

Chapitre I. LA FORMULATION

- I- Introduction**
- II- La formulation en tant qu'activité technologique**
- III- Industrie et formulation**
- IV- Rôle de la chimie et de la physique dans la formulation**
- V- Compétences d'usage des formulateurs**
 - 1- Outils théorique
 - 2- Outils de mise en œuvre et de caractérisation
 - 3- Outils généraux

Chapitre II. ELABORATION DE L'ALIMENT

- I- Introduction**
- II- Approche nutritionnelle**
 - 1- Micro-organismes bénéfiques
 - 2- Les corps gras à la pointe de la technologie
 - 3- Les composés biochimiques des végétaux
 - 4.1- Les antioxydants
 - 4.2- Les phytoestrogènes
- III- Approche toxicologique (conserver en toute sécurité)**
 - 1- Les composés antinutritionnels
 - 2- Les micro-organismes indésirables
- IV- Transformation des aliments**
 - 1- Introduction
 - 2- Historique
 - 3- Différents traitement de transformation des aliments
 - 3-1- Traitements pour améliorer les micro-organismes favorables
 - 3-2- Traitements pour améliorer le goût
 - 3-3- Traitements de cuisson
 - 3-4- Traitement de conservation
 - 4- Effets de la transformation sur la qualité nutritionnelle
 - 5- Principaux avantages des aliments transformés
 - 6- Conclusion

Chapitre III. CAHIER DES CHARGES

- I- Introduction**
- II- Différentes définitions**
- III- Caractéristiques du cahier des charges**
- IV-Elaboration du cahier des charges**
- V- Structure du cahier des charges**
- VI-Conditions juridiques à inclure dans un cahier des charges**
- VII- Partie technique dans un cahier des charges**

Chapitre IV. DEFFINITION DES CONTRAINTES

I- Les défis de la sécurité alimentaire

1. Les contaminations microbiologiques
2. Mycotoxines
3. Pesticides
4. Antibiotiques e promoteurs de croissance
5. Pollution industrielle

II- Les additifs alimentaires

1. Que sont les additifs alimentaires et pourquoi sont-ils nécessaires ?
2. Les additifs alimentaires les plus employés
3. Risques liés à la consommation de certains additifs alimentaires
4. Méthodes d'évaluation de la sécurité des additifs alimentaires
5. Légiférassions des additifs alimentaires

III- Etiquetage

- 1- Exigences légales
- 2- Etiquetage préventif volontaire
- 3- Etablissement de seuil
- 4- Méthodes analytiques relatives à la détection d'allergènes
- 5- Etiquetage des denrées alimentaires préemballées
- 6- Vente de denrées non emballées, vendues en vrac

Chapitre V. DETERMINANTS SOCIO-ECONOMIQUES DES CARACTERISTIQUES NUTRITIONNELLES DES ALIMENTS

I- Introduction

II- Approche globale sur l'alimentation

III- Mécanismes physiologiques de régulation de la prise alimentaire

IV-Effet de la sensibilisation sur le comportement alimentaire

V- Impact socio-économique sur le comportement alimentaire

Chapitre II ELABORATION DE L'ALIMENT

I- Introduction

Au cours du XXème siècle, nos habitudes alimentaires ont changé de façon spectaculaire. Pendant les cinquante premières années, et surtout à la suite de la seconde guerre mondiale. Aujourd'hui, la nourriture n'est plus simplement considérée comme une source d'énergie, elle est également perçue comme un phénomène sensoriel et socioculturel. Autant que de procurer du plaisir, nous attendons maintenant de la nourriture qu'elle puisse améliorer notre santé et notre bien-être. Par ailleurs, les individus dans les sociétés industrialisées ne sont plus très disposés à perdre leur temps de loisirs dans la préparation de plats cuisinés. Ils estiment que leur alimentation doit être rapide et pratique à préparer, mais aussi saine et savoureuse, et que son prix soit raisonnable.

En résumé, notre nourriture doit être savoureuse, sûre, bon marché, saine, disponible toute l'année, «aussi naturelle que possible», variée et, parfois, raffinée ou exotique. Alors que la population augmente, le nombre d'exploitants agricoles décline. Ceci accroît la pression sur les systèmes de transports et de stockage, spécialement depuis que beaucoup de matières premières ne sont pas cultivées en Algérie. Il peut sembler impossible de satisfaire toutes les demandes. Pourtant, les progrès technologiques dans le secteur agro-alimentaire et les découvertes récentes en nutrition ont abouti à des normes de qualité alimentaire de plus en plus élevées et à une énorme diversité de produits alimentaires.

Les modes de vie de la population mondiale et ses habitudes alimentaires ont subi un changement radical. Il y a quelques décennies, il était habituel de dépenser une grande quantité d'énergie exigée par un travail essentiellement manuel. Désormais, la tendance est à des occupations plus sédentaires.

Pendant, au cours des dernières années, les découvertes en matière de diététique commençaient à avoir un impact sur nos habitudes alimentaires, ainsi cette discipline s'est imposée progressivement. Les consommateurs sont désormais plus enclins à choisir des viandes maigres, des légumes et des produits riches en fibres alimentaires afin d'équilibrer leur alimentation.

A mesure que les sciences de la nutrition amènent davantage d'informations sur les mécanismes par lesquels certains ingrédients alimentaires influencent nos fonctions corporelles, les scientifiques et les experts du marché s'accordent à constater la popularité croissante des aliments ayant un effet bénéfique reconnu sur la santé. Les études de marché portant sur les attentes et comportements du consommateur prévoient que, dans quelques années, chaque groupe de produits comportera des aliments à valeur santé ajoutée (ou aliments fonctionnels). La nutriginétique se focalise sur la réduction des risques liés aux maladies chroniques et aux troubles débilissants, particulièrement en ce qui concerne les troubles cardio-vasculaires, l'obésité, le cancer, l'ostéoporose et les diabètes non-insulino dépendants.

