

Textes et normes internationales

Textes législatifs en hygiène alimentaire

- Pour limiter les risques de contamination par la nourriture consommée, le gouvernement met en place certains textes afin de garantir la propreté de consommation des aliments.
- Plusieurs textes relatifs à l'hygiène alimentaire:



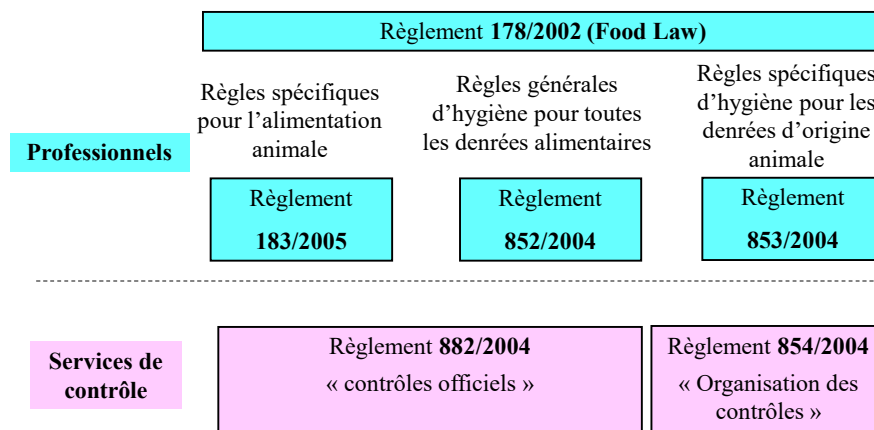
- ✓ Arrêté du 29 septembre 1997 qui fixe les conditions d'hygiène applicables dans les établissements de restauration.
- ✓ Arrêté du 20 juillet 1998 qui fixe les conditions techniques et hygiéniques dans le transport des aliments.
- ✓ « *Paquet hygiène* ».

3

Paquet hygiène



6 textes principaux



4

Règlement 178/2002 (Food law)

- ✓ Responsabilité de la sécurité des denrées aux professionnels qui les placent sur le marché.
- ➔ **Obligation de traçabilité** des denrées alimentaires à chaque étape de la production, de la transformation et distribution.
- ➔ **Obligation d'information** des services de contrôle, **de retrait de produits** susceptibles de présenter un risque pour la santé publique.

Règlement 852/2004

- ✓ Applicable à tous **les denrées alimentaires** (à destination de l'homme)
- ✓ Applicable à tous **les exploitants du secteur alimentaire** : production primaire, transformation, distribution, filières de production.
- ✓ Ne s'applique pas au secteur de l'alimentation animale.

5

Règlement 853/2004

- ✓ Fixe les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires **d'origine animale** et à tous les exploitants du secteur alimentaire manipulant ou transformant des **denrées animales ou d'origine animale**.

Règlement 183/2005

- ✓ Établit des exigences en matière d'hygiène des aliments pour animaux.

Règlement 882/2004

- ✓ Fixe les règles concernant l'organisation et le contenu des contrôles officiels réalisés par les autorités compétentes.

Règlement 854/2004

- ✓ Précise des règles spécifiques pour les contrôles de denrées animales ou d'origine animale.

6

Plusieurs règlements d'application complètent cet ensemble de textes:

- **Règlement 2073/2005** fixant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.
- **Règlement 2074/2005** établissant les mesures d'application relatives à certains produits régis par le règlement 853/2004.
- **Règlement 2075/2005** fixant les règles spécifiques applicables aux contrôles officiels concernant la présence de *Trichinella* dans les viandes.
- **Règlement 931/2011** relatif aux exigences en matière de traçabilité définies par le règlement 178/2002.

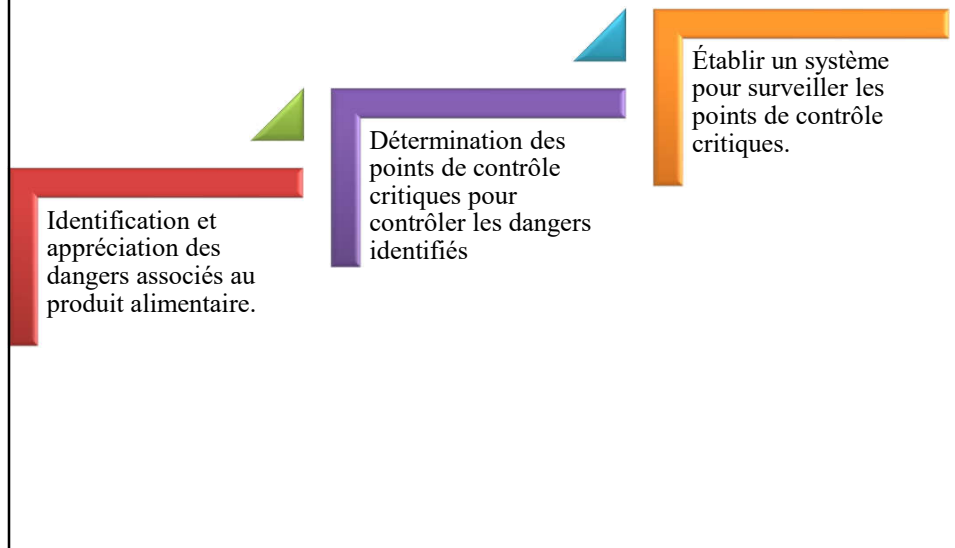
7

Normes alimentaires internationales

- Protéger la santé des consommateurs et garantir des pratiques équitables dans le commerce des denrées alimentaires.
- **HACCP**: Hazard Analysis Critical Control Point (Analyse du danger et points de contrôle critiques), méthode de gestion de la sécurité sanitaire des aliments.
- Adoptée en 1992 par la Commission Codex Alimentarius et publiée comme la première norme internationale HACCP.

