènes transcutanés:

herbe à puce, nickel).

Symptômes:

éruptions et démangeaisons.

Voie Digestive

Trophallergènes:

aliments et leurs constituants, tels que les œufs et les arachides)

Symptômes:

éruptions, de la fièvre, des nausées, des vomissements et des crampes d'estomac.

Voie intraveineuse

Allergènes:

morsures, piqûres d'insectes

Symptômes:

éruptions et une manifestation allergique violente (telle qu'un choc anaphylactique).

ALLERGIES ALIMENTAIRES

- La fréquence des allergies alimentaires a doublé en 15 ans.
- On estime aujourd'hui que 3 à 10 % de la population est atteinte et le nombre d'enfants allergiques ne cesse de croître.
- 75% des allergies se manifestent avant 15 ans.
- Les conséquences cliniques de l'allergie peuvent être graves, souvent invalidantes, parfois mortelles.
- Il faut néanmoins distinguer allergies et intolérances, car si 20% des individus se disent allergiques, seuls 5% le sont vraiment.

ALLERGIES ALIMENTAIRES

Définition

L'allergie alimentaire correspond à un état d'hypersensibilité développé contre les protéines alimentaires appelées **trophallergènes**. Il s'agit généralement d'allergie IgE dépendante à caractère plus ou moins immédiat.



ALLERGIES ALIMENTAIRES

Dans ce groupe des allergies alimentaires, d'autres types de mécanismes immunologiques peuvent cependant être impliqués:

- ❑ **L'hypersensibilité de type I** (immédiate, à médiation IgE), ces réactions sont largement les plus fréquentes.
- ❑ **L'hypersensibilité de type II** (cytotoxique et cytolytique) n'intervient que de manière exceptionnelle dans les réactions immunitaires déclenchées par les aliments .
- ❑ **L'hypersensibilité de type III** (semi-tardive à complexes immuns) peut théoriquement intervenir vis-à-vis des aliments.
- ❑ **L'hypersensibilité de type IV** (retardée à médiation cellulaire) est probablement le mécanisme responsable des formes entéropathiques d'intolérance aux protéines de lait de vache.

ALLERGIES ALIMENTAIRES

Quelles sont les causes de la dissémination des allergies?

- ❖ L'évolution des modes de vie,
- ❖ La disponibilité pour le plus grand nombre d'aliments en provenance de pays lointains,
- ❖ La transformation toujours plus poussée des produits alimentaires,
- ➡ contribuent à la dissémination de nouveaux allergènes, parfois sous forme masquée, ce qui crée des difficultés pour l'évaluation des risques.

ALLERGIES ALIMENTAIRES

Difficultés rencontrées lors du diagnostic des allergies?

La difficulté réside dans la capacité d'affirmer le lien entre une manifestation allergique et un allergène... et surtout d'identifier l'allergène (ou les allergènes) en cause (problématique des allergies croisées).

La réponse est alors d'éliminer les contacts avec ces allergènes.

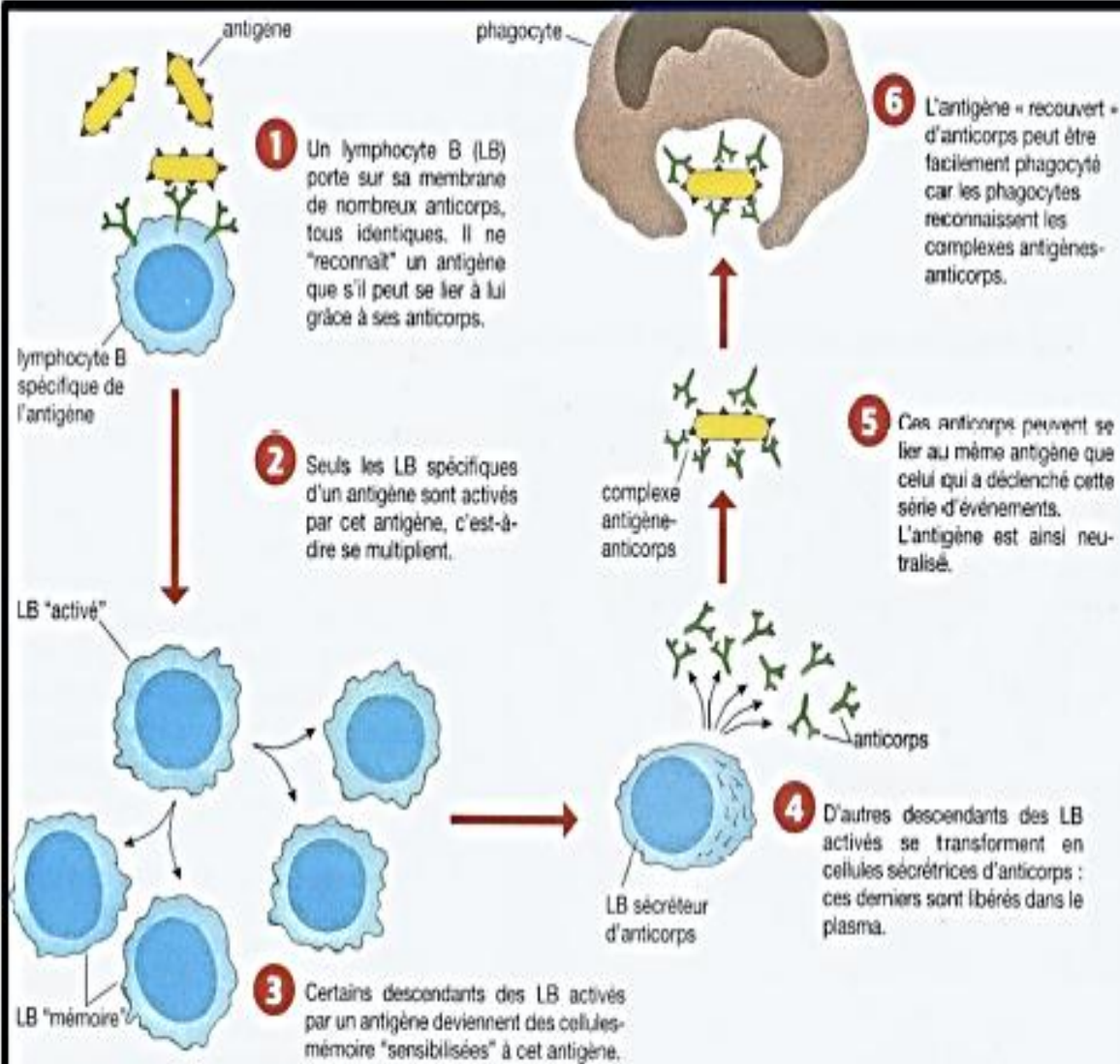
ALLERGIES ALIMENTAIRES

Allergie et Intolérance: Quelles sont les différences?

Il ne faut pas confondre **allergie alimentaire** avec **intolérance alimentaire** et pseudo-allergie qui elles, n'impliquent pas de **réaction immune**. En effet, l'intolérance alimentaire est caractérisée par **un déficit en enzymes qui permettent l'absorption des aliments**. Un déficit en enzymes perturbe le bon fonctionnement du système digestif car une partie de l'aliment ne peut être digérée, provoquant une inflammation au niveau de l'intestin.

ALLERGIES ALIMENTAIRES

Qu'est ce qu'une réaction immunologique?



Qu'est-ce qu'une réaction immunologique ?

Lors d'une agression par un antigène (un intrus), des lymphocytes B (globules blancs) spécifiques reconnaissent cet antigène et se multiplient dans les ganglions lymphatiques. Ils fabriquent et libèrent alors dans le sang des anticorps capables de se fixer sur cet antigène car il y a une complémentarité de forme entre les deux (système clé-serrure). L'élimination du complexe antigène-anticorps ainsi formé se fera alors par phagocytose.

ALLERGIES ALIMENTAIRES

Le mécanisme de l'allergie se réalise en 2 étapes

1

Phase de sensibilisation:
(1^{er} contact de l'organisme avec l'antigène)

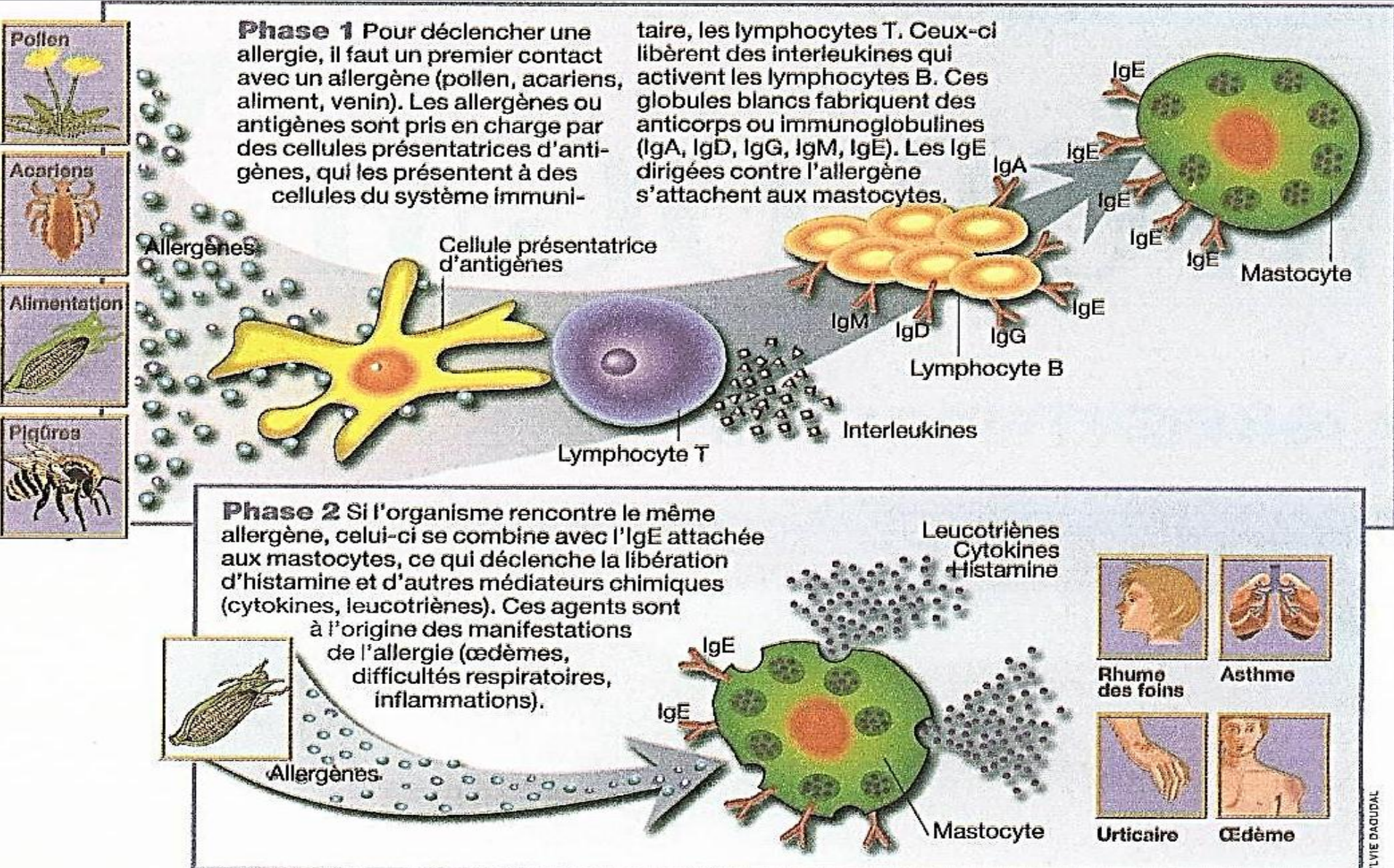
Le corps, plus spécifiquement le système immunitaire, se "**sensibilise**" ce qui le prépare pour une "agression" ultérieure.

2

Phase de déclenchement:
(2^{ème} contact de l'organisme avec le même allergène)

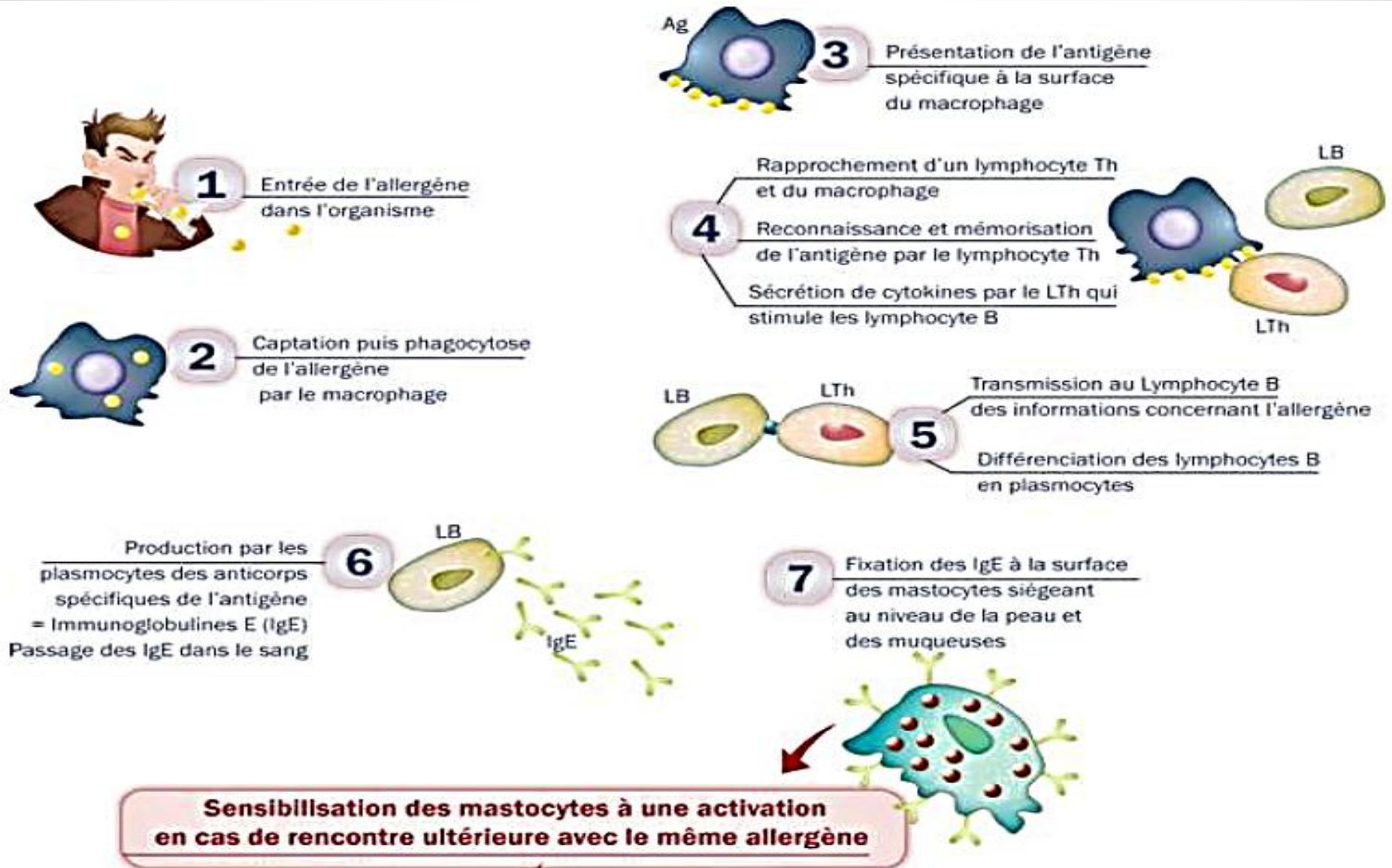
Le système immunitaire réagit rapidement et violemment provoquant la libération de plusieurs substances pro-inflammatoires
(histamine, prostaglandines et des leucotriènes, médiateurs chimiques responsables des rougeurs, démangeaisons, production de mucus).