Tableau I. Changements de composition diététique et changements de style de vie en pourcentages d'énergie provenant de(FAO)

Macronutriments (gr/jour)	Graisse	Sucre	Amidons	Protéines	Fibre
Style de vie					
Chasseurs-cueilleurs	15-20	0	50-70	15-20	40
Paysans/fermiers	10-15	5	60-75	10-15	90
Sociétés d'abondance	40+	20	25-30	12	20

II- Approche nutritionnelle

1- Micro-organismes bénéfiques

Il y a encore quelques années, la signification des mots probiotique et prébiotique était peu connue par les consommateurs. Aujourd'hui, les aliments basés sur ces principes apparaissent dans tous les supermarchés. Le succès des substances prébiotiques est dû aux effets positifs de composants spécifiques, tels que les fibres alimentaires, sur la flore microbienne de l'appareil digestif; celui des probiotiques résulte des souches sélectionnées de ferments lactiques, lesquelles paraissent avoir un effet positif sur les fonctions intestinales. En résumé, les prébiotiques sont des composants alimentaires capables de stimuler de façon sélective la croissance et l'activité métabolique d'une souche bactérienne endogène colique. Les probiotiques sont des aliments tels que des laitages fermentés par des bactéries vivantes exogènes (bifides ou lactobacilles). Ces organismes vivants agissent sur la flore intestinale, surtout sur l'intestin grêle et la physiologie de l'hôte.

Ainsi, les investigations de plusieurs groupes de recherche portent sur le rôle potentiel des prébiotiques et des probiotiques dans la prévention de certaines pathologies.

2- Les corps gras à la pointe de la technologie

Des progrès ont été réalisés dans le domaine des corps gras. Un régime pauvre en graisses saturées et simultanément riche en acides gras insaturés s'avère être bénéfique pour l'ensemble de la population et non pas pour les seules personnes sujettes à des troubles cardiaques. Les acides gras insaturés aident à réduire le taux de cholestérol ainsi que le risque de maladies cardiaques. Ainsi, du pain et des œufs enrichis en l'un de ces acides gras essentiels (omega-3) ont déjà été mis au point et rendu disponibles sur les marchés. Le lin et le poisson étant naturellement riches en acides gras omega-3, certaines poules sont nourries au lin. Ceci permet d'influer sur la composition en acides gras des œufs pondus. Des plantes oléagineuses favorisant l'équilibre alimentaire sont déjà produites, à l'exemple de certaines variétés de canola (nom du colza d'été canadien) ou de fèves de soja. A cet égard, les approches biotechnologiques appliquées à l'agriculture sont prometteuses car elles offrent la

possibilité d'identifier différentes qualités d'huiles. Le contenu nutritionnel en acides gras des plantes oléagineuses - et particulièrement du canola, des fèves de soja, des fleurs de tournesol et du maïs - peut être enrichi et la chaîne d'acides gras modifiée de façon sélective. Une variété de canola, en cours de mise au point, possède une haute teneur en stéarates, rendant ainsi l'hydrogénation superflue. Ceci peut contribuer à réduire la part des acides gras trans indésirables dans notre alimentation. La recherche génétique relative à l'utilisation d'enzymes spécifiques se poursuit. Elle vise à la création de phospholipides alimentaires à hautes concentrations en acides gras essentiels. Cependant, les effets de la valeur santé ajoutée des acides gras polyinsaturés nécessitent le support d'agents protecteurs spécifiques appelés antioxydants. Les antioxydants constituent à eux seuls un groupe dans la collection grandissante des composés chimiques végétaux qui mobilisent de plus en plus l'attention des nutritionnistes.

Tableau II. Aliments «à valeur saine ajoutée» contenant des corps gras spéciaux

Aliment/ingrédient	Modification génétique	Etat	Effet alimentaire
Huile de canola, soja, tournesol	Composition en acides gras : -Elevée en oléique -Elevée en laurate-Elevée en stéarate	Sur le marché/en cours de développement	Augmentation des acides gras insaturés et réduction des acides gras saturés sans hydrogénation des graisses, sans formation d'acides gras trans
Huile de poisson sans-cholestérol	Suppression du cholestérol avec les cyclodextrines	Sur le marché	Abaissement du niveau de cholestérol dans le sang, prévention de l'athérosclérose
Pain Omega-3	Préparations panifiables enrichies avec des acides gras essentiels	Sur le marché	Contribue à réduire les risques de troubles cardiaques, apport d'acides gras essentiels
Graisses synthétiques	Modification enzymatique et synthèse d'acides gras	Sur le marché	Arômes particuliers par acide gras à courtes chaînes, matières grasses saines à haute teneur en acides gras essentiels

3- Les composés biochimiques des végétaux

Toutes les plantes contiennent de nombreux agents phytochimiques, habituellement présents en concentrations infimes. Ces composés peuvent exercer des effets spécifiques importants dans l'organisme. Ils sont susceptibles de réduire les risques imputables à une large gamme de troubles, aussi bien la tachycardie que les troubles coronariens, les attaques cardiaques, l'hypertension, l'ostéoporose, certains cancers ou troubles gastro-intestinaux. Ils peuvent encore contribuer à maintenir les fibres lisses et l'élasticité des parois artérielles (contre

l'athérosclérose), et accroître les activités enzymatiques pour neutraliser la toxicité des carcinogènes. Les remèdes extraits des plantes ont longtemps tiré avantage des effets de telles substances actives et la biologie moléculaire moderne ainsi que la médecine, jouent un rôle clé dans la compréhension des mécanismes sous-jacents de leur action dans le corps humain. Les stanols des graines de soja, du blé et du riz peuvent abaisser des taux de cholestérol élevés en le simulant dans l'intestin par conséquent en diminuant l'absorption intestinale. D'ailleurs, les efforts des biotechnologies en agriculture visant à accroître le contenu des composés phytochimiques désirés dans les récoltes, leur isolement et l'enrichissement des aliments spéciaux formulés avec ces composants est, dès à présent, en progrès et les premiers produits de cette catégorie viennent d'entrer sur le marché.