8

Les principes de HACCP :

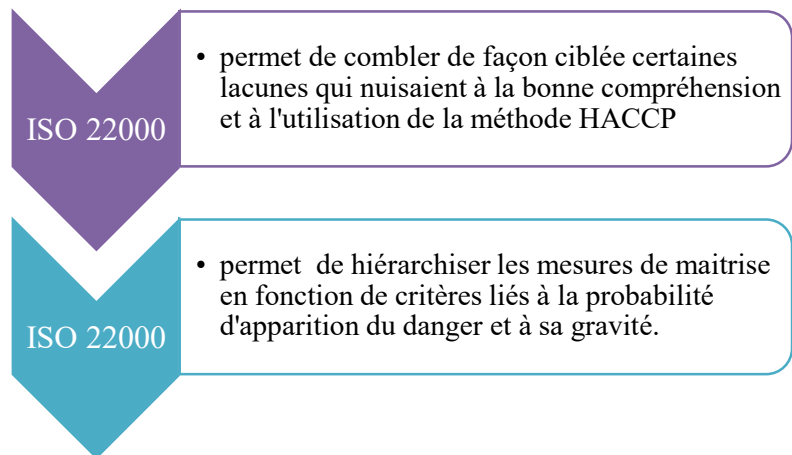


9

- **Iso 22000** : norme internationale relative à la sécurité des produits alimentaires.
- Publiée en 2005, c'est une hybride de l'ISO 9001 : 2000 (gestion de la qualité des produits alimentaires) et de l'HACCP.
- Faciliter le management de la sécurité des denrées alimentaires qui s'appliquent non seulement aux producteurs et aux fabricants des aliments, mais aussi à toutes les organisations qui participent à la chaîne alimentaire (logistique, transport, conservation, distribution...).

10

ISO 22000 et la méthode HACCP

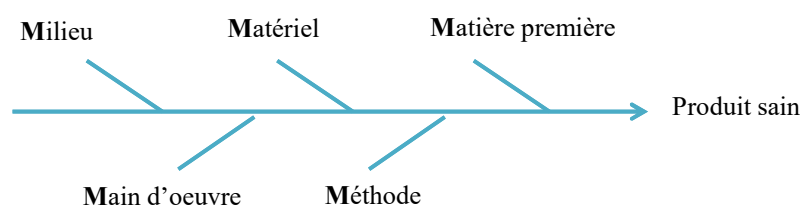


11

Les grands principes d'hygiène

- Cinq catégories d'éléments ont été identifiées, ayant une influence sur la salubrité du produit final, il s'agit des « 5 M ».

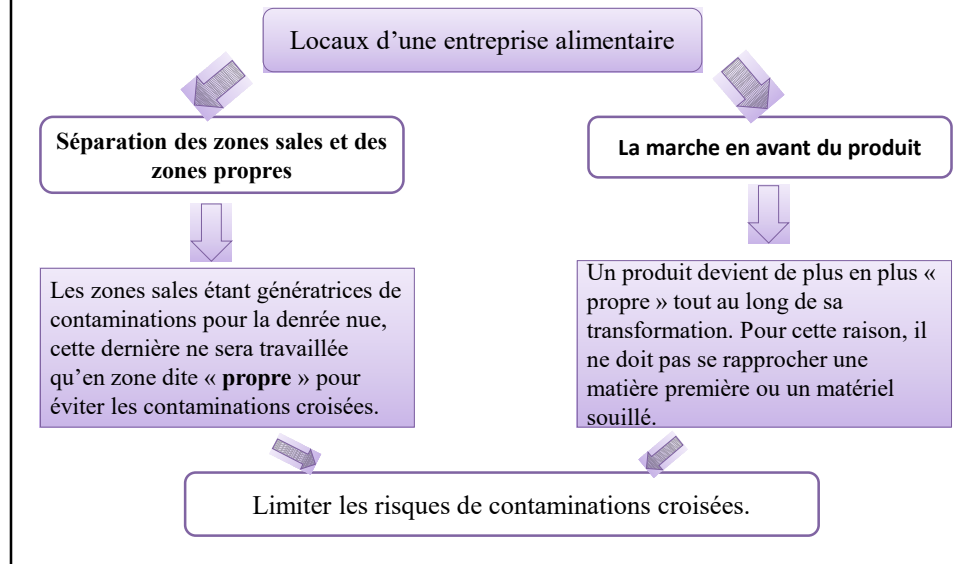
Méthodes « 5M »
=
Diagramme d'Ishikawa



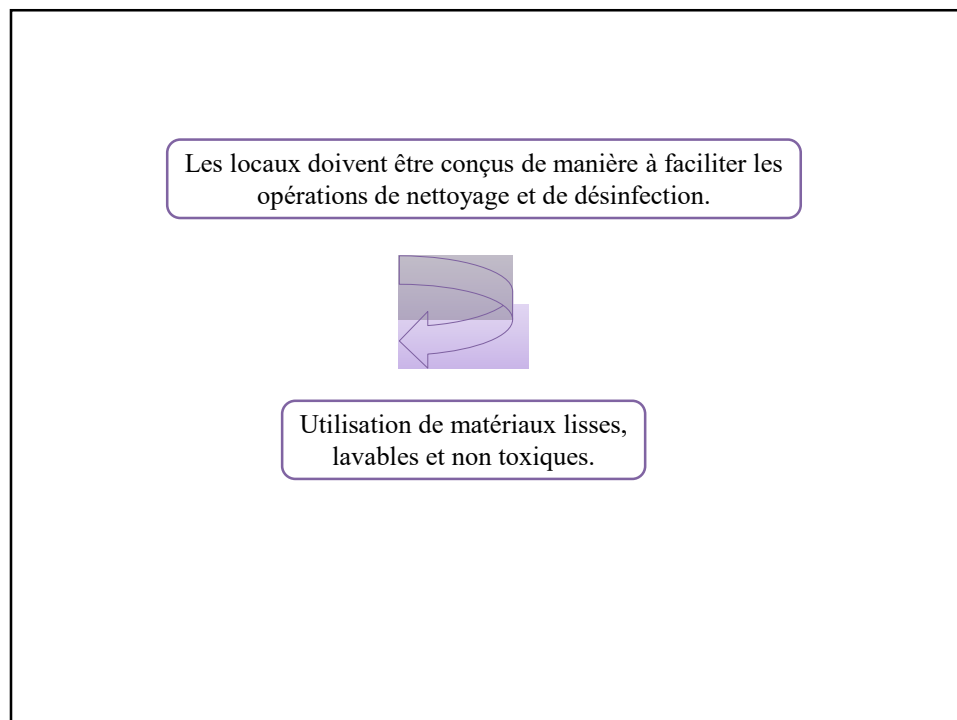
12

1- Le milieu

Le lieu d'implantation d'un établissement alimentaire doit être exempt de toute contamination.



13



14

2- La main d'œuvre

Les personnes en contact avec une denrée alimentaire sont capables de la contaminer.

Exigences au niveau du personnel d'un établissement alimentaire

- ✓ Respecter une grande hygiène corporelle et vestimentaire.
- ✓ Faire contrôler son état de santé de façon régulière par la médecine du travail, afin de disposer d'une aptitude à la manipulation des denrées alimentaires
- ✓ Être formé à l'hygiène alimentaire ou être encadré par une personne compétente en matière.