MÉCANISME DES ALLERGIES ALIMENTAIRES



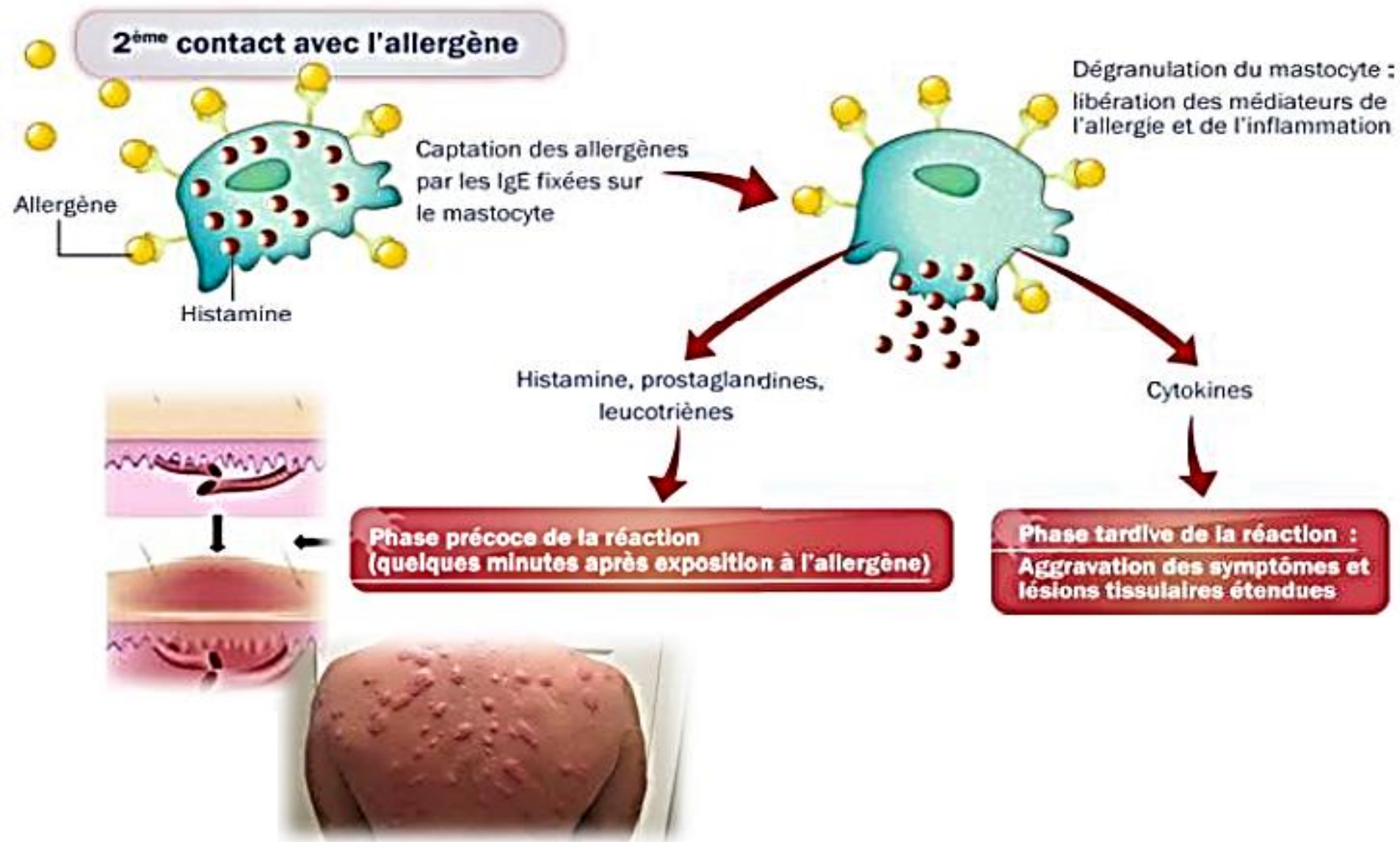
Mécanisme de l'allergie alimentaire

MÉCANISME DES ALLERGIES ALIMENTAIRES



1^{ère} Etape: Mécanisme de sensibilisation à un allergène

MÉCANISME DES ALLERGIES ALIMENTAIRES



2^{ème} Etape: Mécanisme d'une réaction allergique

SYMPTÔMES DES ALLERGIES ALIMENTAIRES

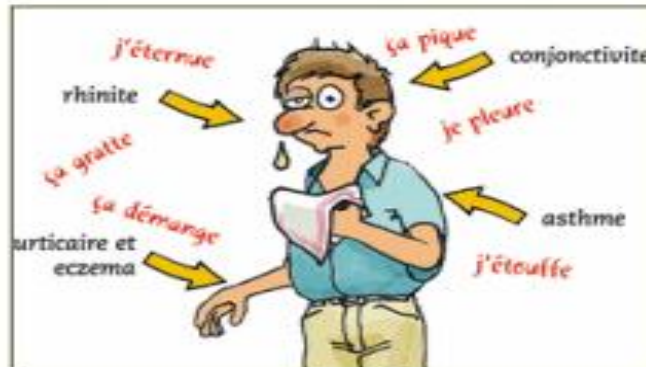
- ➡ C'est au cours du deuxième contact avec l'allergène que le sujet déclenche **une manifestation clinique de nature allergique** due à cette libération massive de médiateurs chimiques.
- ➡ Cette réaction pourra être plus ou moins grave en fonction de chaque individu, et pourra aller jusqu'au **choc anaphylactique**.

SYMPTÔMES DES ALLERGIES ALIMENTAIRES

Les symptômes les plus fréquemment observés (de manière isolée ou associée) sont regroupés dans le tableau suivant:

Type de réaction	Organe cible	Tableau clinique	Symptomatologie
- Manifestations cutanéomuqueuses - Manifestations oro-pharyngées	Peau	Dermatite atopique	Lésion d'eczéma sur le visage, face d'extension des muscles, plis de flexion.
		Urticaire	- Dermatose éruptive dues à un œdème dermique secondaire à une vasodilatation et une perméabilité des capillaires. - Papules roses, prurigineuses, œdémateuses
	Muqueuse	Œdème de Quincke	- Dermatose due à un œdème hypodermique pouvant être fatal s'il touche les muqueuses oro-pharyngées - Tuméfaction blanc rosée.
	Muqueuse buccale	Syndrome de Lessof	Prurit et œdème labial, gingivale, buccal, de la glotte
	Muqueuse nasale	Rhinite	Obstruction et prurit nasal (inflammation de la muqueuse) toux, éternuement, conjonctivite.
Réactions généralisées	Système Générale	Choc anaphylactique	- Insuffisance circulatoire aiguë provoquée par une vasodilatation périphérique liée à la libération massive de médiateurs - Mise en jeu du pronostic vitale.
Manifestations respiratoires	Poumon	Asthme	Constriction bronchique conduisant à une gêne respiratoire et dyspnée sifflante due à la libération d'histamine.

SYMPTÔMES DES ALLERGIES ALIMENTAIRES



Symptômes cutanéomuqueux les plus fréquentes dans l'allergie alimentaire (œdème et urticaire aiguë).

INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

En cas d'intolérance alimentaire, le corps perd partiellement ou totalement la capacité de digérer (métaboliser) une certaine substance.

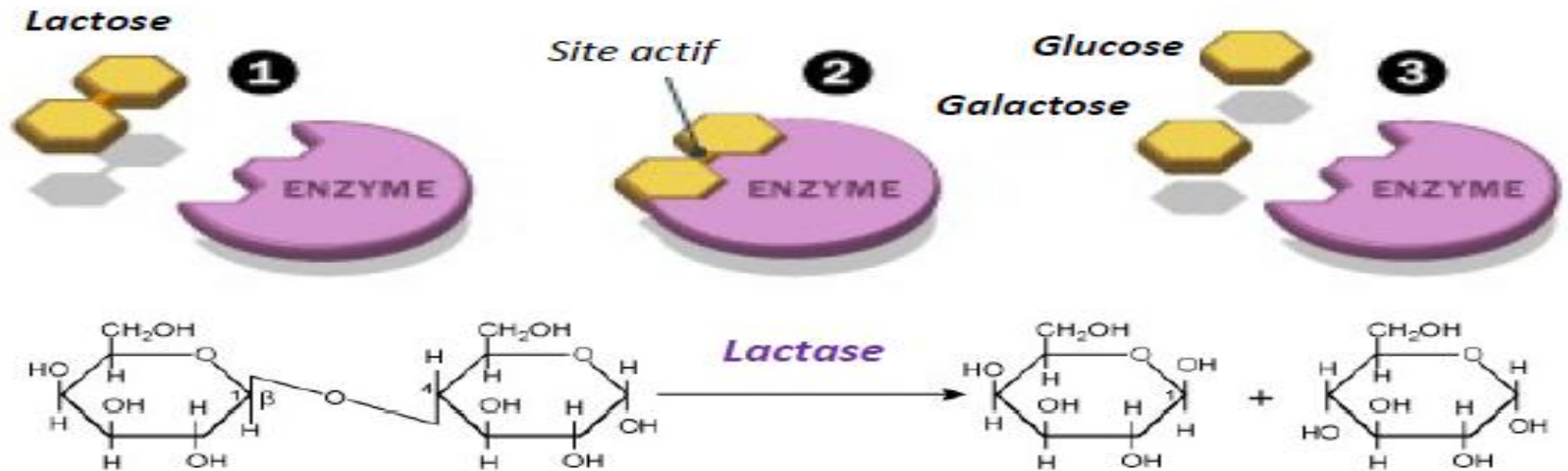
INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au lactose

L'enzyme digestive du lactose (la lactase) n'est pas produite ou produite en quantité insuffisante.

- ➡ Le lactose parvient alors à atteindre le gros intestin sans être absorbé et y est fermenté.

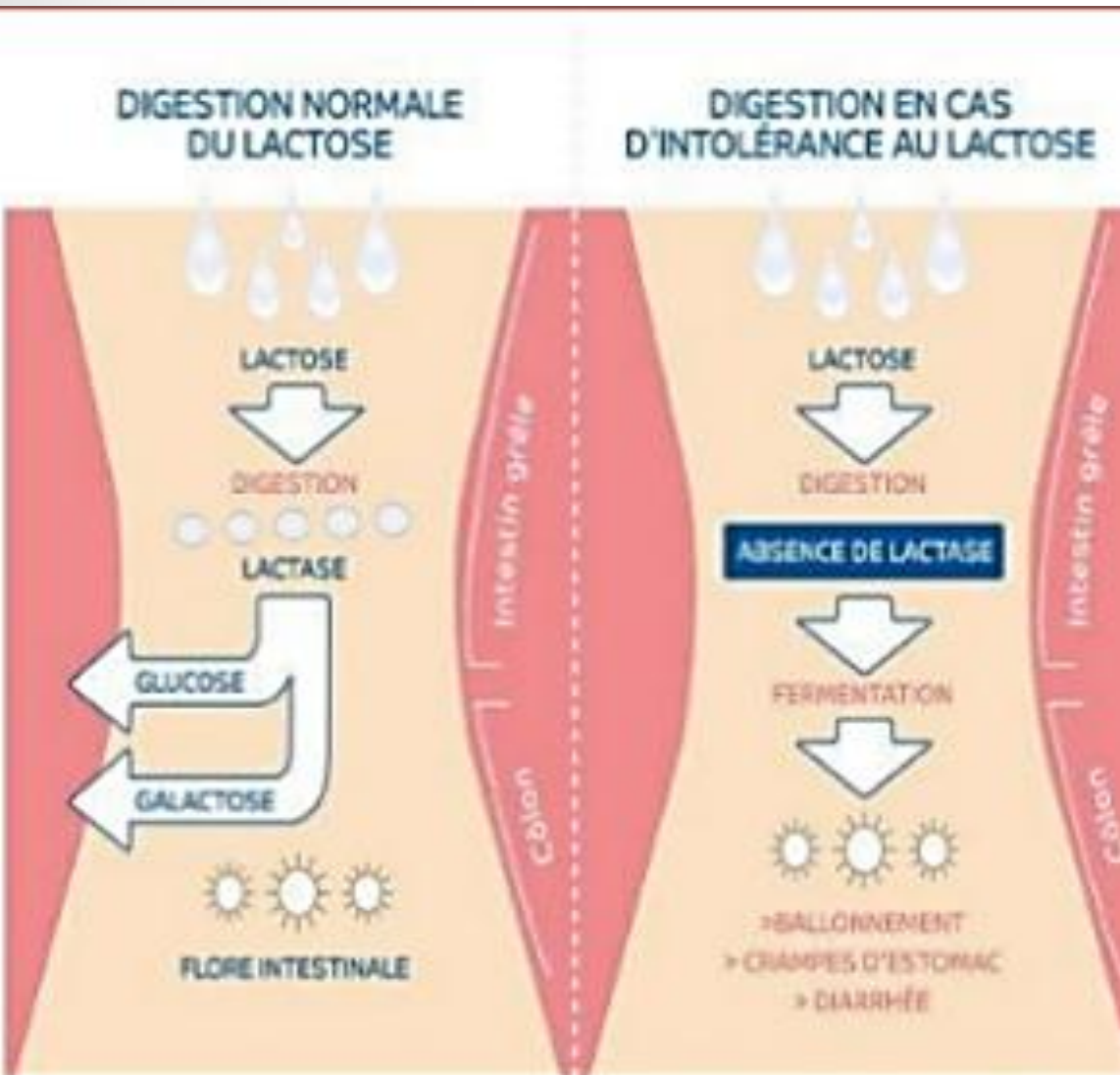
Cette carence en lactase peut être d'origine héréditaire ou pathologique.



Hydrolyse enzymatique du Lactose

INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au lactose



INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au lactose

L'intolérance se traduit par des douleurs abdominales, crampes intestinales, ballonnements, de la diarrhée et l'émission de gaz dans les heures suivant l'ingestion de lait.

Les sujets intolérants au lactose tolèrent le lait fermenté (yaourt) qui apporte sa propre lactase produite par les ferments lactiques.

L'intolérance au lactose est à différencier de l'allergie aux protéines du lait de vache qui appartient à la catégorie des allergies alimentaires vraies .

INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au gluten, ou maladie cœliaque

La **maladie cœliaque** est une maladie chronique de l'intestin, de composante héréditaire, et déclenchée par la consommation de gluten.

Le gluten est un mélange de protéines contenues dans certaines céréales (blé, orge, seigle..., seuls le maïs et le riz en sont dépourvus). Donnant une texture moelleuse aux pains et aux autres produits de boulangerie, le gluten permet aux ingrédients de bien se lier ensemble ...

Symptômes:

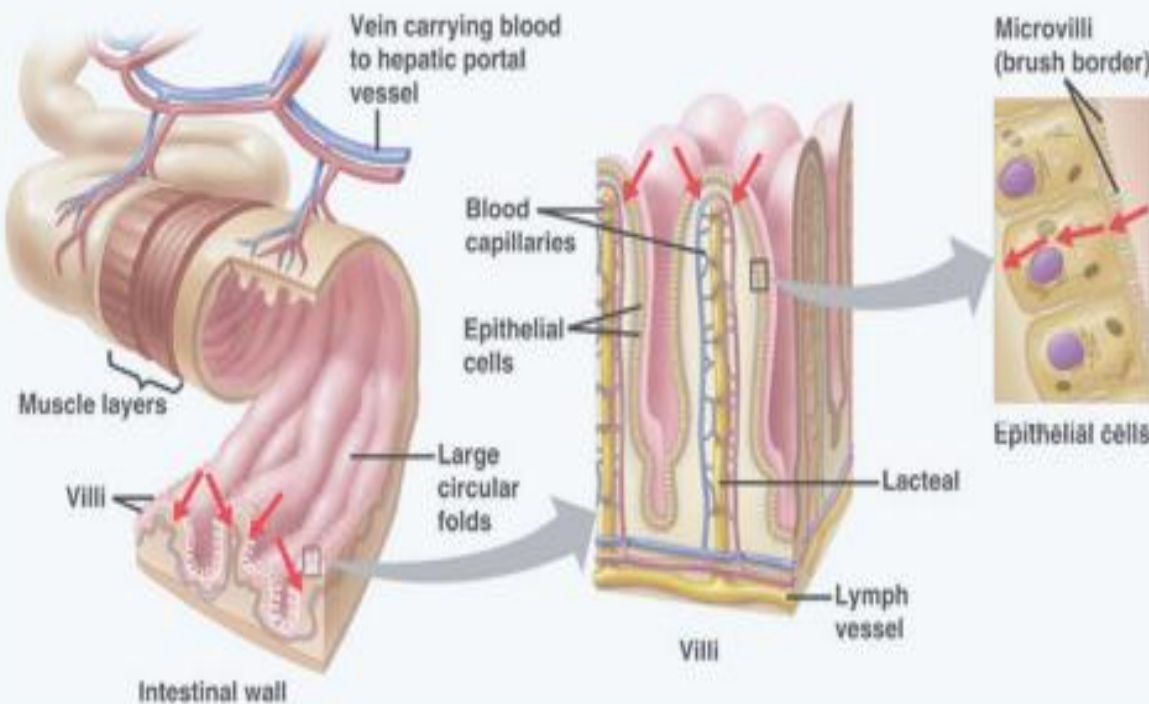
Digestifs (diarrhée, douleurs, ballonnements...). Chez les personnes atteintes de la maladie cœliaque, l'ingestion de gluten entraîne une **réaction immunitaire** anormale dans l'intestin grêle qui se retourne contre lui (**réaction auto-immune** : l'organisme s'auto-attaque !!!), qui crée une inflammation et endommage la paroi intestinale. ●

INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au gluten, ou maladie cœliaque

Dans le cas du blé, la réaction inflammatoire est dirigée contre la **gliadine** (une fraction de protéine présente dans le gluten du blé).