4.1- Les antioxydants

Certaines substances jouent un rôle important dans la prévention des dommages résultant de l'oxydation des cellules, en interaction avec les maladies cardio-vasculaires. Les vitamines C et E ainsi que les caroténoïdes sont considérés comme les antioxydants et les renforceurs de notre système immunitaire et les plus importants. A côté des vitamines et des caroténoïdes, des études récentes portant sur plusieurs autres composés phytochimiques (tels les composés phénoliques) montrent leurs effets bénéfiques sur les troubles chroniques comme sur les troubles cardio-vasculaires (se reporter au tableau 3). Ils contribuent à réduire le taux de cholestérol LDL altéré par l'oxydation dans le sang, prévenant ainsi les dépôts de plaques dans les vaisseaux sanguins. Le rôle des antioxydants dans la prévention du cancer fait également l'objet d'investigations. Le cancer est causé par l'altération de gènes des cellules du corps. Les cellules affectées perdent leur aptitude à réagir normalement; elles prolifèrent au détriment de leur environnement. Les antioxydants capturent et neutralisent certaines substances qui peuvent endommager le matériel génétique par oxydation. Par exemple, le lycopène présent dans les tomates est un caroténoïde pouvant aider à se protéger contre le cancer de la prostate. Les glucosinolates, que l'on trouve en grand nombre dans les choux, sont désormais connus pour avoir des propriétés anti-carcinogéniques. La sinigrine et ses métabolites proviennent de ce groupe. Les recherches suggèrent que les cellules tumorales sont conduites à s'autodétruire sous l'impact de la sinigrine sur le système immunitaire. Des essais sont en cours pour produire des variétés de brocoli à haute teneur en glucosinolate.

4.2- Les phytoestrogènes

Les phytoestrogènes, c'est à dire les substances végétales qui s'expriment à la manière de certaines hormones dans le corps, appartiennent à un autre groupe de composés phytochimiques. Les haricots et lentilles peuvent contenir des taux importants de phytoestrogènes. Comparativement à la situation dans les autres régions du monde, le niveau de consommation relativement élevé de produits à base de soja est considéré comme une raison de la faible occurrence de cancers du sein dans les pays asiatiques. Le rôle des phytoestrogènes dans la prévention de certains types de cancer du sein fait actuellement l'objet d'investigations. Des phytoestrogènes tels que les isoflavones comptent parmi les phytochimiques les plus précieux. Ils diminueraient le risque de troubles cardiaques par inhibition de la formation de caillots de sang. Des études démontrent qu'ils aident à la

prévention ou au soulagement de l'ostéoporose et des symptômes liés à la ménopause en suppléant au manque d'oestrogènes, quand leur production vient à décliner chez les femmes ménopausées.

Tableau III. Composés phytochimiques contenus dans certains aliments et leurs effets potentiel

Substance végétale	Catégorie	Composé	Effets potentiels
Fruits et légumes de couleur jaune, orange et rouge, légumes feuilles	Caroténoïdes	Béta-Carotène, lycopène, xanthophyles	Antioxydants, anticancer, modulateur immunitaire
Graines variées, huiles végétales	Phytostérines	Béta-sitostérine, stanols	Diminution de l'absorption du cholestérol
Moutarde, choux-raves, brocoli, raifort	Glucosinolates et leurs métabolites	Indole, isothiocyanates, sinigrine	Antimicrobien, anticancer
Paroi externe des fruits (ex. Raisin), légumes, graines	Polyphénols	Acides phénoliques, flavononides	Anticancer, antimicrobien, antioxydant
Graines légumineuses, autres graines	Protéines	Inhibiteurs de protéase	Antioxydant, anticancer, réduction du taux de glucose dans le sang
Menthe, agrumes	Monoterpènes, limonoïdes	Menthol, limonène	Anticancer
Graines de légumineuses, grains complets, graines de lin	Phytoestrogènes	Lignanes, isoflavones (ex genesteine, dadazeine)	Anticancer, antioxydants (via l'action en tant qu'œstrogène)
Oignons, ail	Sulfures et métabolites	Alliines et métabolites	Anticancer, antimicrobien, réduction de la pression artérielle
Canneberges	Inconnue	Inconnue	Prévention des infections bactériennes des voies urinaires
Avoine, orge	Fibre soluble	Béta-glucane	Réduction/cholestérol

De nombreux ingrédients végétaux ont déjà été présentes comme bénéfiques relativement à la prévention des maladies. Avec l'augmentation des connaissances sur l'importance de divers nutriments, des régimes peuvent être mis au point pour répondre à des besoins spécifiques.

La gamme des produits alimentaires adaptés pour répondre aux besoins nutritionnels de catégories telles que les seniors, les femmes enceintes ou allaitantes, les nourrissons et les jeunes enfants ou encore les sportifs grandit sans cesse. Ces aliments se caractérisent par une

composition équilibrée de sources d'énergie sous forme de corps gras, glucides et protéines, et par un cocktail de vitamines et minéraux composé au regard de l'état actuel des connaissances scientifiques. Pour de nombreux seniors, il y a un avantage certain à ce que les mêmes aliments puissent procurer un régime équilibré et un apport suffisant en vitamines, acides aminés et minéraux essentiels sans avoir à changer des habitudes alimentaires acquises de longue date.

Les tentatives visant à identifier de nouveaux composés présentant des propriétés à valeur santé ajoutée se poursuivent et devraient conduire à des régimes plus sains dans le futur. Parallèlement, de nombreuses questions sur la fonctionnalité alimentaire demeurent encore sans réponse. Par exemple, l'on sait peu de choses sur l'action de différents phytochimiques dans l'organisme: la biodisponibilité, le métabolisme et l'éventualité d'un dosage aux effets connexes indésirables sont des questions importantes nécessitant une étude approfondie. De plus, certains effets peuvent être dus à une interaction et ne pas être causés par un composant seul. L'élucidation progressive du rôle de ces phytonutriments confirmera les recommandations actuelles en faveur d'un mode de vie plus sain comprenant un régime varié, un apport énergétique équilibré et un exercice quotidien comme facteurs les plus importants.

III- Approche toxicologique (conserver en toute sécurité)

De façon complémentaire aux efforts de la sélection visant à supprimer ou à introduire des caractéristiques au cœur de l'aliment, de nouvelles techniques et méthodes d'amélioration des plantes permettent de préserver les nutriments intéressants. De ce fait, l'immense progrès technologique de la transformation alimentaire est particulièrement évident dans le champ des normes de qualité et de sécurité.

Aujourd'hui, de nombreuses firmes agro-alimentaires opèrent au niveau international depuis l'achat des matières premières, ou des ingrédients alimentaires jusqu'à la commercialisation. Les exigences en termes de sécurité alimentaire sont d'égale importance tout au long de l'ensemble de la chaîne de production alimentaire. De la récolte des matières premières au stockage à domicile des produits alimentaires transformés, la principale préoccupation est d'empêcher la prolifération des organismes indésirables qui rendent les aliments impropres à la consommation. Satisfaire aux normes de sécurité tout en maintenant la qualité organoleptique des aliments représente un challenge que seuls les efforts d'une technologie sophistiquée sont à même de relever.