15

3- Le matériel

- Le matériel qui regroupe les équipements d'un établissement alimentaire et le matériel nécessaire à l'activité doit être présent avec en plus des équipements de nettoyage et de désinfection.
- Leur conception ainsi que leur composition doivent être très propre.
- Ils doivent être réservés uniquement au travail des denrées alimentaires et être en bon état.
- Ces équipements doivent être en bon état de marche, surtout pour les équipements de maintien en température ce qui nécessite une maintenance préventive des matériels.

16

4- Les matières

- ✗ Les matières sont les denrées à tous les niveaux du processus de fabrication :



- ✗ Les matières premières doivent obligatoirement être de qualité.
- ✗ Il est interdit d'utiliser des déchets ou des invendus pour la préparation d'une denrée alimentaire.
- ✗ Il est interdit d'avoir en stock une denrée dont la date limite de consommation est atteinte ou une denrée entreposée à une température de conservation non conforme.

17

5- Les méthodes

- Regroupe les exigences en relation avec les procédés de fabrication:



Régénération



Congélation



Décongélation



Conditionnement

18

5- Les méthodes

- Regroupe les exigences en relation avec les procédés de fabrication:



Emballage

Déconditionnement



Découpe



Tranchage



Traitement thermique

19

5- Les méthodes

- Regroupe les exigences en relation avec les procédés de fabrication:



Entreposage



Étiquetage



Transport

Nettoyage et désinfection



Gestion des déchets

20

5- Les méthodes

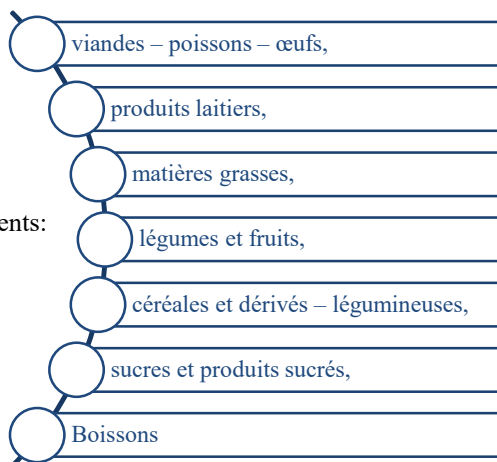
- Il existe des exigences supplémentaires pour les établissements soumis à l'agrément d'hygiène, et pour lesquels les risques liés à l'activité sont plus importants.
- Les établissements sont obligés de formaliser un Plan de Maîtrise Sanitaire (PMS) décrivant les mesures prises pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire des denrées alimentaires vis-à-vis des risques de dangers biologiques, physiques et chimiques.
- Le PMS regroupe les bonnes pratiques d'hygiène, le plan HACCP et les moyens mis en œuvre pour la traçabilité.

21

Catégories d'aliments

- Les aliments qui présentent une parenté biochimique, une composition en nutriments voisine ou des modalités de production semblables sont regroupés dans une même catégorie.

7 catégories d'aliments:



22

I- Viandes – poissons – œufs

- Ces produits ont l'intérêt d'un apport protéique important. Ils sont riches en fer et pauvres en calcium.
- Contrairement à la viande, le poisson est riche en acides gras insaturés.
- La viande et les œufs ont l'intérêt d'apporter les acides aminés essentiels, non synthétisés par l'organisme.

Attention

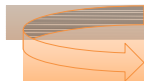
Ces aliments contiennent des acides gras saturés et de cholestérol.

23

1- Les viandes

Apports en protéines

- En moyenne 20% de protéines (myosine, myoalbumine et de collagène).
- La myosine et myoalbumine : Protéines de bonne qualité comportant tous les acides aminés indispensables.



Très bon coefficient d'efficacité protidique

Apports en lipides

La teneur en matières grasses des viandes varie selon l'espèce, l'état d'engraissement de l'animal et le morceau considéré.

- 2 à 30% de graisses.
 - *Les viandes les plus maigres (< 10 %) : le lapin, le cheval, le veau, le poulet et la dinde.*
 - *Les viandes les plus grasses (10 à 30 %) : certains morceaux de bœuf et l'agneau, l'oie et le canard.*

24

Apports en lipides

- Principalement d'acides gras saturés et monoinsaturés
- Leur composition varie en fonction du type de viande considéré.



Les volailles représentent une bonne source d'acides gras mono et polyinsaturés.

- Source de cholestérol, en particulier les abats.

Apports en glucides : Négligeable.

Apports en minéraux

- Riches en phosphore
- Meilleure source alimentaire de *fer héminique* (Fe^{2+}).
- Pauvre en calcium et présente un très mauvais rapport Calcium/Phosphore.
 - ❖ Les abats, en particulier le foie, sont très riches en fer et en phosphore.

25

Apports en vitamine

- Dépourvues de vitamines liposolubles.
- Riches en vitamines du *groupe B*.
- Les abats (le foie) en sont les plus riches + un apport important de vitamines A et D.

Dans les charcuteries:

La charcuterie est une méthode de conservation de la viande.

- 10% à 20% de protéines.
- Richesse en lipides 20 à 35% pour les saucisses, saucissons cuits, pate de foie et 35 % à 40 % pour les rillettes, saucissons secs.
- Teneur en cholestérol variable.

26

2- Les poissons

Apports en protéines

- En moyenne 20% de protéines + quantité plus importante de substances azotées non protéiques (ammoniaque, urée...).
- Les huitres et les moules 7 à 10% de protéines.



27

Apports en lipides

- Moins gras que les viandes.
- La teneur en lipides des poissons est variable 0,5 à 15%.
 - ✓ *Poissons maigres (0,5 % à 5 %) : merlan, sole, dorade, morue...ainsi que les mollusques et crustacés.*
 - ✓ *Poissons demi-gras (5 % à 10 %) : maquereau, sardine, saumon, thon...*
 - ✓ *Poissons gras (> 10 %) les moins nombreux : anguille, hareng.*
- Proportion non négligeable d'acides gras monoinsaturés et polyinsaturés en particulier de la série n-3 (l'acide eicosapentaénoïque).



28

Apports en lipides

- Cholestérol en particulier les crustacés.

Apports en glucides

- Les coquillages contiennent un peu de glycogène.

Apports en minéraux

- Peu de calcium.
- Source importante de phosphore.
- Source importante d'iode pour les poissons de mer.
- Moins riche en fer que la viande.
- Les coquillages et crustacés sont plus riches en divers minéraux (calcium, zinc, fer, sodium...).
- Riches en sélénium

29

Apports en vitamine

- Bonne source de vitamines du groupe B (en particulier B12) et de vitamine E.
- Abondance des vitamines A et D (le foie de poisson).