Pour l'orge, c'est l'**hordéine** qui est en cause ; et pour le seigle, c'est la **sécaline**.



Villosités intestinales

Les villosités intestinales sont des petites structures en forme de vague (replis) de la paroi de l'intestin grêle permettant l'amplification des processus d'absorption par augmentation de la surface intestinale et donc du nombre de cellules. Celles-ci sont également recouvertes de microvillosités.

INTOLÉRANCES ALIMENTAIRES

❖ Intolérance au gluten, ou maladie cœliaque



**Villosités normales
chez l'individu sain**



**Villosités détruites
chez le malade coeliaque**

PSEUDO-ALLERGIE (FAUSSES ALLERGIES)

Les manifestations cliniques des pseudo-allergies sont proches des allergies vraies. Cependant, d'un point de vue **physiopathologique**, il ne s'agit pas d'un mécanisme immunoallergique.

Ingestion

```
graph TD; A[Ingestion] --> B[Aliments naturellement riches en amine biogène (histamine ou tyramine), comme les aliments et boissons fermentés (certains fromages, la choucroute, le vin ...), les aliments fumés, les conserves de poisson (thon, maquereau...), le chocolat]; A --> C[Aliments histamino-libérateurs activant les mastocytes par un mécanisme non allergique, comme les fraises, les tomates, le blanc d'oeuf et les crustacés.];
```

Aliments naturellement riches en amine biogène (histamine ou tyramine), comme les aliments et boissons fermentés (certains fromages, la choucroute, le vin ...), les aliments fumés, les conserves de poisson (thon, maquereau...), le chocolat

Aliments histamino-libérateurs activant les mastocytes par un mécanisme non allergique, comme les fraises, les tomates, le blanc d'oeuf et les crustacés.

ALLERGIES CROISÉES

Il s'agit d'allergies à des substances qui se ressemblent chimiquement.

Elles sont caractérisées par des manifestations cliniques allergiques dues à des allergènes différents sans qu'il y ait eu, au préalable, un premier contact sensibilisant avec chacun de ces allergènes.

ALLERGIES CROISÉES

Une personne allergique au lait de vache risque fort d'être aussi allergique au lait de chèvre, même si elle n'y a pas été sensibilisée. La raison de cette allergie dite "**croisée**" est la similarité de structure de leurs protéines.

On parle dans le cas présent d'une **allergie croisée**
"aliments-aliments"



	lait de vache entier	lait de chèvre entier
valeur énergétique (en kcal/100g)		
Énergie (kcal/100g)	67,9	66,9
Macronutriments		
Protéines (g/100g)	3,3	3,35
Glycides (g/100g)	4,62	4,35
Sucres (g/100g)	-	4,35
Fibres (g/100g)	0	0
Lipides (g/100g)	3,54	3,9
Ac saturés (g/100g)	1,46	2,39
Ac monosaturés (g/100g)	1,05	0,85
Ac polyinsaturés (g/100g)	0,119	0,245
Vitamines		
Retinol (µg/100g)	17,5	40
Béta-Carotène (µg/100g)	16,7	9,5
Vit D (µg/100g)	0,03	0,085
Vit E (mg/100g)	0,05	0,035
Vit K1 (µg/100g)	0	0,2
Vit K2 (µg/100g)	-	-
Vit C (mg/100g)	1	1,35
Vit B1 (mg/100g)	0,04	0,045
Vit B2 (mg/100g)	0,17	0,105
Vit B3 (mg/100g)	0,08	0,11
Vit B5 (mg/100g)	0,35	0,36
Vit B6 (mg/100g)	0,06	0,055
Vit B12 (µg/100g)	0,4	0,08
Vit B9 (µg/100g)	4,8	1
Minéraux		
Sodium (mg/100g)	52,2	55,3
Magnésium (mg/100g)	11	11
Phosphore (mg/100g)	90	94,7
Potassium (mg/100g)	543	583
Calcium (mg/100g)	117	117
Manganèse (mg/100g)	0,0033	0,006
Fer (mg/100g)	0,048	0,0767
Cuivre (mg/100g)	< 0,22	0,33
Zinc (mg/100g)	0,379	0,395
Sélénium (µg/100g)	< 1	1
Iode (µg/100g)	9,77	8

www.cdc.fr/bonnebouffe.com

ALLERGIES CROISÉES

Il peut y avoir également des **allergies croisées "pneumallergène-aliment"**. Il arrive ainsi que des personnes allergiques au pollen soient aussi allergiques à des fruits ou des légumes frais, ou à des noix. C'est ce qu'on appelle le **Syndrome d'Allergie Orale**.

Par exemple, une personne allergique au pollen de bouleau pourrait avoir des démangeaisons sur les lèvres, la langue, le palais et la gorge lorsqu'elle mange une pomme ou une carotte crue.

Cette réaction se produit uniquement avec les produits crus puisque la cuisson détruit généralement l'allergène en modifiant la structure de la protéine.

ALLERGIES CROISÉES

Enfin, il peut y avoir des **allergies croisées "latex-aliment"**.

Dans les entreprises agroalimentaires, les manutentionnaires peuvent manipuler les denrées avec des gants en latex. **Les protéines de latex** peuvent alors se retrouver sur le produit final.

Une sensibilisation au latex peut également avoir lieu chez les personnes portant régulièrement des gants en latex ou chez des patients opérés à plusieurs reprises.

Les aliments les plus fréquents présentant une réaction croisée avec le latex sont l'avocat, la banane, le kiwi et la châtaigne.

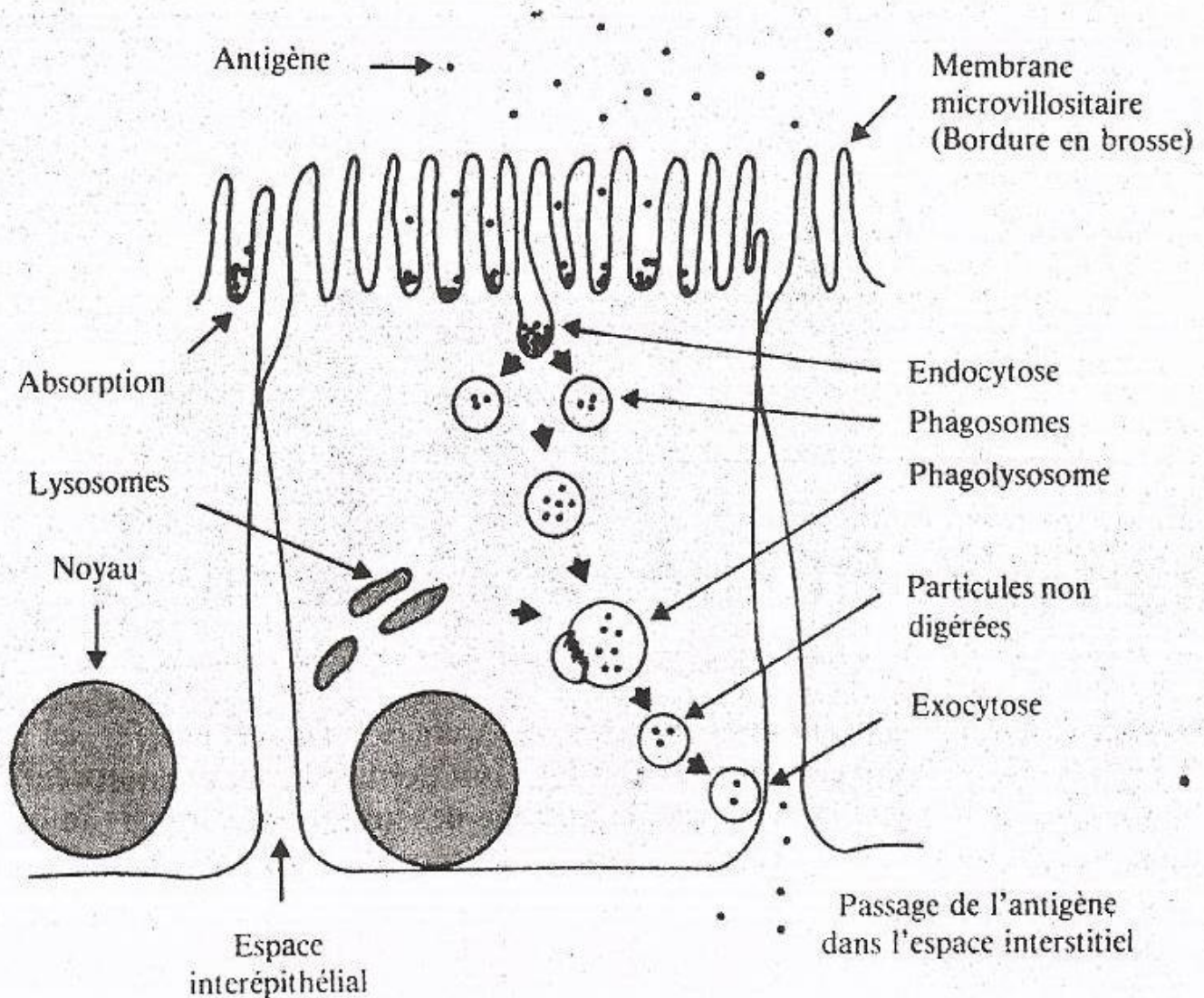
-

1- Altération de la muqueuse intestinale:

- Cette altération favorise l'absorption, c'est-à-dire le passage dans le sang de substances antigéniques qui ne sont pas dégradées normalement.
- L'altération de la muqueuse et des cellules de revêtement peut être en relation avec certaines toxines ou virus.
- Le film protecteur à la surface du revêtement cellulaire peut être détruit par des médicaments anti-inflammatoires.
- Il peut y avoir une hyperperméabilité liée à une vasodilatation locale due à l'alcool, les laxatifs, les irritants.
- Outre la facilitation de pénétration des antigènes, ces troubles favorisent également le passage de l'histamine pouvant provenir des aliments.

FACTEURS FAVORISANT LES ALLERGIES ALIMENTAIRES

TRANSPORT DES ANTIGÈNES À TRAVERS LA MUQUEUSE INTESTINALE (d'après Walker)



2- Le déficit en immunoglobulines A sécrétoires (IgA/s):

- Ce sont des immunoglobulines qui assurent les mécanismes de défense et de tolérance au niveau de la lumière intestinale.
- Les déficits en IgA s'accompagnent de malabsorption, d'infection intestinale, de mycose répétée, mais aussi d'une aptitude accrue à développer des allergies alimentaires.
- Dans les allergies digestives, le taux des IgA était souvent réduit.

3- L'aptitude à former des immunoglobulines E (IgE):

- Cette aptitude est retrouvée dans ce que l'on appelle le « **terrain atopique** ».
- Dans les allergies alimentaires il y a une augmentation du taux des IgE dans les sécrétions de l'intestin grêle, compensant dans une certaine mesure le déficit relatif en IgA.
- Les sujets faisant des manifestations d'allergie respiratoire ne sont pas particulièrement prédisposés à faire des manifestations d'allergie digestive.

4- Association avec une perturbation de la fonction hépatique:

- L'exemple en est donné par les manifestations d'allergie alimentaire pouvant survenir au cours ou à la suite d'une hépatite virale.
- Il semble qu'une insuffisance enzymatique entrave la destruction de l'histamine et donc favorise l'expression de l'hypersensibilité alimentaire.

5- Déséquilibre alimentaire :

- Les régimes très déséquilibrés qui favorisent pendant une longue période la consommation abusive de certains aliments riches en protéines ou riches en histamine favorisent l'apparition et l'entretien de manifestations d'allergie alimentaire.

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

- Il s'agit essentiellement de substances protéiques, dont le poids moléculaire est compris entre 15 et 50 kDa.
- Ces protéines sont stables à la chaleur et au froid, ce qui fait que la cuisson modifie peu l'activité allergénique et que la digestion incomplète dégrade mal ces protéines.

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

Allergènes d'origine animale

✿ **Lait de vache** : les principales protéines allergisantes des laits sont les caséines et les protéines solubles du lactosérum (α -lactalbumine, β -lactoglobuline et la sérum albumine).

✿ **Cœufs de poule** : les protéines du blanc d'œuf sont représentées par : ovomucoïde, ovalbumine, ovotransferrine et le lysozyme, tandis que la livétine représente la protéine allergisante du jaune d'œuf. Le blanc d'œuf est plus allergisant que le jaune d'œuf.

✿ **Poissons** : les protéines sarcoplasmiques du tissu musculaire du poisson : parvalbumines.

✿ **Fruits de mer (crustacées mollusques)** : histamine.



ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

Allergènes d'origine végétale

✿ **Arachides** : viciline, cong lutine et la glycinine.

✿ **Céréales** : albumine, gluten

✿ **Fruits** : principalement une sensibilisation pollinique ou les OGM.

* * **Les fruits oléagineux, les cacahuètes, mais aussi les noix, les amandes et les noisettes** peuvent occasionner des symptômes par un simple contact sur la peau ou par inhalation.

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

- **Le café** peut donner des manifestations allergiques de contact ou respiratoires lorsque le grain est vert, ces possibilités d'allergie disparaissent après torréfaction et l'allergie alimentaire est en conséquence exceptionnelle.
- **Le chocolat** ne provoque pas de manifestations allergiques mais on connaît les fréquentes pseudo-allergies où cet aliment est incriminé.

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

- **Colorants et conservateurs:**

La **tartrazine** colorant (sirops de fruits, apéritifs, liqueurs, confiserie, potages en sachets). La législation réduit considérablement l'usage de cette substance. Elle peut donner des urticaires chroniques, des manifestations respiratoires, des eczémas récidivants, voire des chocs anaphylactiques.

Les dérivés **para-amino-benzoïque** qui sont des conservateurs peuvent provoquer des manifestations respiratoires. La **quinine** et les corps apparentés se retrouvent dans de nombreuses boissons à base de quinquina. Ils sont à l'origine de réactions anaphylactiques typiques qui peuvent aller des troubles digestifs aux chocs.

Certains anti-oxydants utilisés à la surface des fruits (**diphényl**) peuvent provoquer des dermites de contact.

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

Additifs alimentaires directement responsables ou capables d'aggraver une réaction allergique

- Acide acétyl-salicylique (AAS), salicylates
- Acide benzoïque, benzoates
- Acide sorbique, sorbates
- Colorants artificiels (tartrazine, jaune de quinoléine)
- Cantaxanthine, bêta-carotène
- Annato
- Butylhydroxytoluène (BHT)
- Butylhydroxyanisole (BHA)
- Nitrites et nitrates de sodium
- Epices (par exemple: poivre blanc, cannelle, clou de girofle)
- Alcool

ALLERGÈNES ALIMENTAIRES

Les contaminants alimentaires:

- Contamination du lait ou de certaines viandes par la **pénicilline** qui a servi à traiter une mammite de la vache.
- Certains **insecticides** d'origine végétale et produits phytosanitaires. Les **vermifuges** utilisés pour les volailles.
- Allergie au **nickel** chez les sujets qui ont pu être sensibilisés par contact. Les traces de nickel dans le matériel de cuisine peuvent suffisamment contaminer les aliments pour induire des manifestations d'urticaire et d'eczéma.