1- Les composés antinutritionnels

Les biotechnologies végétales modernes sont employées pour développer de nouvelles variétés à teneur réduite en constituants indésirables. Certains aliments peuvent générer des problèmes chez les personnes présentant des allergies alimentaires. Toutefois, des végétaux hypoallergéniques ne peuvent être produits qu'à la condition préalable d'avoir identifié les protéines allergeo-inductrices (allergènes). Le génie génétique est utilisé pour produire des allergènes en quantités suffisantes, aux fins d'analyses scientifiques, et la biologie moléculaire moderne et la médecine nous ont beaucoup appris sur leurs propriétés. Par exemple, nous savons qu'ils peuvent survivre pendant longtemps dans le milieu hostile du parcours digestif. La suppression d'allergènes pose encore des contraintes technologiques, mais il s'agit sans doute de l'une des perspectives de développement les plus prometteuses en matière de

biotechnologie végétale. Les scientifiques ont créé de nouvelles variétés de riz appauvries en protéines allergéniques. L'objectif est de produire des variétés qui ne contiennent aucun des allergènes prédominants et qui conviennent ainsi aux consommateurs les plus sensibles. Pertinemment adaptées, des variétés de blé, de riz ou d'orge pourraient aussi être bénéfiques aux personnes souffrant de maladie coéliqua (troubles de l'absorption intestinale).

Tableau IV. Composants antinutritionnels dans les végétaux

Récolte	Composé à supprimer	Effets du composé	Voie de suppression
Manioc	Cyanide	Fortement toxique	Procédé thermique, génie génétique
Cacahuète, graines de légumineuses, certains légumes	Protéine allergénique	Allergies alimentaires	A ce jour impossible, hydrolyses de protéines seulement ou réduction de la teneur par sélection variétale classique et par génie génétique. Futur : génie génétique ?
Pommes de terre	Chaconine, solanine	Fortement toxique	Cuisson, sélection classique
Légumes à gousse	Lectines	Toxique	Cuisson (destruction), génie génétique (prévention de la formation)
Blé, riz, avoine	Gluten	Maladie coéliqua	A ce jour impossible, seulement réduction de la teneur par sélection classique.

2- Les micro-organismes indésirables

Les micro-organismes indésirables tels que la Listéria, la Salmonelle, le Clostridium ou les Escherichia coli, nécessitent pour se développer, de l'humidité, des valeurs de pH neutre, de faibles concentrations de sel et de sucre, et des températures modérées. Des travaux ont été entrepris afin de prévenir la prolifération de ces micro-organismes. Par exemple par combinaisons variées de traitements thermiques et acides, addition d'anti-microbiens, vibrations d'amplitude magnétique ou conception assistée par ordinateur d'équipements faciles à nettoyer. Comme la chaleur est susceptible de détruire des ingrédients alimentaires fragiles, tels les vitamines, le traitement thermique moderne des aliments implique de très brèves émissions de chaleur, entrecoupées de phases de refroidissement. Une autre voie permettant de combattre la prolifération microbienne réside dans l'extraction de l'eau, par séchage industriel des fruits au moyen de micro-ondes ou par atomisation du lait. Le séchage par micro-ondes offre l'avantage de températures relativement douces combinées avec la réduction de niveaux d'humidité préexistants, résultat obtenu tout en préservant les nutriments et parfums intéressants.

La filtration d'air, le conditionnement aseptique et les atmosphères modifiées sont des procédés utilisés pour limiter l'altération des aliments mais la congélation joue encore un rôle

clef. D'ailleurs, les recherches actuelles concentrent leurs efforts sur les modifications des nutriments et textures des denrées alimentaires pendant leur stockage au froid, notamment en vue d'optimiser les procédés de congélation et la composition des produits. Un autre développement récent consiste en l'application de la pasteurisation à haute pression aux produits à base de fruits. Cette méthode augmentera la durée de conservation des produits tout en préservant leur contenu nutritionnel, leurs arômes et leurs couleurs. L'irradiation par rayons ultraviolets lors du traitement industriel de l'eau est une méthode de désinfection de plus en plus couramment employée. Au nombre des techniques récemment développées figure encore l'usage de molécules circulaires de glucides. De tailles variées, elles sont dotées d'une gamme complète d'applications (cyclodextrines), par exemple capturer et détruire certains micro-organismes dans les produits alimentaires comme les espèces de *Listéria*. Jusqu'à ce que nous prélevions notre nourriture sur les rayonnages des magasins, des méthodes modernes de détection sensible accompagnent le processus de fabrication industrielle afin de garantir une haute qualité alimentaire.

Tableau V. Traitement antimicrobiens de conservation des aliments

Technologie	Utilisée pour	Mode d'action
Faisceaux électroniques	Sécurité alimentaire	Pasteurisation
Champs électriques pulsés	Sécurité alimentaire	Destruction des micro-organismes, conservation des vitamines, etc.
Réaction de polymérase de chaîne (PCR)	Qualité, sécurité alimentaire	Traçabilité alimentaire, composition, détection et identification des agents pathogènes
Ionisation (prochainement)	Sécurité alimentaire	Destruction des micro-organismes dangereux dans les épices, les volailles et la viande
Sélection variétale (classique et par génie génétique)	Sécurité alimentaire, qualité	Modification ou transfert de gènes (distincts) responsables de caractères définis
Ultra sons	Préparation d'émulsions	Mélange extrêmement fin des alliances eau-huile donnant un produit crémeux
Imagerie par résonance magnétique	Sécurité alimentaire	Production d'images thermiques des aliments pour contrôler la déshydratation ou les traitements thermiques chauds ou froids
Fixation moléculaire des polymères	Qualité alimentaire, sécurité alimentaire	Capture des molécules indésirables/des bactéries; libération progressive des composés aromatiques, séparation des molécules désirées des matières premières
Robots	Sécurité alimentaire	Traitement, entreposage, conditionnement aseptique
Catalyses enzymatiques	Sécurité alimentaire	Production d'arômes et ingrédients. Destruction des bactéries, division ou métabolisation de certains composés en substances désirées (ex.: parfum de beurre ou de fromage, protéines aromatiques)