3- Les œufs*Apports en protéines*

- Excellente valeur biologique (l'ovalbumine dans le blanc et ovotelline dans le jaune).
- Protéine de référence pour le calcul du coefficient d'efficacité protidique des autres aliments sources de protides.
- La teneur protéique de l'œuf entier est de 14%, soit un apport de 8g pour un œuf de 55g.

30

Apports en lipides

- 12% de l'œuf entier (contenus uniquement dans le jaune).
- Forte proportion de phospholipides.
- Source importante de cholestérol.

Apports en minéraux

- Riche en phosphore et en fer et faible apport de calcium.

Apports en vitamine

- Bonne source de vitamines du groupe B et pour le jaune de vitamines A et D.

31

II- Produits laitiers

Apports nutritionnels caractéristiques :

- Protéines
- Calcium
- Vitamines : B2 – A et D dans les produits non écrémés
- Pas de fer ni de vitamine C
- Apports potentiels en lipides
- Apport de cholestérol

32

1- Le lait

Apports en protéines

- Un litre de lait de vache apporte 35g de protéines (caséine, de lactalbumine et de lactoglobuline).



Très bien assimilé par l'organisme.

- Présence de tous les acides aminés indispensables.

Apports en lipides

- Taux minimum de 36g par litre (triglycerides).



Valeur énergétique importante (700kcal soit 2930kj/litre).

- Le lait contient également du cholestérol.

33

Apports en glucides

- Lactose : glucide essentiel du lait.



Favorise l'absorption du calcium.

Apports en minéraux et oligo-éléments

- Source importante de calcium: 1200mg par litre.
- Phosphore.
- Vitamine D.
- Chlorure de sodium, du chlorure de potassium, de faibles quantités de soufre, magnésium et cuivre.
- Pas de fer.

Apports en vitamine

- Le lait entier est une source de vitamine A.
- Vitamine D est variable selon les saison.
- Présence des vitamines du groupe B, en particulier B12.

34

2- Les fromages

On retrouve dans les fromages l'essentiel des composants du lait.

Apports en protéines

- La teneur est variable selon le type de fromage.

Apports en lipides

- La teneur en lipides d'un fromage dépend de sa richesse en eau.
- La teneur est variable.

Apports en minéraux

- L'apport en calcium et en phosphore dépend du mode de fabrication des fromages.
- Plus ou moins riches en chlorure de sodium.

35

III- Matières grasses

Apports nutritionnels caractérisant ces aliments :

- Acides gras essentiels : acide linoléique, acide α -linoléique.
- Vitamines liposolubles – D – A (rétinol) – E (alpha tocophérol).
- Source d'énergie importante (9 kcal/g).
- Aucun élément minéral.

1- Les matières grasses d'origine animal

La crème et le beurre:

- Crème: 30 à 35% de lipides et beurre 82 à 84%.
 - Acides gras saturés = 60% des acides gras totaux.
 - Pauvres en acides gras polyinsaturés
 - Apport de cholestérol
- Excellente source de vitamine A et D.
- Pas de calcium.

36

2- Les huiles et margarines

Les huiles :

- Préparées à partir de graines ou de fruits oléagineux.
 - ne contiennent pas de cholestérol.
 - 100% de lipides.
 - différentes composition en acides gras
- Les huiles concrètes (ou huiles végétales): caractérisées par une forte teneur en acides gras.

Les margarines :

- Emulsion aqueuse dans une phase grasse qui représente 82% du produit final.
- Le type d'huile ou de graisse entrant dans la composition d'une margarine est très variable et les caractéristiques nutritionnelles du produit final en dépendent.

37

Le beurre et la margarine

- Le beurre est d'origine animale et contient donc des acides gras saturés.
- La margarine d'origine végétale est constituée d'acides gras insaturés.
- La margarine est bénéfique pour la santé car elle baisse le mauvais cholestérol LDL et améliore le bon cholestérol HDL.

38

IV- Légumes et fruits

Apports nutritionnels caractéristiques :

- Fibres
- Minéraux
- Vitamines : C, bêta-carotène, vitamines du groupe B
- Glucides
- Pas de lipides et apport de protéines négligeable

1- Les légumes

- Teneur en eau très importante (90% en moyenne)
- Apport en glucides modéré: 1% à 6% pour les parties aériennes des plantes (salade, épinards, courgettes....) et 9% environ pour les racines (Carottes, céleri...)
- Apport important de potassium, de calcium (surtout dans les choux), de magnésium, de fer et de cuivre (épinards), du soufre (choux, radis...).

39

- Riches en vitamines C (choux, légumes à feuilles...), Provitamine A ou beta carotène et vitamines du groupe B.
- Richesse en fibres.
- La pomme de terre: apport plus important en amidon (20%).

2- Les fruits

- La composition des fruits est semblable à celle des légumes,
- Leur teneur en glucides est cependant plus élevée : un fruit apporte généralement 15g à 20g de glucides,
- L'intérêt principal des fruits réside dans leur richesse en vitamines.
- Seuls, les agrumes contiennent du calcium.
- Ils sont tous riches en potassium et pauvres en sodium.

40

V- Céréales et dérivés - légumineuses

1- Céréales et dérivés

Cette catégorie comprend le pain, les biscuits, le riz...

Apports nutritionnels caractéristiques :

- Glucides (amidon)
- Protéines végétales
- Vitamines du groupe B
- Pas de lipides
- Fibres
- Minéraux

Composition nutritionnelle

- Extrêmement riches en glucides (sucres complexes) dérivés de l'amidon (sucres lents).
- Richesse en fibres (prévention du cancer).
- Riche en phosphore et pauvre en calcium.
- Attention à la cuisson (si pas assez cuit, difficile à digérer)

41

2- Légumineuses

Cette catégorie comprend les légumes secs (lentilles, haricots, pois chiches...).

- Riche en protéines, éléments minéraux (phosphore, fer) et vitamines de groupe B.
- Proche de ce fait des aliments du groupe "viande - poisson - œuf".
- Il est intéressant d'associer des céréales aux légumes secs afin de les compléter mutuellement.
- Riche en fibres

42

VI- Sucres et produits sucrés

Cette catégorie comprend les sucres, les confitures, le miel, le chocolat.

Apports nutritionnels caractéristiques :

- Glucides essentiellement (saccharose, glucose ou fructose)
- Aucun autre élément nutritif sauf dans le chocolat (lipides, protéines, minéraux).

VII- Boissons

- Non sucrées
 - Eaux : La législation impose pour les eaux potables un taux maximum de minéraux de 2 g/l.
- Sucrées : limonades, sodas, sirops, boissons aux fruits.
- Le thé, le café : caféine, théine. Ne contiennent pas d'éléments nutritifs.
- Les jus de fruits : contiennent les éléments nutritifs des fruits dont ils sont issus.