ALLERGIE, DIAGNOSTIC ET RECHERCHE D'ALLERGÈNE

Suspicion clinique d'allergie alimentaire

**Interrogatoire minutieux
Enquête catégorielle alimentaire**

IgE spécifiques et/ou Prick-tests

-



Probable
intolérance

+

Test de provocation orale

-

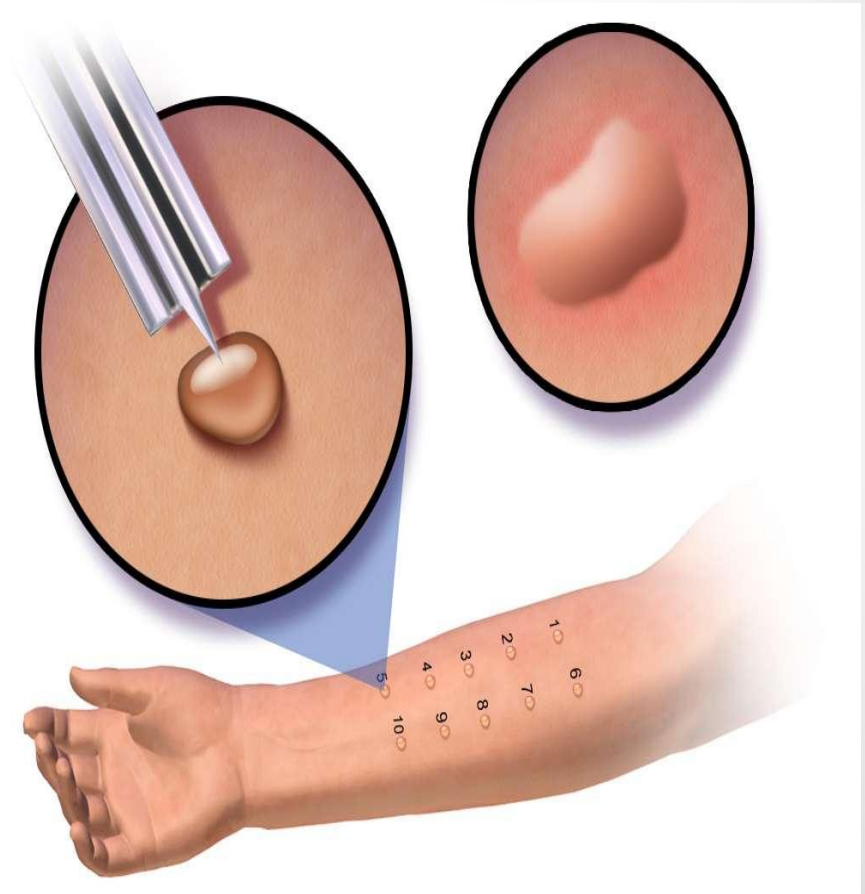
+

PAS D'EVICITION

**REGIME D'EVICITION
CIBLÉE**

Principaux tests de dépistage des allergies

- 1) Tests sanguins
- 2) Tests cutanés
- 3) Tests provocateurs

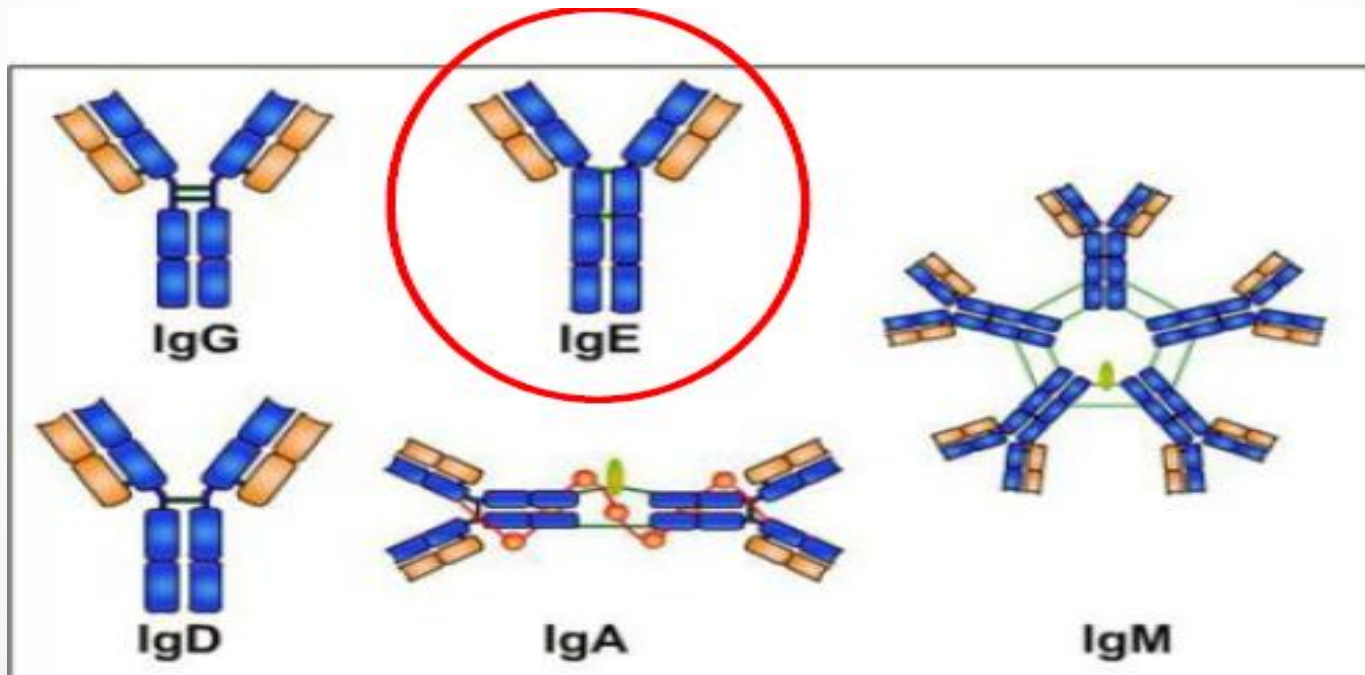


ALLERGIE, DIAGNOSTIC ET RECHERCHE D'ALLERGÈNE

Des anticorps particuliers liés au phénomène d'allergie, les IgE

Les Ac (anticorps) que produisent nos lymphocytes B appartiennent à 5 classes différentes : les IgG, les IgM, les IgA, les IgD et les IgE (les lettres Ig sont l'abréviation d' « immunoglobulines »).

Or, seules les IgE sont liées aux phénomènes allergiques (ainsi qu'aux défenses contre les parasites).



- La production d'IgE est essentielle dans les procédures de diagnostic

1. Tests sanguins

- Chez les patients allergiques, on recherchera et on dosera les IgE totales.
- ➡ plus la concentration est élevée (par rapport aux normes, c'est à dire inférieure à 1 $\mu\text{g/ml}$) chez une personne, plus sa probabilité d'être allergique est élevée.



2. Tests cutanés



Prick-tests:

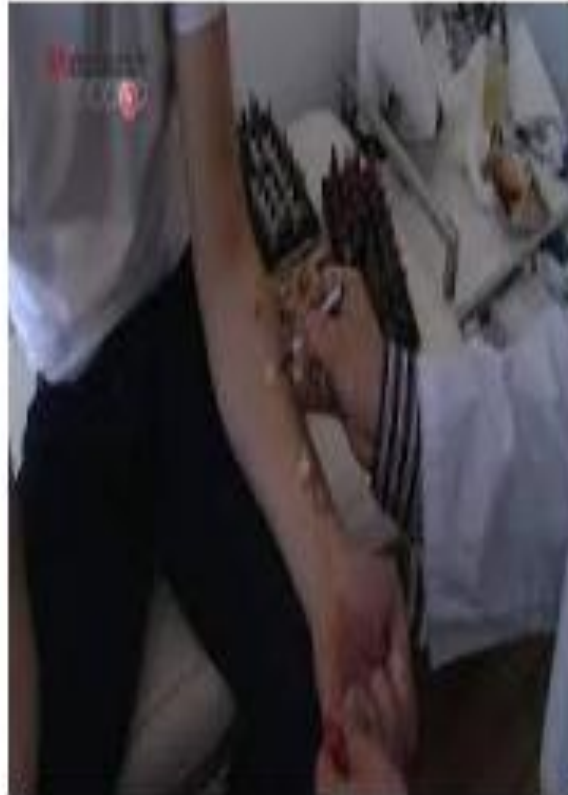
L'allergologue dépose une goutte de différents extraits allergéniques sur l'avant-bras ou le dos.



Patch-tests,

Cette méthode consiste à mettre l'allergène en contact de la peau sous un pansement occlusif qui est gardé de 24 à 72 h en fonction des allergènes.

2. Tests cutanés



Les étapes du prick test

2. Tests cutanés

Les tests patch sont utilisés pour explorer les hypersensibilités retardées cutanées médiées par les cellules dendritiques et les cellules T spécifiques d'antigène non protéique. Leur utilisation principale est l'exploration de l'eczéma de contact. Ils sont également utilisés pour l'hypersensibilité à des allergènes protéiques dans la dermatite atopique.



Le patch test

2. Tests cutanés

Les tests intradermiques (IDR) sont réservés à l'exploration des accidents médicamenteux par voie systémique.

Les IDR doivent être faites après avoir vérifié la **négativité du prick test**.

Seuls les médicaments existant sous forme injectable peuvent être testés en IDR.



Le patch intradermique (IDR)

2. Tests cutanés

Les IDR sont réalisées avec des concentrations progressivement croissantes du médicament testé.

Après 20 minutes, si l'IDR est négative il est possible de tester la concentration supérieure.

L'IDR peut être positive à 20 minutes avec une papule oedémateuse entourée d'un érythème. **Elle met en évidence un mécanisme d'hypersensibilité immédiate.**



Le patch intradermique (IDR)

3. Tests de provocation



**Test de provocation
orale**



**Test de provocation
labiale**

3. Tests de provocation

Le test de provocation Labiale:

- Simple et rapide
- Mettre en contact l'aliment avec la muqueuse labiale dans le but de produire une réaction locale, reflet de la réponse IgE à l'antigène.
- Le TPL est considéré comme positif à partir d'un stade 3 (urticaire de contiguïté ou plus). Néanmoins, la faible sensibilité du TPL impose de poursuivre par un test de provocation orale s'il est négatif.

3. Tests de provocation

Le test de provocation orale:

- ❖ Permet le diagnostic de l'allergie alimentaire de façon intrinsèque.
- ❖ Ce test consiste en l'ingestion d'une certaine quantité d'un aliment
- ❖ Il existe trois types de test de provocation orale : **des tests en ouvert, en simple aveugle ou en double aveugle (TPODA).**

3. Tests de provocation

Le test de provocation orale:

- ✿ **Au cours des tests de provocation orale en ouvert**, le patient et le médecin connaissent tous les deux la nature de l'aliment testé.
- ✿ **En simple aveugle**, l'identité de l'aliment testé n'est connue que par le médecin.
- ✿ **Le test de provocation orale en double aveugle** est caractérisé par la méconnaissance de l'aliment testé par le patient mais aussi le médecin.

DÉTECTION DES ALLERGÈNES EN MILIEU INDUSTRIEL

La réglementation impose la mention des allergènes majeurs. Il est donc primordial de pratiquer des tests efficaces pour déterminer la présence de ces allergènes en milieu industriel

1. Les méthodes chimiques:

Sont plus couramment utilisées dans le cadre du dosage des sulfites, composés chimiques utilisés comme **additifs alimentaires** dans de nombreux aliments

- considéré comme allergène à une concentration supérieure à 10 mg/Kg ou 10 mg/litre exprimées en SO₂

2. Les méthodes basées sur la biologie moléculaire (PCR):

- ✓ Amplification de la séquence d'ADN de l'espèce (ex: blé).
- ✓ Les séquences d'ADN sont ensuite identifiées par électrophorèse en gel d'agarose.
- ✓ Cette méthode ne permet pas de vérifier la présence réelle de l'allergène, mais permet de vérifier une contamination de la matière première, du produit fini ou l'efficacité des opérations de désinfection,

En Algérie

Selon le décret exécutif n°05-484 :

Article7: « La liste des ingrédients » doit être obligatoirement mentionnée sur l'étiquetage

Article 14: indique la liste des ingrédients dont la mention est obligatoire sur l'étiquetage des denrées alimentaires

1. Céréales contenant du gluten, à savoir blé, seigle, orge, avoine, épeautre ou leurs souches hybrides et les produits dérivés.
2. Crustacés et produits dérivés.
3. Œufs et produits dérivés
4. Poissons et produits dérivés.
5. Arachides, soja et produits dérivés.
6. Lait et produits dérivés (y compris le lactose)
7. Fruits à coques et produits dérivés.
8. • Sulfites en concentrations de 10 mg/kg ou plus.

En Algérie

Selon l'article 12 du décret exécutif n°12-214 :

- ✓ Les additifs alimentaires doivent systématiquement être étiquetés avec une référence claire au nom de l'additif et/ou son numéro international de numérotation « **SIN** »
- ✓ Les additifs alimentaires incorporés dans les denrées alimentaires et ceux destinés à la vente au consommateur doivent et comporter de manière visible et lisible sur leur emballage l'expression « **déconseillé aux individus allergiques et/ou présentant une intolérance aux additifs alimentaires** ».

En Belgique

La loi belge impose un étiquetage clair permettant au consommateur de savoir exactement ce qu'il achète. Une étiquette doit contenir :

- © Le nom de l'aliment ;
- © La quantité nette ;
- © Les conditions de conservation et la date de péremption ;
- © La liste des ingrédients (quantitatifs, pour certains)
- © L'adresse et le nom du producteur....

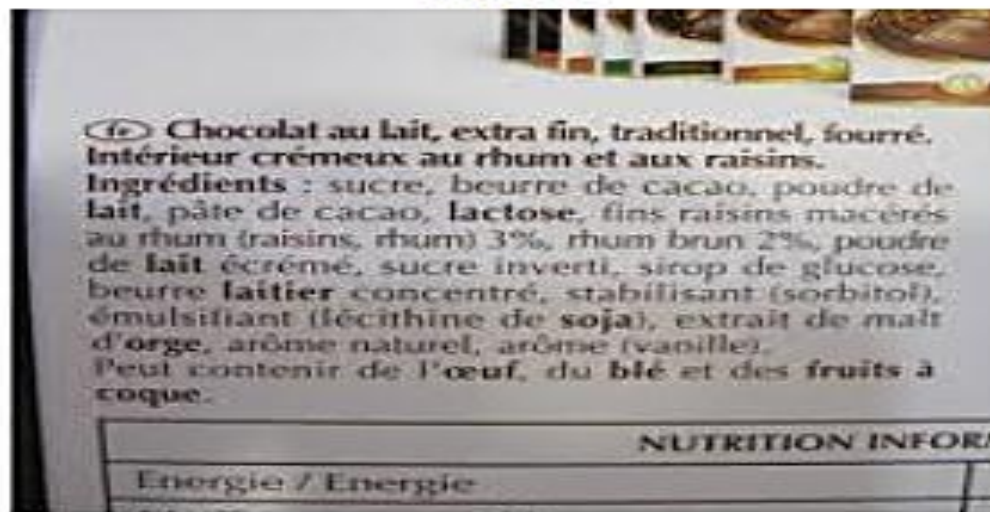


ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

En Belgique

Toute étiquette doit mentionner le nom **en gras**, en couleur ou **en MAJUSCULES** des 14 allergènes à déclaration obligatoire présents dans l'aliment (Depuis le 13 décembre 2014).

2015



ASPECTS RÉGLEMENTAIRES



CÉRÉALES CONTENANT DU GLUTEN



FRUITS À COQUE



CRUSTACÉS



CÉLERI



OEUFS



MOUTARDE



POISSONS



GRAINES DE SÉSAME



ARACHIDES



ANHYDRIDE SULFUREUX ET SULFITES
EN CONCENTRATIONS DE PLUS DE 10 MG/KG OU 10



SOJA



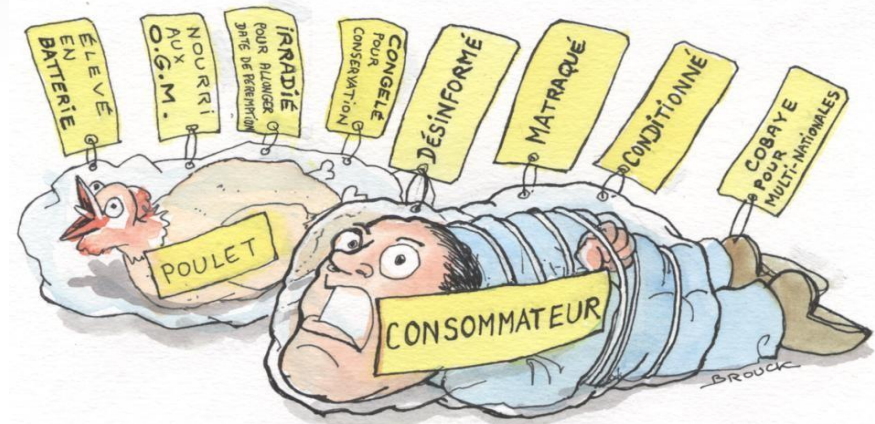
LUPINE



LAIT (Y COMPRIS LE LACTOSE)



MOLLUSQUES



EVALUATION ET MAÎTRISE DES RISQUES ALIMENTAIRES

DANGERS  ALIMENTAIRES

Savez-vous réellement ce que vous mangez ?



DR. MOUMENI O

DANGER ET RISQUE ?

Un danger, c'est concret, ça menace la sécurité d'une personne (*hazard= the potential to cause harm*).

(toxine, microbe, métal, produit chimique...)

Un risque est la probabilité de manifestation du danger (*risk* en anglais).

Toxine botulique ou Bombe atomique = grands dangers, mais risque faible.

LES DANGERS ET LES RISQUES ALIMENTAIRES

LE DANGER: agent biologique, chimique ou physique présent dans un aliment pouvant nuire à la santé.