IV- Transformation des Aliments

1- Introduction

Nous transformons tous des aliments lorsque nous préparons les repas pour nous-mêmes et notre famille et quasiment tous les aliments subissent une transformation avant d'être prêts à consommer. Certains aliments sont dangereux s'ils sont mangés sans être correctement transformés au préalable. La définition la plus élémentaire de la transformation alimentaire est « une chaîne d'opérations visant à rendre les denrées alimentaires brutes propres à la consommation, la cuisson ou le stockage ». La transformation des aliments englobe toute action transformant ou convertissant des matières végétales ou animales brutes en produits

alimentaires sûrs, mangeables et plus savoureux. Dans la fabrication alimentaire à grande échelle, la transformation implique l'application de principes scientifiques et technologiques ralentissant ou freinant les processus naturels de décomposition en vue de la conservation des aliments. Elle permet aussi de modifier la qualité gustative des aliments d'une manière prévisible et maîtrisée. La transformation s'appuie également sur le potentiel créatif de l'entreprise de transformation pour transformer des matières premières brutes en aliments savoureux attractifs qui introduisent une diversité intéressante dans le régime alimentaire des consommateurs. Sans transformation, il serait impossible de satisfaire les besoins des populations urbaines modernes et le choix d'aliments serait limité par les saisons.

Le terme « aliments transformés » est souvent teinté d'une connotation négative, qui laisserait penser que les aliments transformés sont de qualité inférieure dans une certaine mesure aux aliments non transformés. Il est toutefois important de garder à l'esprit que la transformation des aliments est utilisée depuis la nuit des temps afin de conserver les aliments, ou tout simplement de les rendre comestibles. La transformation peut améliorer, mais aussi dégrader, la valeur nutritionnelle des aliments, quelquefois les deux à la fois. Elle permet également de conserver les nutriments qui auraient autrement été perdus pendant le stockage. Par exemple, les haricots crus ne sont pas comestibles et le simple fait de les chauffer (de les bouillir) les rend comestibles en détruisant ou en désactivant les facteurs antinutritionnels qu'ils contiennent. Le fait de faire bouillir les légumes mène certes à une perte de vitamine C, mais il permet dans le même temps de libérer certains composés bioactifs bénéfiques tels que la bêta-carotène dans les carottes, qui serait moins disponible lors de la digestion car la chaleur détruit les parois cellulaires de la plante.

2- Historique

Depuis des siècles, les aromates ont une fonction utile pour divers aliments. Ainsi, nos ancêtres utilisaient le sel pour conserver la viande et le poisson, ajoutaient des herbes et des épices pour améliorer le goût de la nourriture, conservaient les fruits dans du sucre et plaçaient les légumes en saumure dans une solution à base de vinaigre. À l'heure actuelle, les consommateurs réclament et apprécient des aliments nutritifs, sûrs, pratiques et variés. Les méthodes de transformation (par ex., les additifs alimentaires et les avancées technologiques) rendent tout cela possible. Les additifs servent à une fin particulière, que ce soit pour garantir la sécurité alimentaire, pour augmenter la valeur nutritionnelle ou pour améliorer la qualité des aliments. Ils jouent un rôle important dans la préservation de la fraîcheur, de la sûreté, du goût, de l'aspect et de la texture des aliments. Par exemple, les antioxydants empêchent les graisses et huiles de rancir, alors que les émulsifiants empêchent le beurre d'arachide de se scinder en deux parties : solide et liquide. Les additifs alimentaires retardent la formation de moisissure dans le pain et « gélifient » la confiture pour qu'elle s'étale plus facilement.

Les êtres humains transforment les aliments depuis plusieurs siècles. Les techniques traditionnelles les plus anciennes étaient le séchage au soleil, la salaison de la viande et du poisson ou la conservation des fruits dans du sucre (l'équivalent de nos confitures). Ces différents processus reposent sur le principe que la réduction de la quantité d'eau dans le produit augmente sa durée de conservation. Plus récemment, les innovations technologiques dans le domaine de la transformation ont permis de diversifier considérablement l'offre que

nous trouvons actuellement dans les rayons de nos supermarchés. En outre, la transformation permet aux fabricants de proposer des produits améliorés sur le plan nutritif (les « aliments fonctionnels »), auxquels des ingrédients ont été ajoutés pour offrir des avantages pour la santé qui dépassent la simple nutrition.

Tableau VI. Développement chronologique des techniques de transformation des aliments

<i>Transformation traditionnelle</i>	<i>Procédés plus récents (à partir de 1900)</i>	<i>Techniques modernes (après 1960)</i>
Mise en conserve Fermentation Congélation	Cuisson-extrusion	Lyophilisation
Séchage à l'étuve	Congélation et réfrigération Pasteurisation	Traitement par lumière pulsée
Mise en saumure	Stérilisation	Irradiation
Salaison	Ultra Haute Température (UHT)	Champs magnétiques
Fumage		Traitement par micro-ondes
Séchage au soleil		Conditionnement sous atmosphère modifiée
		Chauffage ohmique
		Champs électriques pulsés
		Traitement thermique par atomisation
		Ultra-sonificatio

3- Différents traitements de transformation des aliments

3-1- Traitement pour améliorer mes micro-organismes favorables

Depuis des milliers d'années, de nombreux micro-organismes - incluant différents types de bactéries lactiques, certaines moisissures et levures -, ont été utilisés dans les préparations alimentaires. Par exemple dans la production de boissons (bière, cacao, café, thé, vin); de crème aigre, yaourts et fromages; de pains et spécialités boulangères ; de saucisses et de choucroutes. Les micro-organismes contribuent à la fois à la saveur et à la préservation des produits alimentaires, comme ils prennent part à l'éradication des germes prolifères indésirables. Toutefois, certaines de ces bactéries bénéfiques sont sensibles aux infections virales qui peuvent causer des pertes substantielles de production. En conséquence, les scientifiques travaillent à la création de nouvelles souches résistantes aux virus; d'autres œuvrent à la mise au point de substances nommées « bactéricines» qui puissent, en particulier, inhiber la multiplication des micro-organismes indésirables. Ces micro-organismes génétiquement modifiés pourraient jouer un rôle dans l'augmentation de la sécurité et de la

qualité des aliments, et contribuer à générer davantage d'améliorations relatives aux aspects économiques et écologiques de la production alimentaire.