43



Pyramide alimentaire

44

Techniques d'analyses physico-chimiques et biochimiques liées à la sécurité des aliments

Introduction

- Les constituants chimiques, présents dans les aliments ou dans les matières premières utilisées pour leur fabrication, sont très diversifiés et se retrouvent en concentrations variables selon les aliments.
- Les principaux constituants alimentaires sont:
 - l'eau
 - les protéines
 - les lipides
 - les glucides
 - les minéraux
- Dans les laboratoires d'industries alimentaires, il est parfois nécessaire, de faire l'analyse de certains de ces constituants alimentaires.
- Pour déterminer les teneurs de ces constituants on procède à des dosages.

45

DOSAGES DES COMPOSANTS DES DENRÉES

1- Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est la **proportion totale** d'eau dans la denrée.

La teneur en eau peut être déterminée:

- par perte de poids à la dessiccation : 103-105°C à l'étuve pendant x heures.

En réalité, on ne détermine pas la teneur en eau mais la teneur en matière sèche.

$$\% \text{ M.S} = \text{Masse (M.S)} \times 100 / \text{Masse (échantillon)}$$

$$\% \text{ H}_2\text{O} = 100 - \% \text{ M.S}$$



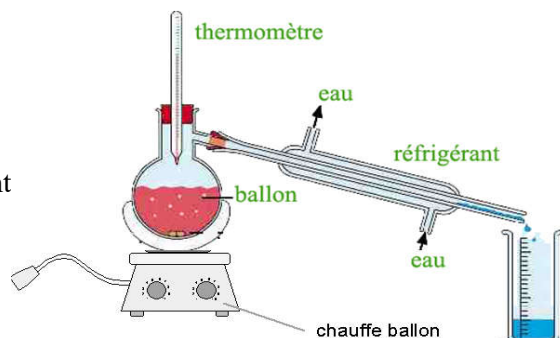
46

- par **entraînement et distillation avec un solvant** organique non miscible à l'eau (comme toluène ou xylène...).

L'eau est éliminée par distillation avec les vapeurs du solvant et recueillie dans un tube gradué.

Lorsque toute l'eau est distillée, on mesure le volume d'eau recueilli dans le tube.

Cette méthode est utilisée pour la détermination de l'humidité dans les aliment à faible teneur en eau (graines, épices...).



- par détermination de la **densité** des liquides (solutions sucrées, jus de fruits...) dont on déduit la teneur en matière sèche et par différence, la teneur en eau.

47

2- Dosage des protéines

- Contrairement aux sucres et aux lipides, les protéines contiennent de l'azote.
- Cette propriété sera exploitée dans la méthode de détermination de la teneur en protéines dans les aliments.
- L'analyse des protéines dans les aliments consiste à doser l'azote total selon la méthode de **Kjeldahl**.



48

La détermination des protéines par la méthode Kjeldahl se fait en trois étapes:

- **Étape 1: Digestion ou minéralisation de l'échantillon**
 - L'azote protéique est transformé en azote ammoniacal par oxydation de la matière organique dans l'acide sulfurique, de catalyseurs et de substances destinées à élever le point d'ébullition du mélange.
- **Étape 2: Distillation de l'ammoniac**
 - L'ammoniac libéré sous forme du sel en milieu basique (NaOH) est ensuite distillé par la vapeur d'eau et piégée dans une solution d'acide borique  sels borates d'ammonium
- **Étape 3: Titrage de l'ammoniac**
 - L'ammoniac est titré directement à l'aide d'une solution standardisée d'acide (HCl) et d'un indicateur.

49

- **Calcul du % de protéines dans l'échantillon**
Le % de protéines dans l'échantillon est obtenu en multipliant le % d'azote par un facteur F dépendant du type d'aliment analysé.

$$\% \text{ protéines} = \% \text{ N} \times F$$

Le tableau suivant montre les principaux facteurs utilisés avec la méthode Kjeldahl.

Aliment	Facteur
farine de blé	5,70
pain	5,70
produits laitiers	6,38
amandes	5,18
arachides	5,46
noix du Brésil	5,46
autres noix	5,30
facteur général	6,25

Pour les aliments dont on ne connaît pas la protéine principale ou qui sont préparés avec des ingrédients contenant plusieurs types de protéines, on utilise le facteur général de 6,25.

50

- La valeur du % d'azote obtenue par la méthode Kjeldahl n'est pas une valeur exacte du contenu d'azote protéique dans l'échantillon, car l'azote des acides aminés libres, des acides nucléiques..., y est inclus.
- La valeur du % de protéines n'est pas non plus une valeur exacte, car le facteur utilisé tient compte uniquement de la principale protéine contenue dans l'aliment.
- Lorsqu'on rapporte les résultats, on doit indiquer que les valeurs sont obtenues par la méthode Kjeldahl, en mentionnant le facteur utilisé.

51

3- Dosage des lipides

- Les lipides sont insolubles dans l'eau et très solubles dans les solvants organiques (éther éthylique).

3-1- Méthode Soxhlet

- ➡ L'aliment solide est pesé et placé dans une capsule de cellulose. L'échantillon est extrait en continu par de l'éther à ébullition.
- ➡ Le solvant contenant la matière grasse retourne dans le ballon. Une fois l'extraction terminée, l'éther est évaporé (évaporateur rotatif) et la matière grasse est pesée.

$$\% \text{ lipides} = \frac{M(\text{lipides})}{M(\text{échantillon})} \times 100$$



52

3-2- Méthode Mojonnier

- Détermination de la matière grasse dans les produits laitiers.
- Le produit laitier est pesé puis dissout dans la phase aqueuse contenant de l'hydroxyde d'ammonium et de l'alcool éthylique.
- La matière grasse est extraite à l'aide d'un solvant organique immiscible avec l'eau (éther éthylique + d'éther de pétrole).
- La phase organique est décantée dans un plat, le solvant évaporé et la matière grasse pesée.

$$\% \text{ lipides} = \frac{M(\text{lipides})}{M(\text{échantillon})} \times 100$$



53

4- Dosage des glucides

- Certains méthodes de dosage des glucides utilisent le pouvoir réducteur ou non réducteur des sucres.
- Un sucre réducteur doit posséder dans sa structure une fonction aldéhyde ou cétone libre.

4-1- Dosage des sucres fondés sur leur pouvoir réducteur

En milieu alcalin, tous les monosaccharides ainsi que les disaccharides réducteurs (lactose, maltose..) réduisent l'hydroxyde cuivrique (II) en oxyde cuivreux (I).