➡ **Le RISQUE:** La fréquence d'apparition du danger considéré

➤ Réduire le plus possible le risque lié à chaque denrée alimentaire

- ❑ Connaître les dangers et évaluer leurs fréquences d'apparition (risques) dans certaines denrées alimentaires
- ❑ Certaines denrées alimentaires sont plus à risque que d'autres

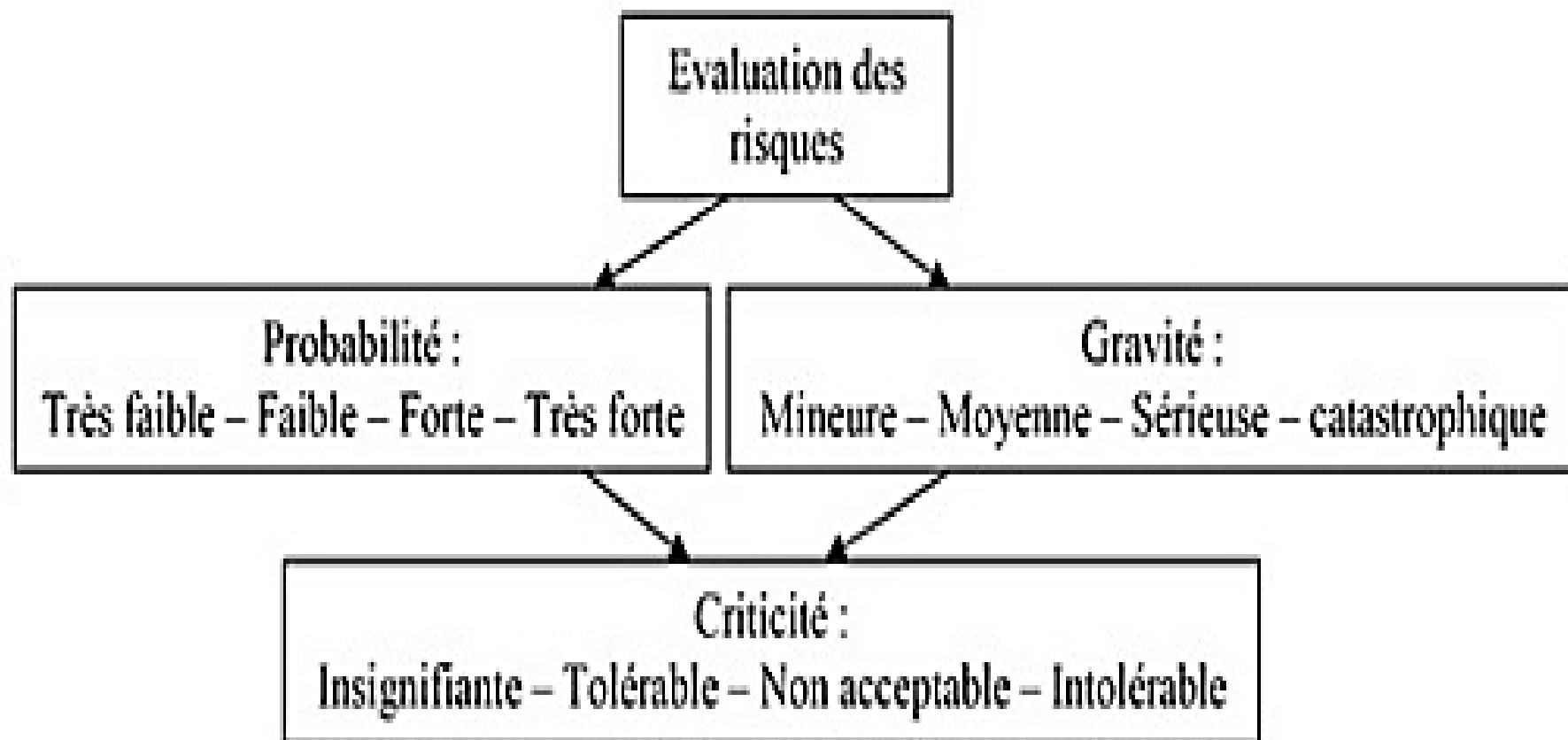
LES DANGERS ET LES RISQUES ALIMENTAIRES

ORIGINE DES DANGERS:

- **Production primaire:** Agriculture et élevage
- **Transformation:** cuisine consommateur
 - **Industries :** pollutions



EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES



La troisième étape de l'analyse réside dans une évaluation des événements recensés, en termes de probabilité d'occurrence et de gravité, et dans une hiérarchisation de ces événements au sein d'une grille de criticité.

EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

3 éléments sont déterminants pour prédire les effets sur la santé de la contamination alimentaire:

- ✓ La toxicité du contaminant,
- ✓ La quantité de contaminant dans l'aliment,
- ✓ La quantité d'aliment contaminé ingérée.

Risques toxiques principaux: Intoxications alimentaires, allergies alimentaires, toxicité spécifique du produit, mutagénèse, cancérogénèse, tératogénèse, immunotoxicité, effets sur le comportement.

Mesures des contaminants dans les aliments: diverses techniques d'analyses sont disponibles et ont l'avantage d'être de plus en plus sensibles et spécifiques; il reste à démontrer la signification des quantités de contaminants retracées

EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

Mesures de l'exposition aux contaminants alimentaires: par la détermination des contaminants dans l'organisme, à partir d'échantillons humains (cheveux, sang, urine, tissus adipeux et lait maternel); par l'évaluation de la prise quotidienne de contaminants qui s'effectue par la mesure de leur concentration dans les aliments et l'évaluation de la consommation des aliments contenant le contaminant au moyen d'enquêtes nutritionnelles ou de statistiques de consommation.

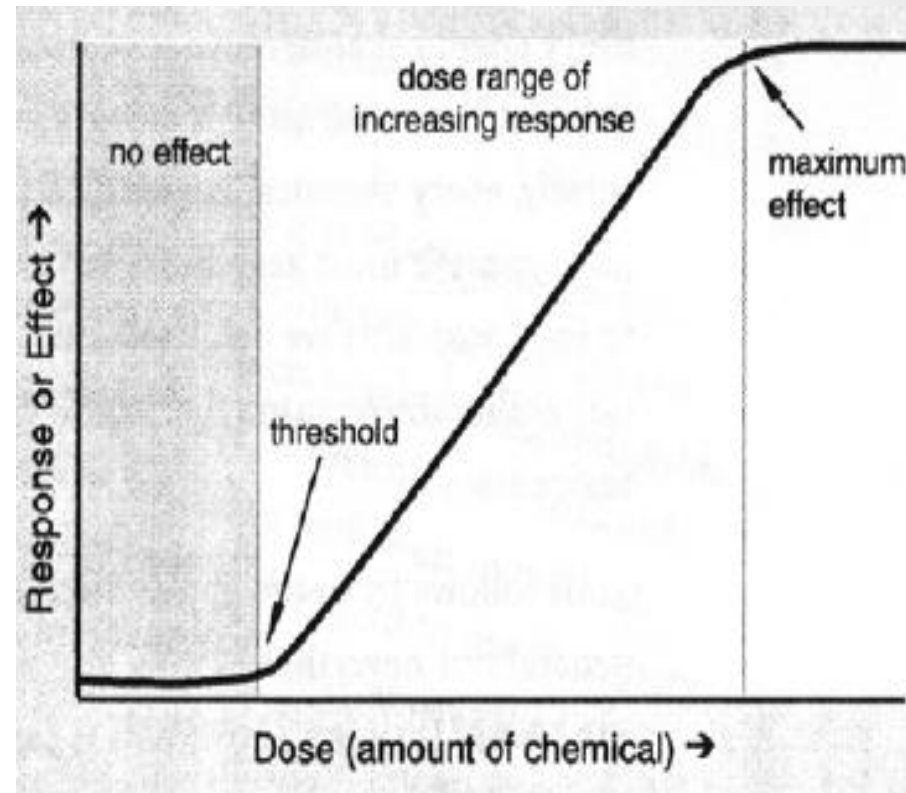
**Ces éléments font partie du processus
systématique de l'évaluation du risque
alimentaire**

EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

Relations Dose-Effet:

La toxicité dépend de la dose

- *C'est la dose qui fait le poison*
- Relation dose-effet linéaire, au dessus d'un seuil



EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

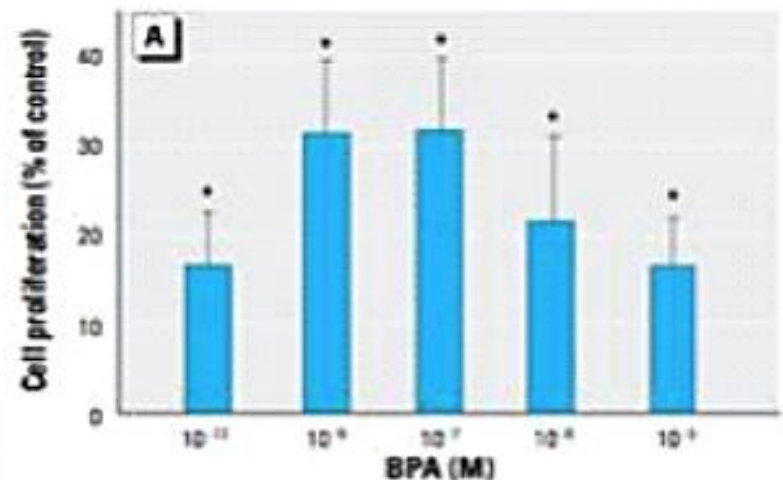
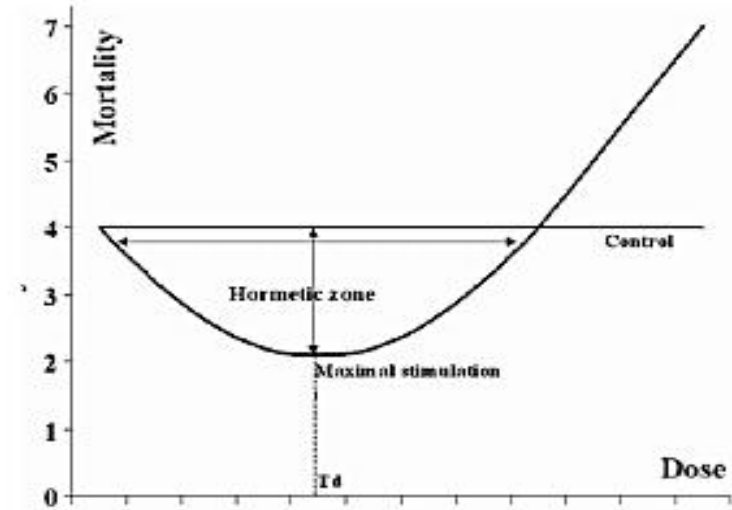
Relations Dose-Effet:

- Relation dose-effet linéaire (sigmoïde) mais vers le zéro deux courbes rares et bizarres

- **Hormésis** = effets bénéfiques des très faibles doses.

Courbe U

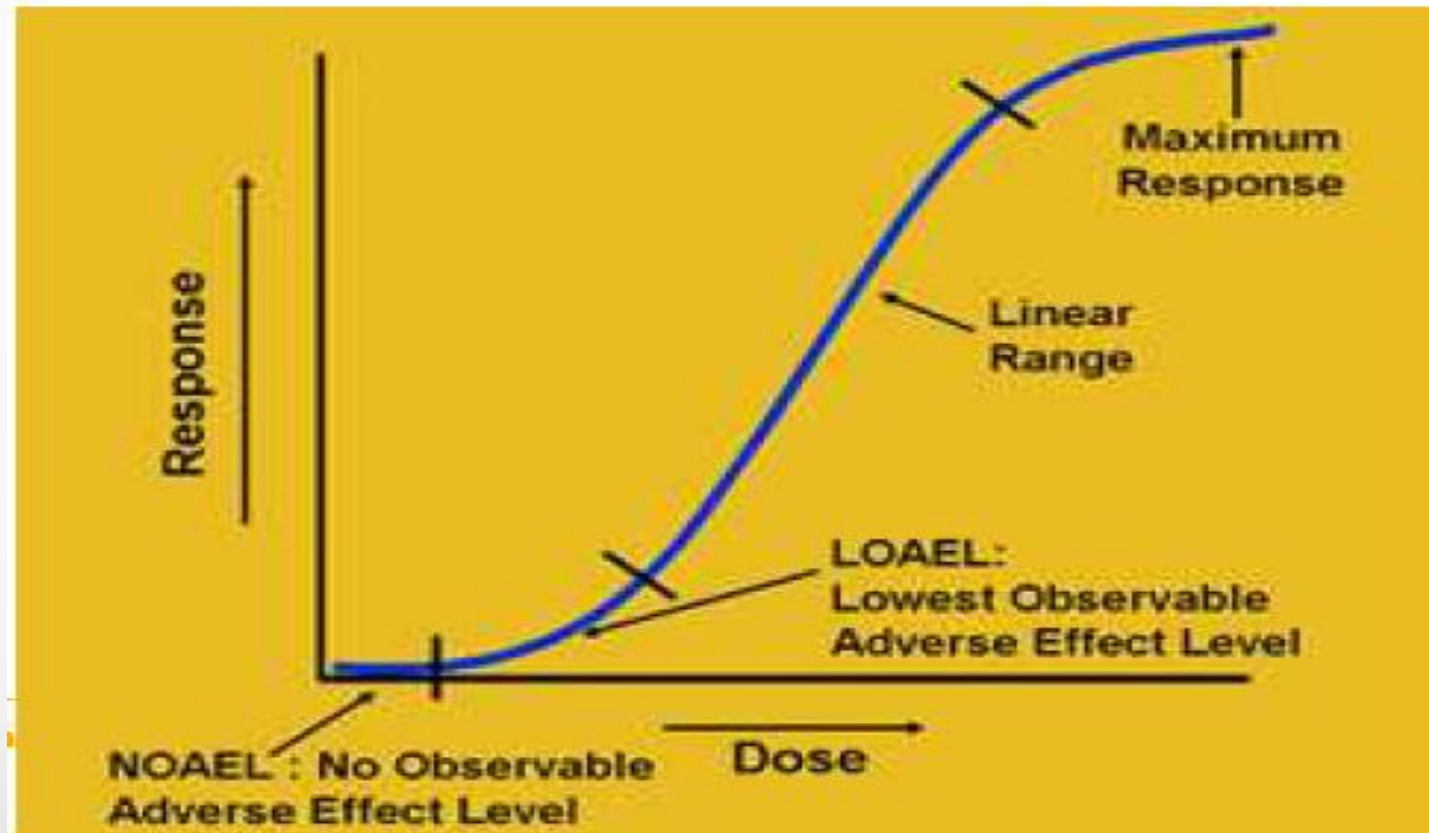
- Paradoxe de certains **Perturbateurs Endocriniens** = plus toxiques à faible dose qu'à forte dose.



EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

Fixation des limites maximales acceptables:

DSE: Déterminer la dose sans effet $\mu\text{g/kg/j}$ (en anglais *NOEL* et *NOAEL*)



EVALUATION DES RISQUES ALIMENTAIRES

Fixation des limites maximales acceptables:

- DSE: Déterminer la dose sans effet $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ (en anglais *NoEL*, *LoAEL* et *NoAEL*)
 - Attribuer un facteur de sécurité (100 ou plus)
 - DJA: Estimer dose journalière admissible $\mu\text{g}/\text{j}$
- LMR: Fixer les limites maximales de résidus en ppb (partie par billion) = $\mu\text{g}/\text{Kg}$ d'aliment.



LE SYSTÈME HACCP

Hazard
Analysis
Critical
Control
Point

Analyse
des dangers
et maîtrise
des points
critiques



LE SYSTÈME HACCP

Définition:

Une méthode scientifique et systématique visant à améliorer la salubrité des aliments.