3-2- Traitement pour améliorer le goût

La plupart d'entre nous considèrent la sécurité alimentaire comme normale, la tenant pour tacitement admise, et prêtent, de loin, bien plus d'attention aux aspects organoleptiques et pratiques de leur alimentation. Pourtant, à plus d'un égard et de façon sous-jacente, les attentes technologiques sont importantes. Les méthodes de transformation des aliments se perfectionnent et augmentent constamment en vue d'approvisionner le marché de denrées alimentaires plaisantes et commodes à l'emploi vis-à-vis desquelles la demande va croissant. La recherche, chez les fabricants, suit les tendances des consommateurs. Ainsi des efforts sont entrepris pour mesurer l'impact des techniques de préparations alimentaires sur la qualité sensorielle. La taille des particules des ingrédients en poudre détermine si nous percevons une texture comme grumeleuse ou crémeuse. Ceci est important, par exemple, dans le cas des substituts de graisses à base de glucides. La déshydratation par atomisation ou des sécheurs industriels de haute précision sont utilisés pour régler la taille de la particule à quelques fractions de millimètres près. Par exemple, le son joue un rôle dans l'agrément que l'on prend à manger des chips. En l'occurrence, les chips doivent être suffisamment grosses pour ne pas pouvoir être entièrement introduites en bouche en une seule fois. A défaut de quoi nous n'entendrions pas le « crunch », autrement dit le croustillant qui contribue de façon essentielle à la sensation procurée par les chips.

Les techniques modernes de production et les biotechnologies végétales peuvent être employées pour conférer davantage de saveur aux fruits et légumes. Le goût des petits pois, des tomates comme de nombreux autres fruits et légumes s'améliore avec l'augmentation de la teneur en sucre. Des variétés de fraises, de framboises, d'ananas ou de bananes qui mûrissent lentement et demeurent fermes sont également en cours de développement. En ce qui concerne les produits de la viande, les scientifiques recherchent les causes de diminution du goût et de la texture (c. à d. les fibres de la viande) associée à la réduction désirée de la teneur en graisses. Des aliments qui soient à la fois pauvres en calories et riches en goût pourraient ainsi voir le jour.

Tableau VII. Exemples de nouvelles améliorations apportées sur certains aspects organoleptiques d'aliments

Aspect à améliorer	Aliment / ingrédient alimentaire	Objectif / technologie	Produits
Aspect organoleptique	Fruits (ex: fraises, ananas), légumes (ex: pois, tomates)	Augmentation de la teneur en sucre par génie génétique	Non commercialisés
Gout et saveur	Produits laitiers, boissons, confiseries	Développement de nouveaux arômes	Boissons énergisantes, yaourts
Texture, gout et saveur	Produits divers	Libération lente des arômes cyclodextrines	Produits laitiers notamment
Onctuosité (sensation en bouche)	Remplacement des corps gras	Déshydratation par atomisation, broyage	Glaces, desserts allégés
Caractère croustillant	En-cas, biscuits	Composition de différents produits (enrichis en fibres), forme et taille des produits	Commercialisés en nombre (chips de pomme de terre, biscuits, céréales de petit-déjeuner)
Couleurs "fantaisie"	Boissons, confiseries	Composition produits (colorants alimentaires)	Commercialisés en nombre (boissons, bonbons, glaces, décors)

3-3- Traitements de conservation

A Traitements traditionnelles

➤ Chauffage

La température de l'aliment est amenée à un niveau qui permet d'inhiber le développement de bactéries, de désactiver les enzymes ou même de détruire des bactéries viables. Les méthodes de cuisson humides classiques sont le blanchiment, l'ébullition, la cuisson à la vapeur et à pression. Les méthodes de cuisson sèche sont la cuisson au four, la friture et le rôtissage. Dans les techniques plus récentes, la chaleur est appliquée par radiation électromagnétique, par exemple les micro-ondes.

Les techniques à Ultra Haute Température (UHT) sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire. Elles consistent à chauffer l'aliment à ≥ 135 °C pendant au moins une seconde, puis à le refroidir brusquement afin de détruire tous les microorganismes.

La pasteurisation consiste à chauffer l'aliment à au moins 72 °C pendant au moins 15 secondes afin d'éliminer la plupart des agents pathogènes transmis par la nourriture, puis à le refroidir rapidement à 5 °C.

➤ Refroidissement

La température de l'aliment est réduite de manière à ralentir sa détérioration, soit en retardant le développement bactérien, soit en désactivant les enzymes provoquant leur dégradation. Les méthodes de refroidissement classiques sont la réfrigération, à des températures avoisinant 5 °C, et la congélation, avec des températures inférieures à -18 °C (inférieures à -196 °C dans les congélateurs commerciaux). Plus la température est basse, plus les aliments peuvent être stockés en toute sécurité. Cependant, les changements importants de température sur des périodes prolongées peuvent entraîner des pertes de nutriments et une décomposition des structures des aliments qui provoquent une réduction importante de la nature et de la valeur nutritionnelle de l'aliment.

➤ Séchage

En séchant, le contenu en eau des aliments végétaux est réduit à un niveau tel que les réactions biologiques (telles que l'activité enzymatique et la croissance microbienne) sont inhibées, et la probabilité d'une détérioration de l'aliment est ainsi réduite. Le séchage peut prendre la forme d'une lyophilisation (par ex. les herbes et le café), d'un traitement thermique par atomisation (par ex. le lait en poudre), d'un séchage au soleil (par ex. tomates, abricots) ou d'un séchage en tunnel (par ex. légumes en morceaux).

➤ Additifs alimentaires

L'adjonction de sucre ou de sel aux aliments est utilisée depuis la nuit des temps comme méthode de conservation de la nourriture. Elle repose sur le principe que les additifs réduisent l'activité de l'eau des aliments conservés, ce qui empêche le développement des organismes responsables de leur détérioration. Il est également possible de ralentir ou de freiner le développement de certains microorganismes et de les tuer en modifiant le pH de la nourriture (par ex. en ajoutant un acide comme le vinaigre pour la saumure).

Le nombre d'additifs utilisés a augmenté avec l'importance croissante de la transformation des aliments dans notre chaîne alimentaire depuis le XIXe siècle. Les additifs peuvent être naturels, identiques aux naturels, ou artificiels. Tous les additifs contenus dans les aliments transformés doivent être autorisés par l'organisme de réglementation national chargé de la sécurité alimentaire dans chaque pays. La quantité et les types d'additifs contenus dans les aliments sont strictement limités et tout additif doit figurer sur la liste des ingrédients figurant sur l'emballage. En Europe, les additifs autorisés portent le préfixe « E » d'Europe, par ex. E330 correspond à l'acide citrique. L'acide citrique fut isolé pour la première fois en 1784 par le chimiste suédois Carl Wilhelm Scheele, qui le cristallisa à partir de jus de citron.