54

Première méthode : Lane-Eynon

- On titre à chaud un volume donné de réactif de Fehling (10 ml ou 25 ml) à l'aide d'une solution de l'aliment contenant le ou les sucres réducteurs.
- L'indicateur Bleu de méthylène est utilisé pour rendre plus claire la disparition de la couleur bleue du réactif de Fehling (point de virage).
- Le volume de solution alimentaire utilisé pour le titrage est converti en mg de sucres réducteurs à l'aide d'une table de conversion.

55

Deuxième méthode : Bertnard

- L'aliment est mis en solution et une portion de la solution est traitée avec un excès de la solution de Fehling.
- Un précipité (Cu_2O) de couleur rouge brique est formé par la réaction puis récupéré quantitativement, séché et pesé.
- La quantité de précipité est convertie en mg de sucres réducteurs à l'aide d'une table de conversion.



56

- Le dosage du saccharose (non réducteur)

- Le saccharose, un disaccharide non réducteur, ne peut donc pas être dosé directement par cette méthode.
- Il est possible de le doser indirectement en faisant d'abord une hydrolyse du saccharose, puis en appliquant la méthode sur les produits d'hydrolyse.



Glucose

+

fructose

57

4-2- Dosage biochimique des glucides

- Dosage **colorimétrique** ou **spectrophotométrique** : basé sur la propriété des glucides réducteurs de réagir, grâce à la fonction aldéhyde libre, en milieu alcalin et à chaud, avec l'acide 3-5 dinitrosalicylique (DNS).
- Déterminer la concentration des glucides en mesurant l'absorption de leurs solutions à une ou plusieurs longueurs d'onde.

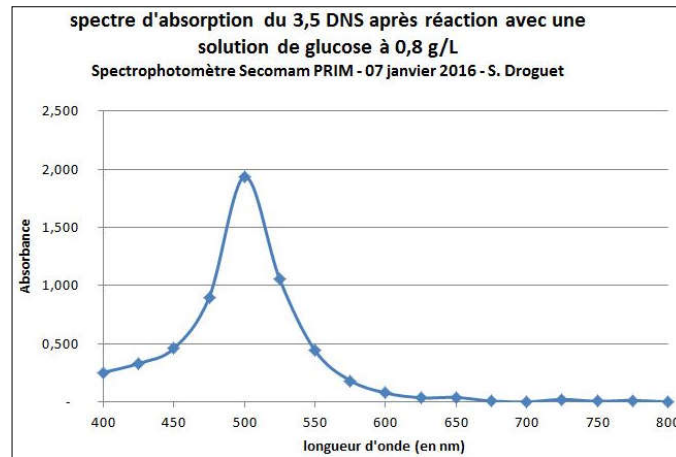


- DNS est un composé rouge. L'intensité de la coloration rouge est proportionnelle à la concentration de sucre.

58

a- Choix d'une longueur d'onde de travail pour la réalisation d'un dosage colorimétrique

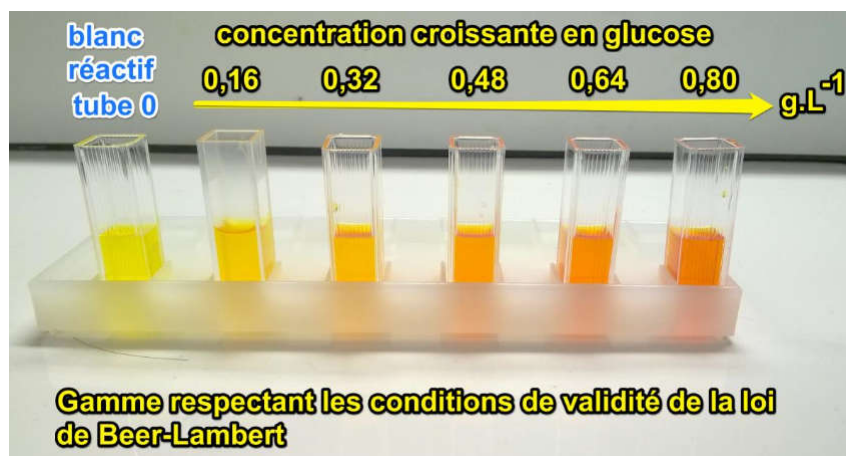
Spectre d'absorption de DNS après réaction avec un glucide réducteur



On choisit la longueur d'onde pour laquelle le mélange présente l'absorbance la plus élevée.

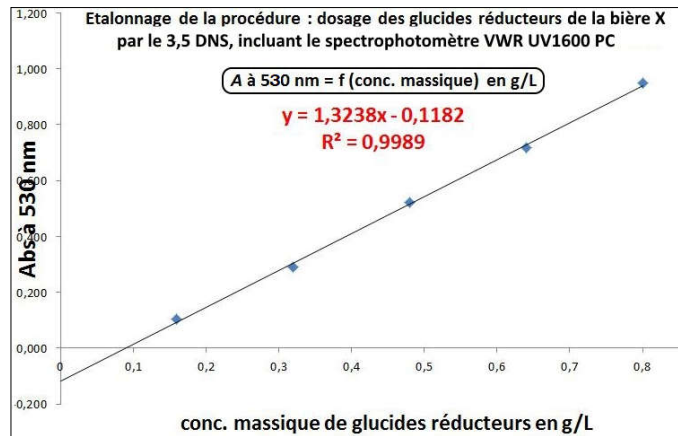
59

b- Réalisation de la gamme d'étalonnage



60

Tracé de la droite d'étalonnage :



- Les droites d'étalonnage ne passent pas forcément par l'origine.
- Le coefficient de détermination R^2 est supérieur à 0,995, donc la régression linéaire est satisfaisante et les valeurs pente et d'ordonnée à l'origine sont utilisables.

61

c- exploitation des valeurs mesurées des essais

Deux essais sont réalisés en même temps que la gamme et en conditions de répétabilité.

- Essai 1 : A1 à 530 nm contre blanc réactif = 0,708
- Essai 2 : A2 à 530 nm contre blanc réactif = 0,702

Question:

Déterminer, à l'aide des paramètres de la droite, la concentration en glucides réducteurs pour chacun des deux essais.