- ❑ Analyse exhaustive des dangers à maîtriser
- ❑ Les mesures pour les maîtriser
- ❑ Les procédures qui garantissent cette maîtrise

• ASSURANCE DE LA QUALITE •

LE SYSTÈME HACCP

Origine de la démarche:

- Cette démarche est née à la fin des années 60 dans l'Industrie de la chimie. Puis elle a été adaptée et utilisée en 1972 par la NASA pour la conception et la production de l'alimentation des programmes spatiaux, afin d'éviter les toxi-infections alimentaires collectives des astronautes.
- Par la suite, les grands groupes européens de l'industrie agroalimentaire ont utilisé cette méthode, reconnue unanimement pour son efficacité, pour la gestion de la sécurité de leur fabrication (Unilever, Nestlé, BSN).

http://www.youtube.com/watch?v=WQy_QrYehEA&feature=related

LE SYSTÈME HACCP

Objectifs:

- ✓ Gérer la sécurité et la qualité de toutes les denrées alimentaires.
- ✓ prémunir contre les problèmes d'hygiène et de sécurité alimentaire
- ✓ Donner confiance : c'est un moyen de preuve pour répondre aux attentes des clients et favoriser le dialogue entre partenaires d'une même filière
- ✓ Contrôler la fabrication du produit.
- ✓ Garantir la sécurité des aliments, c'est une approche documentée et vérifiable pour l'identification des points critiques et pour la mise en œuvre d'un système de surveillance

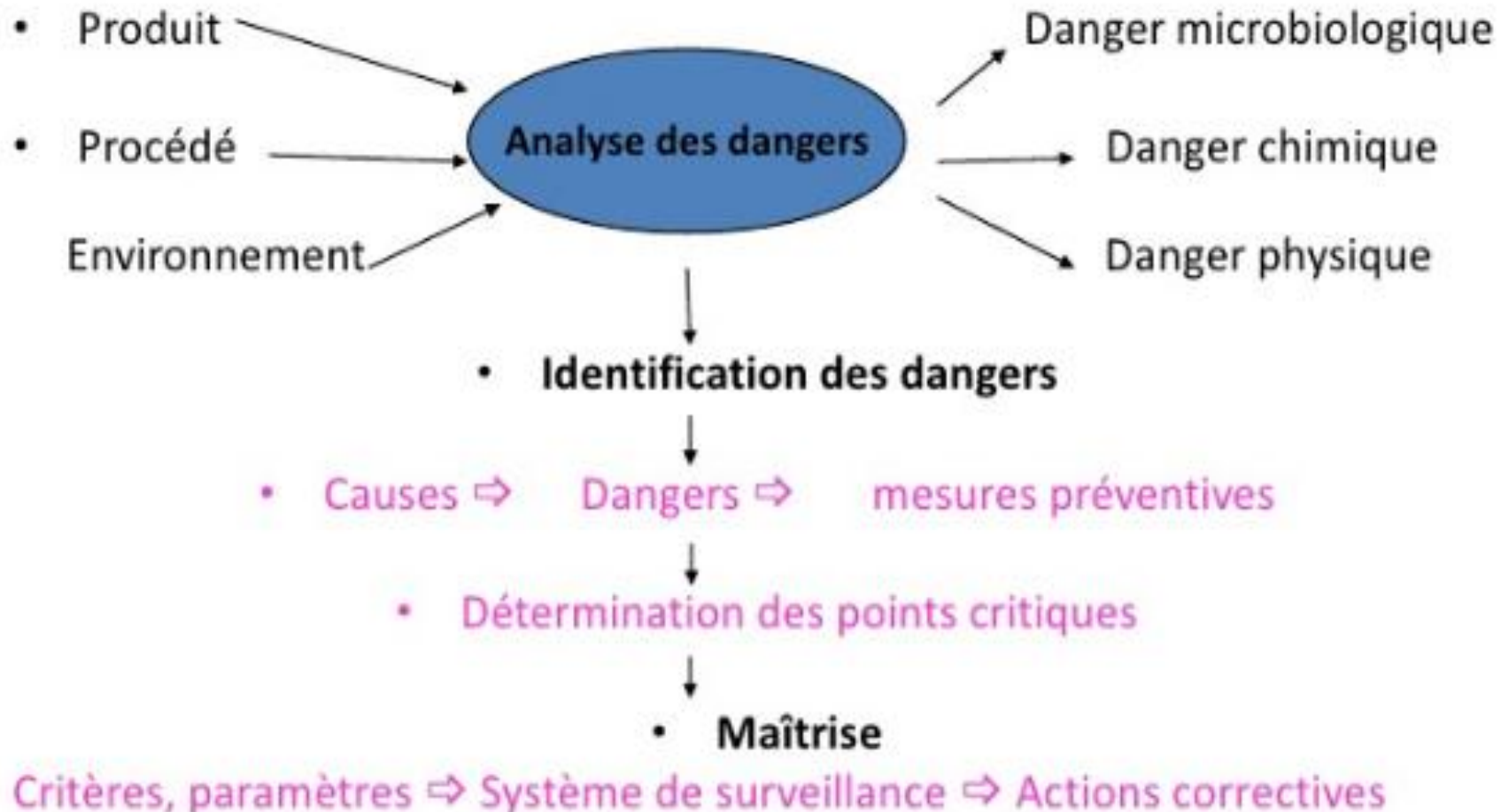
LE SYSTÈME HACCP

Les sept principes du HACCP:

1. Identifier et analyser les dangers. Identifier les mesures de maîtrise de ces dangers.
2. Identifier les points critiques de maîtrise (CCP) de ces dangers.
3. Etablir les limites critiques pour chaque CCP.
4. Mettre en place un système de surveillance des CCP.
5. Etablir des mesures correctives en cas de déviations.
6. Etablir un système de vérification du plan HACCP.
7. Elaborer la documentation contenant toutes les procédures et tous les relevés contenant ces principes et leur mise en application.

LE SYSTÈME HACCP

Principes de la démarche HACCP



LE SYSTÈME HACCP

Sélection de l'équipe HACCP

- ❑ L'approche « **EQUIPE** » est la meilleure
- ❑ Personnel ayant reçu une information HACCP
- ❑ Choisir les membres de l'équipe dans différents services (direction, cuisine,...)

LE SYSTÈME HACCP

Principe 1= Construction du diagramme de fabrication

Recenser toutes les étapes de fabrication depuis l'arrivée de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini

LE SYSTÈME HACCP

Principe 1= Construction du diagramme de fabrication

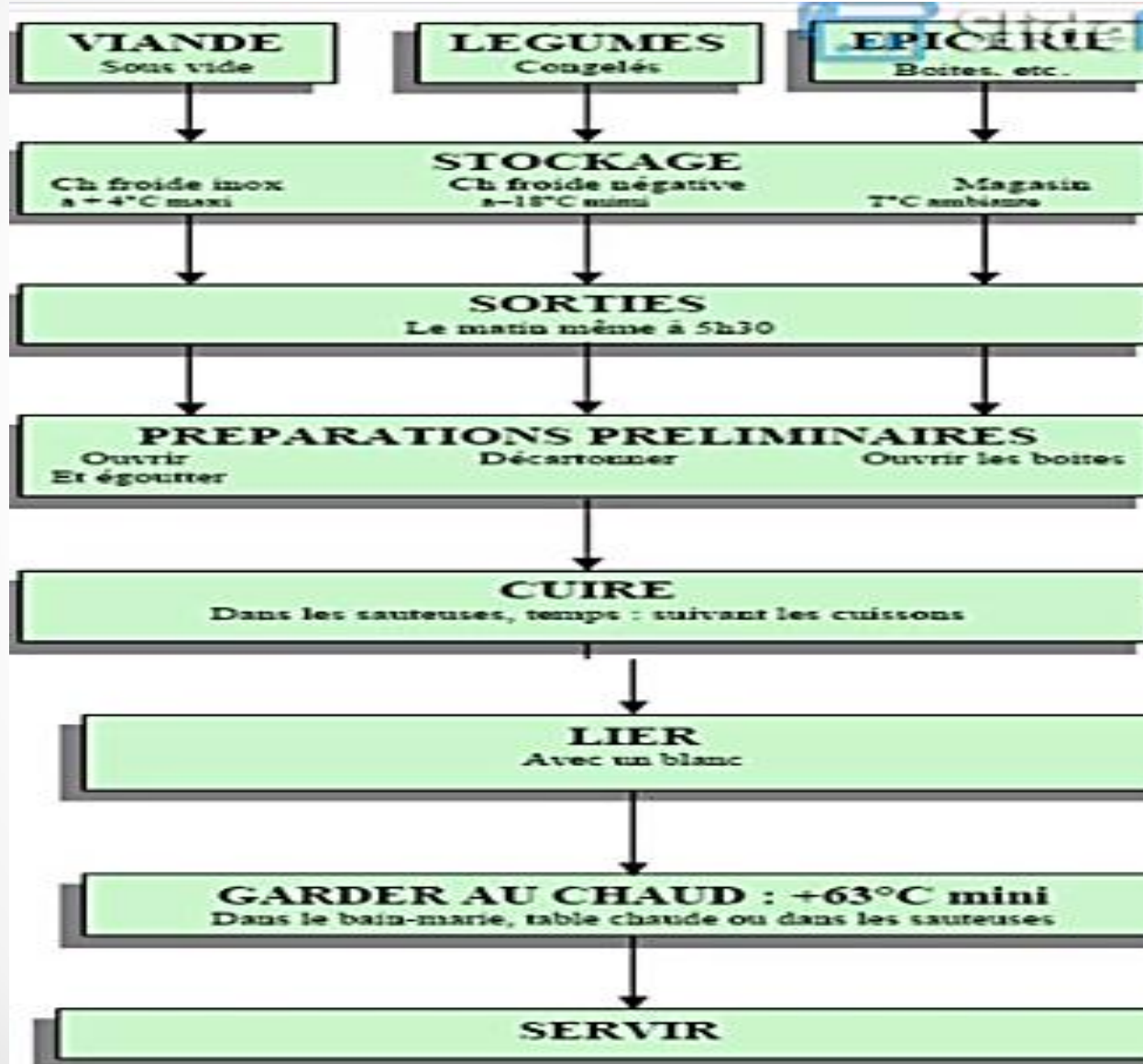
Diagramme d'Ishikawa



Numérotez les étapes, de la réception jusqu'à l'expédition, en incluant dans la réception les ingrédients et les emballages

LE SYSTÈME HACCP

Exemple: Bœuf bourguignon



LE SYSTÈME HACCP

Principe 1 = Analyse de danger

Danger:

Toute propriété **biologique**, **chimique** ou **physique**, associée à un produit alimentaire dont la consommation peut présenter un risque pour la santé du consommateur.



LE SYSTÈME HACCP

Principe 1= Analyse de danger

- ❖ Etablissement de la liste des dangers biologiques, chimiques et physiques, pour chaque étape de fabrication et évaluation de leur sévérité.
- ❖ Identification des mesures préventives pour maîtriser ces dangers
- ❖ Localisation des étapes du diagramme de fabrication au niveau desquelles appartiennent ces dangers et détermination de leurs causes.

**NATURE-GRAVITE (SEVERITE)-RISQUE-MESURES DE
MAITRISE**

LE SYSTÈME HACCP

Principe 1 = Analyse de danger

Gravité:

Sur le plan humain (TIAC):

Mortalité, morbidité, séquelles, durée et intensité des symptômes,

Sur le plan social: arrêts de travail, frais médicaux,

Sur le plan médiatique et sur le plan commercial: perte de confiance

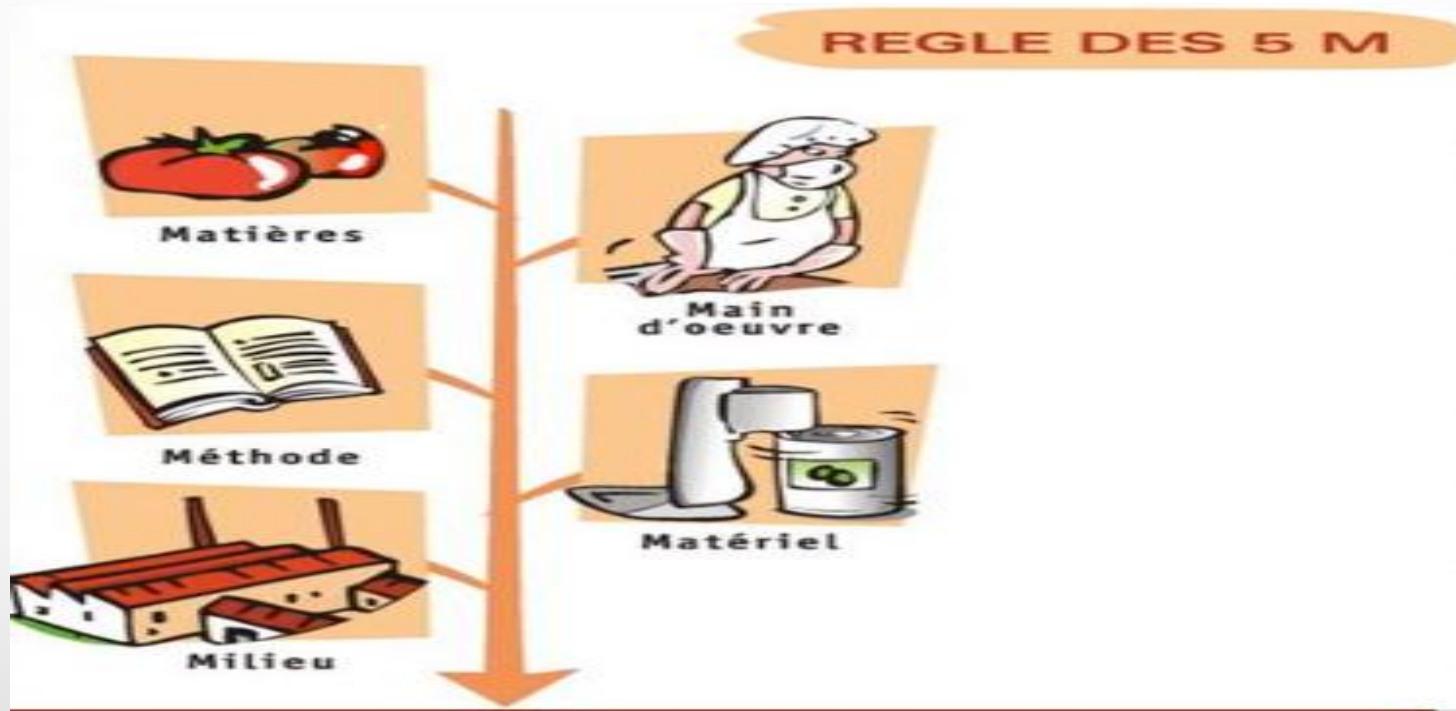


LE SYSTÈME HACCP

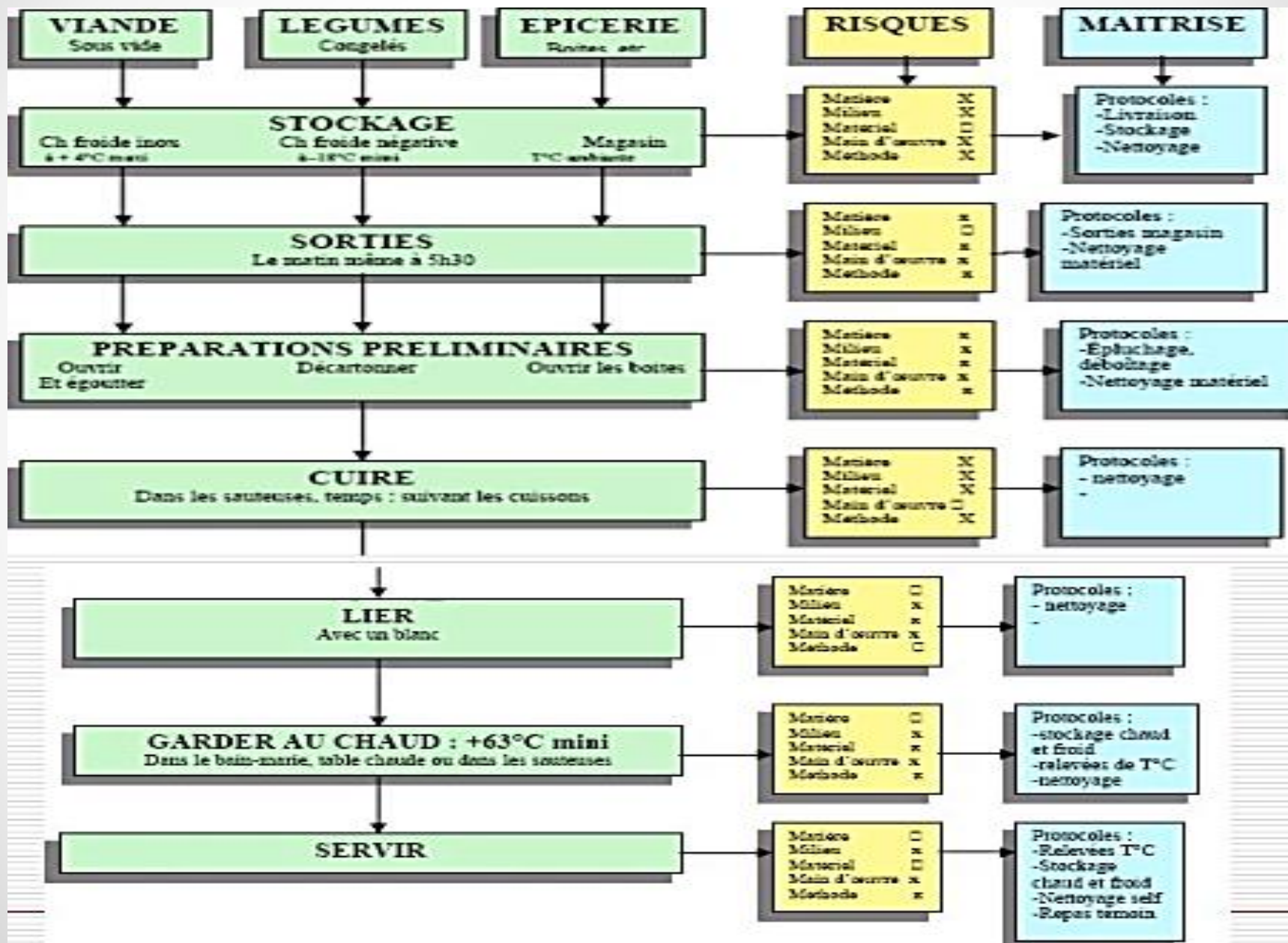
Principe 1 = Analyse de danger

Causes potentielles du risque:

- ✓ Apports du microbe dangereux
- ✓ Multiplication des germes présents



LE SYSTÈME HACCP



LE SYSTÈME HACCP

Exemple:

Etapes	Dangers : (contamination ou multiplication microbienne)	Causes (5M)	Moyen de prévention
Garder au chaud	Rupture de la chaîne du chaud → multiplication microbienne	Méthode = Température insuffisante	Température adaptée (+63°C)

LE SYSTÈME HACCP

Principe 2= Identification des points critiques (CCP)

Qu'est ce qu'un Point Critique?