B) Nouvelles technologies

Nombre des méthodes traditionnelles de conservation entraînent des pertes inévitables de niveaux de nutriments et peuvent avoir des conséquences négatives sur la nature du produit lors de la transformation. Les technologies récentes, souvent qualifiées de « traitements minimaux », visent à produire des aliments sûrs, d'une qualité nutritionnelle supérieure, et dotés de qualités organoleptiques et de conservation élevées. Chaque nouveau procédé est testé en profondeur afin de s'assurer que ses effets sur la valeur nutritionnelle sont totalement mesurés.

➤ Traitement aux micro-ondes

Le traitement aux micro-ondes consiste en un chauffage par radiation, par opposition aux techniques plus classiques de chauffage par convection ou par conduction. Les micro-ondes sont transmises efficacement dans l'eau mais pas par le plastique ni le verre, elles sont réfléchies par les métaux. C'est l'oscillation des molécules d'eau dans la nourriture qui entraîne son réchauffement. L'eau n'étant généralement pas répartie équitablement dans un aliment, il est indispensable de remuer de temps en temps pour assurer un chauffage uniforme et une manipulation sûre de l'aliment. La cuisson par micro-ondes est une méthode rapide, qui nécessite un ajout réduit d'eau et entraîne par conséquent une perte de nutriments moindre que d'autres formes de cuisson.

➤ Préparation/stockage/conditionnement sous atmosphère modifiée

La préparation en atmosphère modifiée peut être définie comme « l'emballage de produits alimentaires sous film étanche aux gaz dans lequel l'environnement gazeux est modifié ». L'atmosphère dans laquelle les aliments sont préparés, conditionnés ou stockés subit des modifications contrôlées destinées à inhiber le développement de bactéries. Les gaz employés sont généralement l'oxygène, le gaz carbonique et l'azote. Ce type de conditionnement peut se faire sous vide ou par l'introduction d'un gaz pendant l'emballage. Une évolution récente de ce procédé consiste à adopter un conditionnement actif, dans lequel l'atmosphère change en permanence pendant la durée de conservation du produit. Des films absorbant l'oxygène ou émettant du gaz carbonique par exemple peuvent être utilisés. La réduction des niveaux d'oxygène et l'augmentation du gaz carbonique inhibent la croissance microbienne.

La viande, le poisson et le fromage sont autant de produits qui « ne respirent pas » et qui nécessitent des films très peu perméables aux gaz pour conserver le mélange initial de gaz dans l'emballage. En outre, l'interaction du film de conditionnement avec le produit est importante pour les produits « qui respirent », tels que les fruits et les légumes. Il est possible d'adapter la perméabilité au gaz du film d'emballage à la respiration du produit, de manière que l'équilibre du mélange gazeux se fasse dans le conditionnement et que la durée de conservation du produit soit allongée.

➤ Irradiation

Le traitement par rayonnement ionisant est un type particulier de transfert d'énergie au cours duquel la quantité d'énergie transférée est suffisamment élevée pour provoquer l'ionisation. Il permet d'agir sur les processus biologiques et de les interrompre afin d'augmenter la durée de conservation des produits frais. Il peut également servir à stériliser les matériaux d'emballage. Les effets biologiques bénéfiques de l'irradiation sont l'inhibition de la germination, le retardement du mûrissement et l'élimination des insectes. Sur le plan microbiologique, l'irradiation supprime les microorganismes pathogènes et ceux qui entraînent la détérioration. Le principal avantage de l'irradiation est qu'elle passe dans les aliments, tue les microorganismes, mais puisqu'elle ne chauffe pas la nourriture, elle n'a qu'un effet marginal sur la composition nutritionnelle. Les protéines et les glucides peuvent être décomposés dans une certaine mesure, mais leur valeur nutritionnelle en est peu affectée.

La réglementation européenne en matière d'alimentation (1999/2/EC et 1999/3/EC) stipule que le traitement à radiation ionisante d'un aliment est autorisé uniquement si:

- le besoin technologique est raisonnable ;
- Il ne présente aucun danger pour la santé ;
- Il est bénéfique pour les consommateurs ;
- Il n'est pas utilisé en remplacement des pratiques liées à l'hygiène et à la santé ou des bonnes pratiques de fabrication ou agricoles.

Dans le respect de la réglementation européenne, il doit être indiqué clairement sur l'étiquette qu'un aliment est irradié ou qu'il contient des ingrédients irradiés.

➤ Chauffage ohmique

Il s'agit d'un traitement thermique au cours duquel la chaleur est générée en interne par le passage en alternance de courants électriques dans l'aliment, lequel agit comme une résistance électrique. Ce procédé est également connu sous le nom de « chauffage par résistance », ou de « chauffage direct par résistance ». Il ne s'appuie pas sur le transfert d'énergie par des particules d'eau et il constitue par conséquent un développement important pour chauffer efficacement les aliments à faible teneur en eau et en particules. C'est une méthode à haute température et de courte durée (HTST) qui limite les possibilités de surtraitement à haute température et les éventuelles pertes de nutriments associées. Un autre avantage du chauffage ohmique est qu'il respecte la structure délicate de certains aliments, comme les fraises.

➤ Ultra haute pression

La technologie de la haute pression soumet les aliments à des pressions de l'ordre de 100 à 1 000 mégapascal, généralement pendant 5 à 20 minutes. Elle permet l'inactivation des microorganismes, la modification des biopolymères provoquant par exemple la formation de gel et la conservation de caractéristiques telles que la couleur, la saveur et les nutriments. Elle possède la capacité unique d'agir directement sur les liaisons non covalentes (comme les liaisons hydrogènes, ioniques et hydrophobiques) sans impact sur les liaisons covalentes, sans

recourir à la chaleur. En conséquence, elle permet de conserver les vitamines, pigments et les composants de saveur tout en inactivant les microorganismes ou les enzymes qui pourraient avoir un effet négatif sur la fonctionnalité de la nourriture en raison de la détérioration des aliments.