D'après la courbe d'étalonnage On a $Y = 1,3238x - 0,1182$

Donc la concentration $X = (y + 0,1182) / 1,3238$

Essai 1 : la concentration est égal à 0,624 g/l

Essai 2 : la concentration est égal à 0,619 g/l

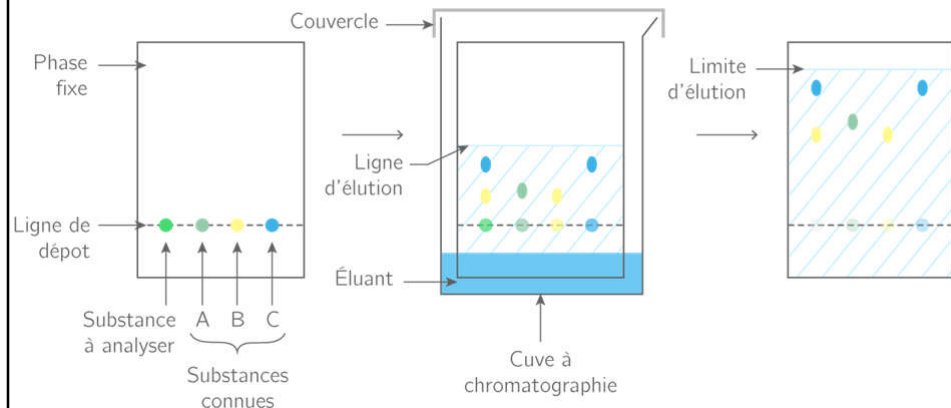
62

4-3- Analyse des différents mono- et disaccharides présents dans les denrées

Il est possible de séparer et doser les sucres en utilisant des méthodes chromatographiques:

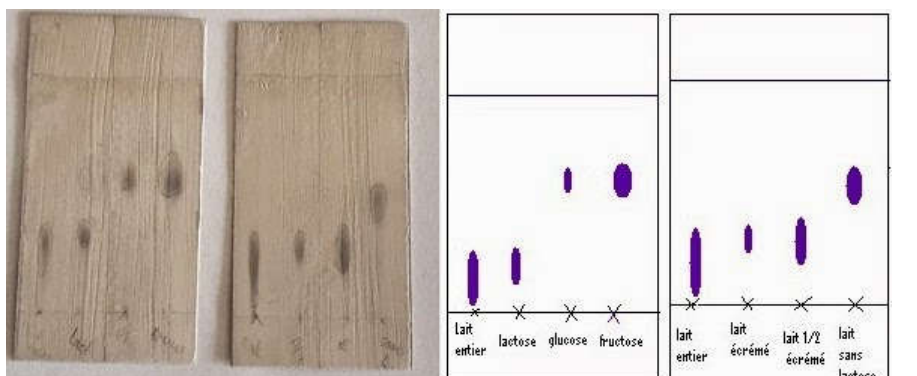
- *Chromatographie sur couche mince (CCM):*

Utilisée pour séparer les sucres grâce à leurs différentes vitesses de migration.



63

- On trace la ligne de dépôt à environ 1 cm de la partie inférieure.
- Sur la ligne de dépôt, on dépose une goutte de mélange et de témoins.
- On prépare ensuite la cuve à chromatographie puis on verse dans de ce dernier un solvant de migration.
- On dispose la plaque dans la cuve pour laisser migrer le solvant.
- Sortir la plaque puis la sécher.
- Détection à l'aide d'un révélateur.



64

Cette technique permet de calculer le Rapport Frontal (Rf) de chaque sucre.

Le Rf est défini comme le rapport :

$$R_f = \frac{\text{distance parcourue par le produit (d)}}{\text{distance parcourue par le solvant (D)}}$$

- **Chromatographie liquide à haute performance (HPLC):**

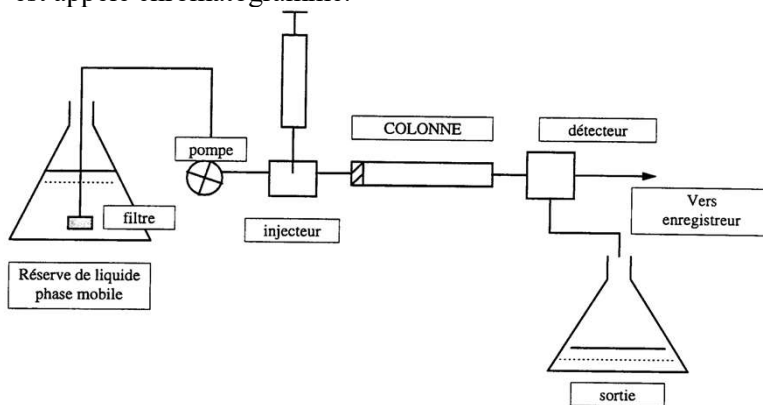
Permet l'identification, la séparation et le dosage de composés chimiques dans un mélange.

Principe :

- L'échantillon à analyser est poussé par un liquide (phase mobile) dans une colonne remplie d'une phase stationnaire de fine granulométrie.
- Suivant la nature des molécules, elles interagissent plus ou moins avec la phase stationnaire dans un tube appelé colonne chromatographique.
- La phase mobile poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique.

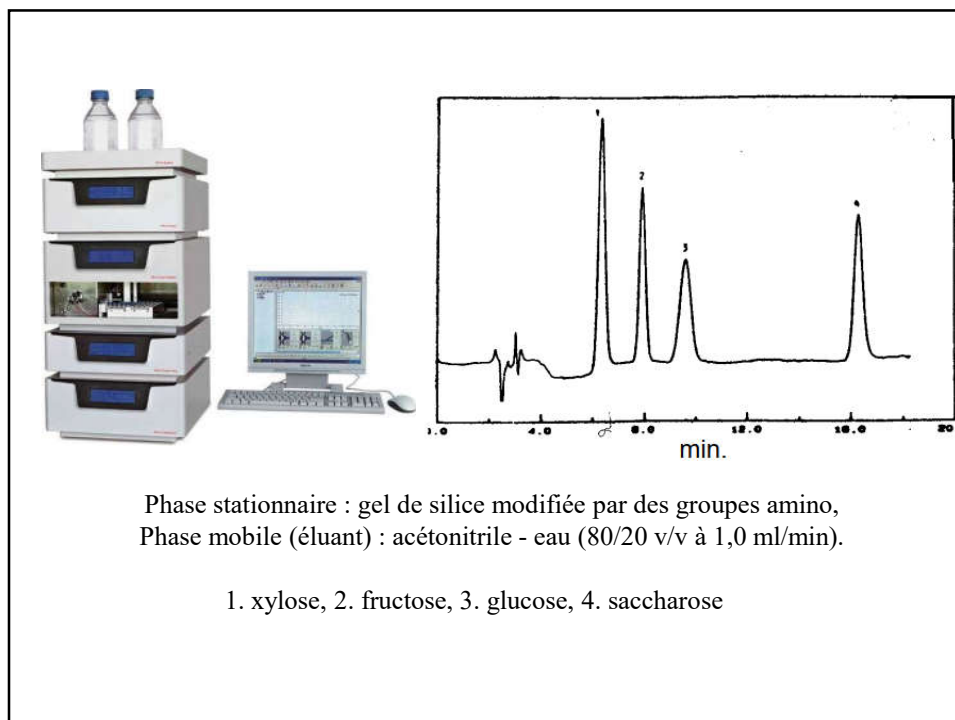
65

- Le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique.
- Les composés en solution se répartissent alors suivant leur affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire.
- En sortie de colonne grâce à un détecteur approprié les différents solutés sont caractérisés par un pic. L'ensemble des pics enregistrés est appelé chromatogramme.



principe de fonctionnement de l'HPLC

66



67

5- Dosage des vitamines

Le dosage des vitamines se fait en 2 étapes:

- Hydrolyse de la molécule vitaminique,
- Purification de l'extrait.