C'est un stade auquel une surveillance peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la salubrité de l'aliment ou le ramener à un niveau acceptable.

LE SYSTÈME HACCP

Principe 2= Identification des points critiques (CCP)

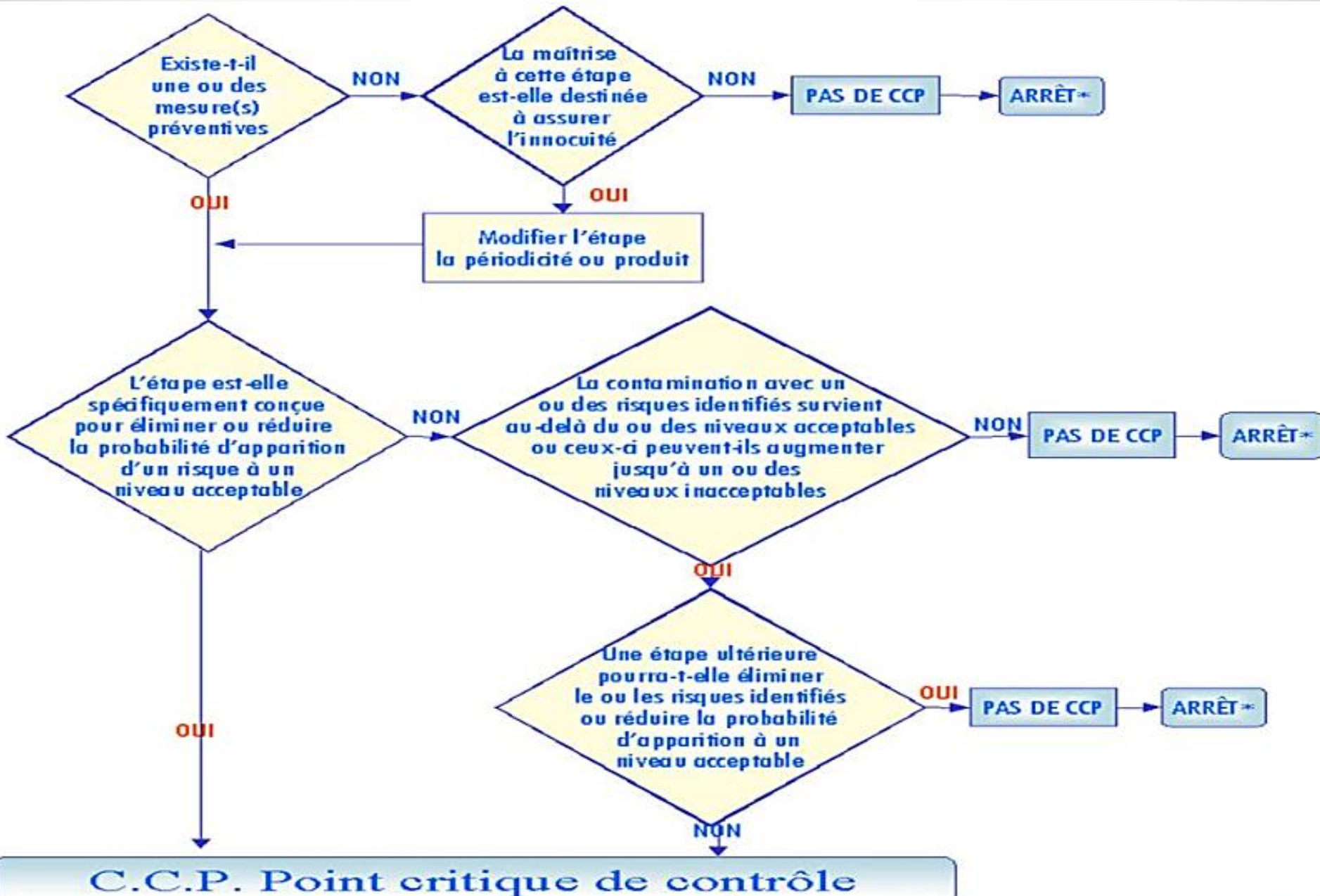
- ✓ Evaluation de chaque étape du diagramme de fabrication pour déterminer les points critiques pour chaque danger
- ✓ Utilisation de l'arbre de décision pour l'identification des points critiques.

Tableau d'analyse des dangers

Déterminer les CCP

ETAPES	DANGER	MESURE PREVENTIVE	CCP
1	Mauvaise qualité des ingrédients	Contrôle qualité des ingrédients	Mauvaise qualité des ingrédients
2	Contamination croisée	Nettoyage des surfaces	Contamination croisée
3	Mauvaise cuisson	Contrôle de la température	Mauvaise cuisson
4	Contamination des emballages	Contrôle des emballages	Contamination des emballages
5	Mauvaise réfrigération	Contrôle de la température	Mauvaise réfrigération
6	prolifération bactérienne	refroidissement rapide	OUI
7	Mauvaise qualité des ingrédients	Contrôle qualité des ingrédients	Mauvaise qualité des ingrédients

LE SYSTÈME HACCP



LE SYSTÈME HACCP

Principe 3= Identification des points critiques (CCP)

Définition de limites critiques, pour chaque mesure de la maîtrise associée à chaque point critique

- ✓ Toute valeur extrême acceptable pour la sécurité alimentaire. La limite critique sépare l'acceptabilité de la non acceptabilité.
- ✓ Le respect des limites critiques est impératif pour s'assurer de la maîtrise effective d'un CCP.
- ✓ Valeurs chimiques, physiques, sensorielles, microbiologiques
- ✓ Sources: Normes nationales et internationales, littérature scientifique, avis d'experts et de centres techniques, mesures et essais.

LE SYSTÈME HACCP

Principe 3= Identification des points critiques (CCP)

Exemple pour l'étape « garder au chaud »

- ✓ En dessous de 63° aucune bactérie ne peut se multiplier. La température minimale est donc de **63°C = limite critique**
- ✓ En dessous de cette température le produit devient dangereux

LE SYSTÈME HACCP

Principe 4= Etablissement d'un système de surveillance

- ✓ Définition des mesures et observations à noter à chaque point critique, pour déterminer si les limites critiques sont bien respectées.
- ✓ Détection rapide de tout écart par rapport aux limites fixées pour prendre les mesures correctives qui s'imposent.
- ✓ Description des méthodes d'analyse pour le contrôle de routine (analyse physique, chimique, microbiologique).

• **QUI FAIT QUOI, OU, QUAND ET COMMENT** •

LE SYSTÈME HACCP

Principe 4= Etablissement d'un système de surveillance

Dans notre exemple « garder en température », le moyen de contrôle peut être la vérification régulière de la température à l'aide d'un thermomètre.



LE SYSTÈME HACCP

Principe 5= Etablissement d'un plan d'actions correctives

- ❖ Procédures à suivre lorsqu'on dépasse les limites critiques
- ❖ La mesure doit corriger et éliminer la cause du dépassement de la limite critique
- ❖ On doit isoler, évaluer et déterminer la disposition du produit non conforme.

LE SYSTÈME HACCP

Principe 5= Etablissement d'un plan d'actions correctives

Si notre température est inférieure à 63°C que faire?

Il faut assurer rapidement une remise en température

LE SYSTÈME HACCP

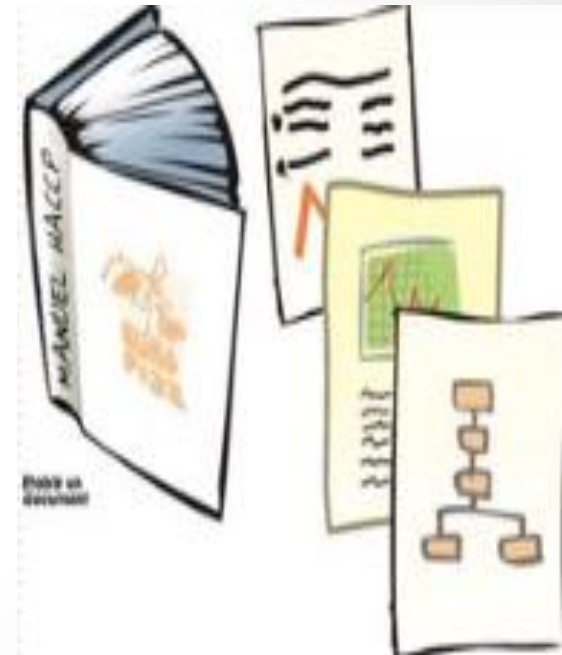
Principe 6= Etablissement d'une procédure de vérification du système d'auto-contrôle

- ❑ Définition des activités de suivi pour la vérification du bon fonctionnement du système HACCP: technique d'audit du HACCP, de ses documents;
- ❑ Vérification systématique à chaque modification d'un procédé, d'un équipement ou d'une norme officielle de l'apparition de nouvelles informations scientifiques et épidémiologiques qui concernent le produit ou le procédé;
- ❑ Organisation de la vérification (périodicité, activité, méthode).

LE SYSTÈME HACCP

Principe 6= Etablissement d'une procédure de vérification du système d'auto-contrôle

- ❖ Constituer des dossiers et tenir des registres
- ❖ Manuel HACCP: procédures, modes opératoires, instructions de travail, modalités de vérification et de révision du système
- ❖ Exemple de dossiers: Analyse des dangers, détermination des CCP, détermination des limites critiques
- ❖ Exemple de registres: activités de surveillance des CCP, écarts et mesures correctives, modifications apportées au système HACCP.



LE SYSTÈME HACCP

Succès d'un programme HACCP

- ✓ Attribution de la responsabilité concernant la supervision du programme HACCP, la surveillance des points critiques et la tenue des dossiers documentaires
- ✓ Formation et sensibilisation du personnel pour l'application rigoureuse du programme HACCP
- ✓ Désignation des responsables d'actions correctives à appliquer en cas de déviations
- ✓ Définition d'une procédure de rappel de produits en cas d'incidents nécessitant ce type de mesure
- ✓ Allocation des ressources nécessaires.

HACCP=CONFIANCE

SÉCURITÉ ALIMENTAIRE
=
CONSOMMATEUR SATISFAIT



TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES COLLECTIVES (TIAC)

QU'EST-CE Q'UNE TOXI-INFECTION ALIMENTAIRE ?



Une toxi-infection alimentaire collective (TIAC) est une Maladie infectieuse à Déclaration Obligatoire (MDO) qui a lieu lorsqu'il existe « au moins deux cas groupés, avec des manifestations similaires dues à une contamination par un micro-organisme (bactéries en général) ou une toxine. »



Cet état est souvent appelé « **empoisonnement alimentaire** » ou également **intoxication alimentaire**.

Beaucoup de cas ne sont pas signalés.

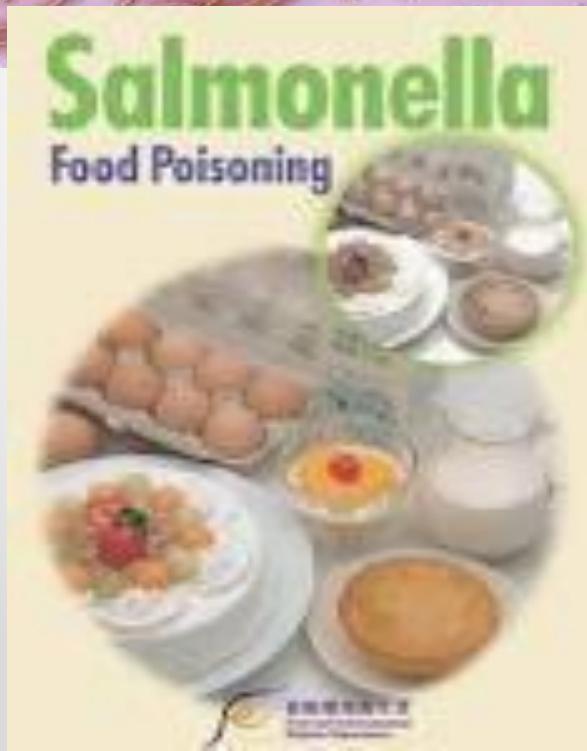
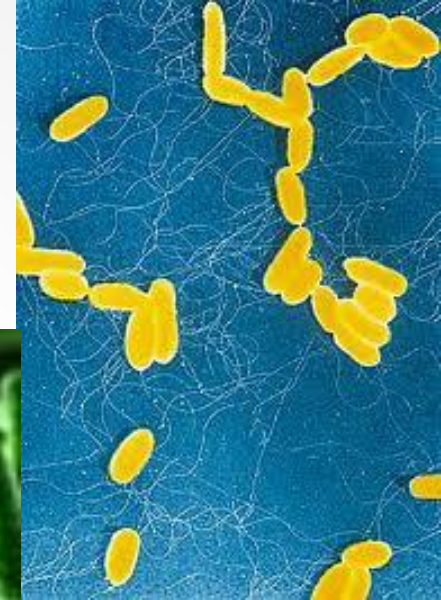
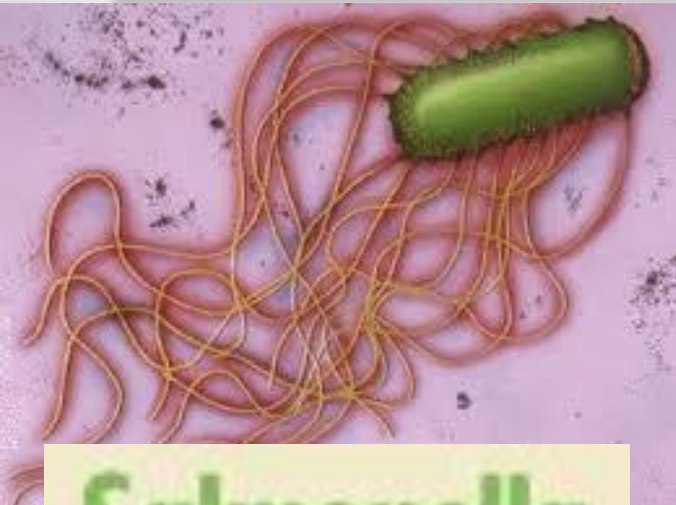
Les symptômes peuvent se manifester peu de temps après la consommation d'aliments contaminés, mais ils peuvent également apparaître au cours du mois suivant et même plus tard.

Chez certaines personnes, les **toxi-infections alimentaires peuvent s'avérer très dangereuses**.

QUELLES SONT LES CAUSES DES TOXI-INFECTIONS ALIMENTAIRES ET LES CIRCONSTANCES DE TRANSMISSION?



La salmonelle



La *Salmonelle* est une bactérie **naturellement** présente dans **l'intestin des animaux** (en particulier chez les volailles et les porcs), des oiseaux, des reptiles, de certains animaux de compagnie .

- **Les volailles**: peuvent être contaminées au cours de l'abattage, de la transformation de sa viande, lorsqu'ils sont manipulés par une personne infectée, par une contamination croisée.



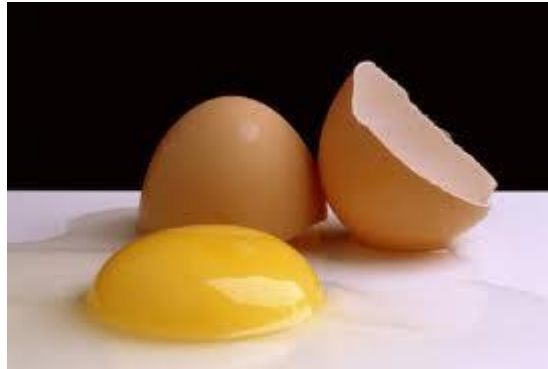
- par des pratiques insalubres de manipulation des aliments (viande crue ou mal cuite).
- Viandes crues ou pas assez cuites.