✗ *Hydrolyse*

L'hydrolyse est simple et fonction des propriétés de la vitamine :

- Si elle est très résistante, la vitamine sera hydrolysée chimiquement à l'autoclave.
- Si la molécule est plus fragile, l'échantillon subira une légère hydrolyse chimique puis une digestion enzymatique.

✗ *Purification*

- Après hydrolyse, l'extrait est purifié par traitement chimique (oxydation).
- But : séparer la vitamine des autres corps pouvant donner la même réaction finale, ou de détruire ces corps parasites.



68

✗ Méthodes utilisées pour le dosage des vitamines

- La chromatographie : méthode de séparation et de purification de la vitamine à doser ; il est possible de travailler à l'aide de chromatogrammes sur papier.
- Le dosage spectrophotométrique : le développement d'une substance colorée ou fluorescente dont on mesure l'intensité à l'aide d'un appareil approprié ; on rapporte la valeur de l'extrait à une courbe étalon constituée avec une solution pure de vitamine.

69

6- Dosage des arômes

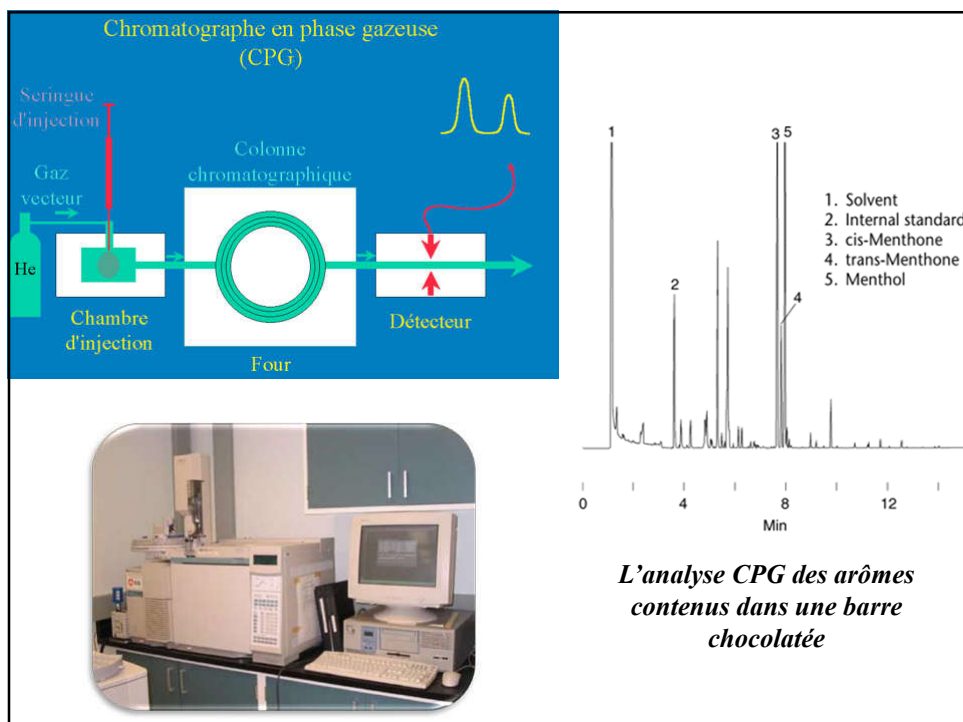
- Les arômes sont les substances responsables des propriétés organoleptiques d'une denrée alimentaire.
- Ils ne possèdent aucune qualité nutritive, mais jouent cependant un rôle essentiel.
- Le goût et l'odeur d'une denrée sont les facteurs qui déterminent son acceptation par un individu et stimulent son appétit.
- Les molécules qui composent l'arôme représentent un faible pourcentage de la masse totale de l'aliment (0,05 à 1).
- La chromatographie est la technique la plus utilisée : CPG et HPLC.

70

Chromatographie en phase gazeuse (GC)

- Elle permet l'analyse de mélanges, qui peuvent être très complexes, de nature et de volatilité très variées.
- La CPG est une technique de séparation de molécules. Elle est utilisée pour identifier les substances qui composent un mélange gazeux ou susceptible de le devenir.
- Les éléments gazeux ou volatils d'un échantillon sont placés dans un injecteur. Ils vont ensuite être emportés (phase mobile) par un gaz porteur qui va les amener dans la phase stationnaire (liquide ou solide) pour qu'ils y soient séparés.
- Plus un élément a d'affinité avec la phase stationnaire, plus il prendra de temps pour sortir de la colonne de chromatographie. Les éléments peuvent être identifiés mais aussi quantifiés.

71



72

7- Dosage des acides organiques

- Beaucoup d'aliments contiennent différents acides organiques plus ou moins volatils.
- Certains sont des liquides, comme l'acide acétique, tandis que d'autres sont des solides, comme l'acide citrique.
- On retrouve dans les aliments des monoacides, des diacides et même des triacides organiques.

Les deux principales analyses étudiées sont l'acidité totale titrable et l'acidité volatile.

73

6-1- Acidité totale titrable

- L'aliment est d'abord dilué si la concentration d'acides organiques est importante.
- Une portion de la solution diluée est ensuite titrée par une solution standardisée de NaOH 0,1N, en présence d'un indicateur.
- Pour les aliments trop colorés (lait au chocolat par exemple), on utilise un pH mètre pour la détection du point de virage.

Selon l'aliment analysé, le résultat peut être exprimé:

- en % P/P ou P/V d'un acide organique particulier
- en ml de NaOH 0,1N par 100 g ou 100 ml d'aliment.

74

6-2- Acidité volatile

Les acides organiques volatils sont ceux qui codistillent avec la vapeur d'eau. Le plus important présent dans les aliments est l'acide acétique.

- L'aliment est mis en solution dans un appareil capable de produire de la vapeur d'eau.
- Par chauffage, les acides organiques volatils sont entraînés par la vapeur d'eau.
- Le distillat contenant les acides volatils est titré par une solution standardisée de NaOH 0,1N, en présence d'un indicateur.
- Le résultat est exprimé habituellement en % d'acide acétique par 100 ml ou 100 g d'aliment.