- des fruits et légumes crus (particulièrement les cantaloups) et leur jus, par ex: le jus de pommes ou d'oranges,



- Les œufs crus ou pas assez cuits,



- Les produits laitiers non pasteurisés comme le lait cru et les fromages au lait cru, les desserts fourrés à la crème et les garnitures à la crème .



- le poisson et les crevettes,



- les sauces et les vinaigrettes.

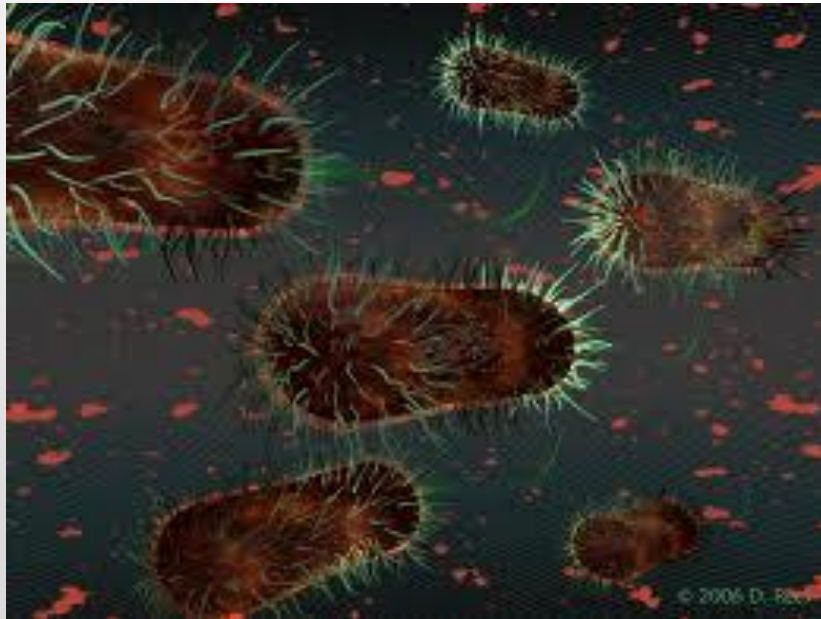


- la gélatine en poudre, le beurre d'arachide, le cacao et le chocolat
- les êtres humains et dans l'environnement

Symptômes :

- Ressemblent à ceux de la grippe.
- Ils se manifestent habituellement de 12 à 72 h après l'ingestion d'aliments contaminés et durent généralement jusqu'à 7 jours.
- La plupart des gens s'en remettent sans traitement. Certaines personnes infectées peuvent ressentir des symptômes chroniques, comme l'arthrite réactionnelle (syndrome Reiter), trois ou quatre semaines plus tard.
- Les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes dont le système immunitaire est affaibli sont les plus à risque de développer des complications graves comme la septicémie. un séjour à l'hôpital devient nécessaire chez eux.
- D'autres personnes infectées pourraient ne présenter aucun symptôme ni tomber malades, mais être porteuses de la bactérie et propager l'infection à d'autres.

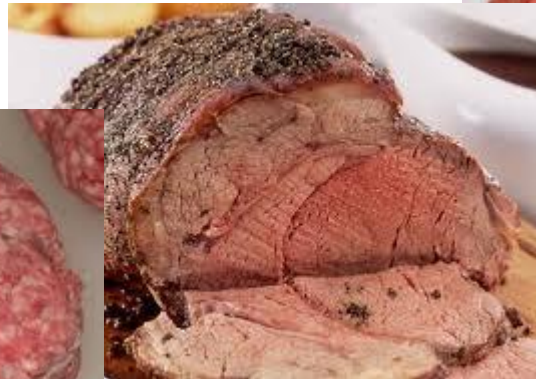
E. coli O157:H7



- **Syndrome hémolytique et urémique** (Plusieurs types d'*E. coli*) : se trouve à l'état naturel dans les intestins du bétail, de la volaille et d'autres animaux.
- **Les symptômes** : quelques heures à 10 jours après l'ingestion de la bactérie; pendant 7 à 10 jours : de fortes crampes abdominales+ou- diarrhée sanglante (colite **hémorragique**), des convulsions ou des accidents vasculaires cérébraux, besoin d'une transfusion de sang et d'une dialyse ;(SHU),
- une maladie inhabituelle du rein et du sang qui **peut entraîner la mort**.



E. coli contamine la surface de la viande au moment de l'abattage. Lorsque la viande est hachée, la bactérie peut se répartir dans toute la viande.



- Les fruits et les légumes **crus**, dans le champs, par la terre ou le fumier mal composté, l'eau, les erreurs de manipulation et les animaux sauvages.,
- Eau **non traitée** :



- lait (cru) **non pasteurisé** et les produits faits de ce lait, y compris le fromage au lait cru; jus ou cidre de pommes **non pasteurisés**.



- bœuf haché.



Staphylocoque doré



- Plats avec manipulations importantes (salades composées, produits dérivés du lait ...) ;
- > contamination lors de la préparation par un porteur sain ou porteur d'une plaie infectée par *Staphylococcus aureus* (furoncle, panaris);
- Incubation courte de 1 à 4 heures;
- Diarrhée aqueuse non sanglante, nausées / vomissements intenses et précoces, douleurs abdominales;
- Pas de fièvre;
- Evolution spontanément favorable;
- Pas d'indication à une antibiothérapie;
- Possibilité de recherche de l'entérotoxine dans les vomissements / diarrhée ou du germe chez la personne ayant manipulé l'aliment.

Clostridium botulinum



Rare,
Mais Grave

- **Dans la nature**, symptômes, apparaissent 12 à 36 heures et durent 2h à 4jours, (dus à neurotoxine)
- **Dans Les conserves**:

Les aliments hypoacides (ex. le maïs, les haricots verts, les champignons, la sauce tomate, le saumon),

Les jus de fruits hypoacides qui ne sont pas entreposés convenablement (ex. jus de carotte).

Les pommes de terre cuites au four qui ne sont pas entreposées convenablement.



Le botulisme : (*Clostridium botulinum*) rare et grave.

Symptômes: nausées, vomissements, fatigue, étourdissements, maux de tête, vision double et sécheresse de la gorge et du nez jusqu'à l'arrêt respiratoire, la paralysie et, dans certains cas, la mort



Campylobacter jejuni



- Affecte le plus souvent l'humain dans **l'intestin des volailles**, des bovins, **des rongeurs**, des oiseaux sauvages et des animaux de compagnie. également dans du lait cru ,l'eau de surface non traitée (contaminée par la présence de matières fécales dans l'environnement) et **le fumier**.

Campylobacter jejuni



- Transmission par les mains qui n'ont pas été bien lavées et La volaille crue peut être contaminée lors de l'entreposage et de la préparation des aliments ; les planches à découper, les comptoirs de cuisine, les ustensiles et autres surfaces (La campylobactériose peut entraîner d'autres complications, comme le syndrome de Guillain-Barré, la méningite, la septicémie, une infection urinaire et de l'arthrite réactionnelle).

Symptômes (2 à 5 jours) et durent 10 jours : fièvre, maux de tête et douleurs musculaires, suivis d'une diarrhée souvent sanglante, de douleurs d'estomac, de crampes, de nausées et de vomissements.



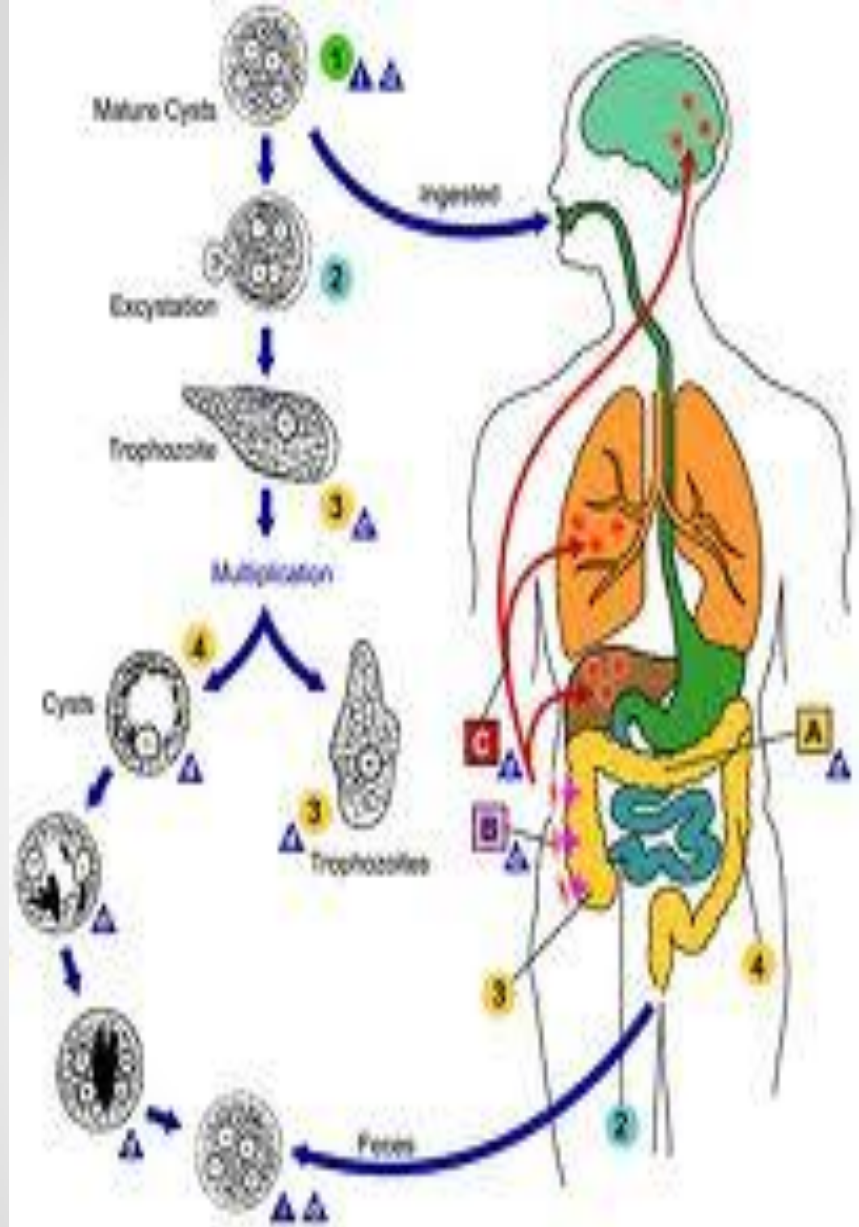
Shigella



- Symptômes apparaissent 12 à 50 heures (en général apparaissent à j3 à 7) restent malades de 3 à 14 jours ;
- La plupart du temps, la **shigellose** se transmet d'une personne à une autre(elle se trouve dans l'intestin de l'homme).
- La bactérie peut également être transmise par les mouches ; 20 % des cas de shigellose sont directement reliés à de l'eau (eaux usées) ou des aliments contaminés (pâtes, pommes de terre, crevettes, thon, poulet, dinde, macaroni, fruits, laitue) ; dinde hachée haricots produits tels que les fraises, les épinards lait non pasteurisé huîtres crues.

Amibiase

- L'amibiase (la dysenterie amibienne) est provoquée par le parasite protozoaire *Entamoeba histolytica*.
- Les symptômes se manifestent habituellement de 2 à 4 semaines après l'absorption de nourriture ou d'eau contaminées.
- La maladie clinique passe par divers stades de gravité qui vont d'un inconfort bénin de l'estomac, jusqu'à devenir une diarrhée sévère.
- Dans certains cas, les parasites peuvent envahir le système sanguin pour infecter le foie, les poumons ou le cerveau. Une personne est susceptible de transmettre l'infection tant que les kystes sont présents dans ses fèces.



▲ = Infective Stage
▲ = Diagnostic Stage

A = Non Invasive Colonization
B = Intestinal Disease
C = Extra-Intestinal Disease



MOYENS DE PRÉVENTION

Plan en quatre points pour contrer les bactéries:

- 1/Propre au départ.
- 2/Refroidir la bactérie.
- 3/Séparer les aliments.
- 4/Cuisiner en toute sécurité.

1-PROPRE au départ!



- avant de commencer le travail
- avant et après avoir manipulé des aliments surtout la viande crue.
- avant de passer d'un aliment à un autre.
- après avoir fait usage de tabac .
- après avoir éternué ou s'être mouché.
- après être allé aux toilettes .
- chaque fois qu'il y a un risque de contamination pour les aliments .
- Avoir à sa disposition un évier ainsi qu'un distributeur de savon liquide et de serviettes jetables.

La désinfection: des surfaces de travail et des ustensiles aide à ralentir la multiplication des bactéries et à prévenir les toxi-infections alimentaires.

- **DÉSINFECTANT À L'EAU DE JAVEL**

- Après avoir nettoyé les surfaces de travail et les ustensiles, vaporisez-les de désinfectant et laissez agir un moment.
- Rincez abondamment à l'eau claire et laissez sécher à l'air (ou utilisez un linge à vaisselle propre).

2-REFROIDISSEZ vos aliments et stoppez froidement la bactérie!

- Les bactéries peuvent proliférer dans la zone de températures dangereuses, soit entre 4 °C et 60 °C . Conservez les aliments au frais à une température égale ou inférieure à 4 °C .
- La plupart des bactéries se multiplient moins rapidement lorsque les aliments sont conservés au réfrigérateur à une température égale ou inférieure à 4 °C . La congélation à une température égale ou inférieure à -18 °C peut stopper complètement le processus de multiplication .

3-SÉPAREZ LES ALIMENTS!

Évitez la contamination croisée!

- Les sucs de la viande, la volaille et le poisson crus peuvent contenir des microbes dangereux qui peuvent contaminer d'autres aliments au cours de la préparation ou de la conservation.
- Conservez les aliments dans des récipients fermés pour éviter le contact entre aliments crus et cuits.
- Ne réutilisez pas pour d'autres aliments les plats de service, les ustensiles utilisés pour les aliments **crus** car ils peuvent également transmettre des bactéries.

4-CUISINEZ en toute sécurité!

- Ne pas laisser les aliments **cuits plus de deux heures** à température ambiante car les bactéries peuvent se multiplier dans la zone de températures **dangereuses**, soit **entre 4 °C et 60 °C** ;
- Assurez-vous donc de conserver les aliments chauds à une température égale ou supérieure à 60 °C jusqu'au moment de servir.
- **Garder un plat témoin pendant 72h.**



CONSEILS POUR LA SALUBRITÉ DES ALIMENTS





LES ŒUFS

- Gardez vos œufs au frais! Rangez-les dans leur contenant original (afin de pouvoir facilement vérifier la date « meilleur avant ») et gardez les au frais . Au maximum 3 à 4 semaines au frais.
- N'achetez que les œufs dont **la coquille est propre et intacte.**
- Lavez-vous bien les mains à l'eau chaude savonneuse pendant 20 secondes avant de manipuler les œufs, et lavez-les de nouveau après.

- Pour une cuisson avec la coquille: il faut le plonger dans un verre d'eau salée et vérifier qu'il reste au fond (**plus il remonte à la surface moins il est frais**).

Œuf extra-frais



moyennement frais



- Pour une cuisson sans la coquille: il faut casser l'œuf dans une assiette et **vérifier que le jaune reste bien au centre, rond et compact**



Œuf extra-frais



Œuf moyennement
frais



Œuf pas frais •

Fruits et légumes frais



- lavez les fruits et les légumes crus à fond sous une eau courante propre avant de les préparer et de les manger. Utilisez une brosse pour bien frotter les produits frais dont la peau est ferme ou rugueuse, comme les oranges, les cantaloups, les pommes de terre et les carottes.
- séparer les aliments prêts-à-manger et les produits alimentaires crus.

- Si retirez les parties meurtries ou endommagées ; nettoyez le couteau pour empêcher que le reste du fruit ou du légume soit contaminé.
- Évitez d'utiliser une éponge ou autre article de nettoyage que l'on peut difficilement garder propre et sec.

LES RESTES alimentaires

- Les aliments ne devraient pas être laissés à une température jugée dangereuse pendant plus de deux heures. Il faut réfrigérer les restes de façon adéquate dans un délai de deux heures après les avoir servis.
- Ne mettez jamais directement au réfrigérateur une grosse casserole (soupe, ragoût ou sauce pour les pâtes) que vous venez de retirer du feu. Si la quantité de nourriture est abondante, il faut plusieurs heures, pour la refroidir complètement.

Équipement de séchage

- L'étape finale la plus importante consiste à laisser sécher à l'air les surfaces et l'équipement (vaisselle et ustensiles) avant de les ranger.
- Ne laissez pas une planche à découper humide reposer sur une autre.
- Si vous soupçonnez que vos équipements et ustensiles sont devenus contaminés pendant l'entreposage, lavez-les et désinfectez-les juste avant de les utiliser, même si vous les avez déjà nettoyés ou désinfectés auparavant.