➤ Impulsions lumineuses

Cette méthode recourt à des éclats intermittents de lumière blanche (20 % d'UV, 50 % de visibles et 30 % d'infrarouges) avec une intensité déclarée équivalente à 20 000 fois celle du soleil à la surface de la Terre. La fréquence standard des pulsations est de un à vingt éclairs par seconde. Celles-ci réduisent fortement la surface des microorganismes lorsqu'elles sont appliquées à la viande, au poisson et aux produits de boulangerie. Cette technique, idéale pour la décontamination de la surface des matériaux d'emballage, fonctionne mieux sur des surfaces lisses, exemptes de poussière.

➤ Champs électriques pulsés

Ce procédé implique l'application de courtes pulsations répétées d'un champ électrique à haute tension (10 à 50 kV/cm) sur un fluide pompable circulant entre deux électrodes. Il ne fait pas appel à l'électricité pour produire de la chaleur, mais il inactive les microorganismes en brisant la paroi et les membranes des cellules exposées à des pulsations à haute tension. Cette technique est principalement utilisée dans le cas de produits réfrigérés ou à température ambiante. Étant appliquée pendant une seconde ou moins, elle n'entraîne pas le chauffage du produit. C'est pourquoi elle présente des avantages sur le plan nutritionnel par rapport aux procédés thermiques classiques qui détériorent les nutriments sensibles à la chaleur.

4- Effets de la transformation sur la qualité nutritionnelle des aliments

La transformation des aliments peut entraîner une amélioration, ou une détérioration, de leur valeur nutritionnelle. Les procédés de préparation simples dans la cuisine domestique mènent inévitablement à une dégradation des cellules des aliments végétaux, qui entraîne une dissolution des vitamines et minéraux essentiels. Cependant, si nous prenons garde à la façon dont nous transformons les aliments et que nous sélectionnons une nourriture transformée diversifiée, celle-ci peut jouer un rôle important dans un régime nourrissant et équilibré. À la différence de l'environnement domestique, les fabricants ont à leur disposition des méthodes de transformation rapides qui entraînent un minimum de pertes de nutriments. De plus, les procédés auxquels ils ont recours leur permettent de libérer des nutriments positifs (tels que la lycopène lors de la cuisson des tomates) ou d'éliminer les composants inquiétants (comme les lectines des légumineuses).

4-1- Sur les vitamines et minéraux

Les vitamines sont au nombre de 13 et sont indispensables pour l'organisme en petites quantités. Quatre sont solubles dans la graisse (A, D, E et K), les neuf autres dans l'eau (vitamines des groupes C et B). Aucun aliment ne contenant toutes les vitamines à la fois, un régime équilibré et varié est indispensable pour un apport adéquat. La transformation affecte les différentes vitamines de diverses manières. Par exemple, les vitamines solubles dans l'eau

ont tendance à être plus sensibles à la transformation et sont souvent partiellement perdues lors des traitements thermiques. Cependant les nouveaux procédés « non thermiques » tels que le chauffage ohmique ou le traitement à ultra haute pression permettent de préserver les vitamines, car ils soumettent les aliments à des températures moindres (si elles sont utilisées) et les procédés sont courts. Dans certains cas, les aliments transformés contiennent plus de vitamines que les produits frais. Par exemple, les légumes surgelés quelques heures après leur cueillette ont une teneur supérieure en vitamine C à celles des légumes frais, car une quantité plus importante de vitamine C est perdue au cours d'une conservation au réfrigérateur qu'au congélateur. Les minéraux sont des éléments inorganiques dont notre organisme a besoin en petites quantités, généralement présents en quantités suffisantes dans un régime varié classique. La transformation peut avoir d'importants effets bénéfiques sur la teneur en minéraux des aliments. Par exemple, les phytates contenus dans les céréales complètes inhibent l'absorption de fer et de zinc mais au cours de la fermentation sont produits des enzymes qui dégradent les phytates et augmentent l'apport en fer et en zinc dans la pâte. Divers aliments sont désormais enrichis de vitamines et minéraux en guise de mesure de santé publique. Les céréales pour petit-déjeuner prêtes à consommer contiennent souvent du fer ajouté. Elles sont ainsi devenues l'une des principales sources de fer dans le régime des jeunes femmes, car leur consommation de viande rouge a chuté (celle-ci contient naturellement des quantités élevées de fer facilement absorbé). La carence en fer est l'un des manques de nutriments les plus importants en Europe, qui concerne jusqu'à 30 % des jeunes femmes. Les céréales pour petit-déjeuner et les farines sont additionnées dans certains pays d'acide folique, afin d'augmenter l'apport de folate chez les femmes en âge de procréer. Il est en effet reconnu que le manque de folate au cours de la grossesse augmente le risque de malformation du tube neural (spina bifida) du fœtus.

4-2- Sur les glucides et fibres

En ce qui concerne les mono et les oligosaccharides, la dégradation qui se produit à des températures jusqu'à celle utilisée dans le traitement UHT est faible, mais plusieurs réactions peuvent avoir un impact sur la qualité nutritionnelle. Par exemple, certains sucres peuvent voir leur structure moléculaire modifiée pendant le chauffage, ce qui peut affecter leur digestibilité. Cela peut être avantageux pour diminuer la présence d'oligosaccharides indigestibles (comme le stachyose ou le raffinose présent dans les légumineuses et certains autres aliments) qui entraînent une flatulence en cas de consommation importante.

Une étude approfondie est en cours pour connaître les effets de la transformation sur la solubilité et la digestibilité de certaines fibres et amidons comme l'amidon résistant. Une faible digestibilité peut s'avérer avantageuse car il a été démontré que les glucides à libération lente peuvent réduire l'augmentation des taux de sucre et d'insuline dans le sang consécutive à un repas. Ces taux excessifs sont associés au développement d'une résistance à l'insuline, précurseur du diabète de type II. Il a été démontré que la cuisson-extrusion augmente la « solubilité » des fibres. Les fibres solubles telles que le β -glucane peuvent réduire les niveaux de cholestérol, diminuant ainsi le risque de maladies cardiovasculaires.

4-3- Sur les matières grasses et protéines

La plupart des graisses sont relativement stables lors de leur transformation. Cependant, les acides gras non saturés sont enclins à s'oxyder et à rancir pendant leur stockage. Le conditionnement en atmosphère modifiée, le conditionnement additionné d'antioxydants et le conditionnement aseptique peuvent augmenter considérablement la durée de stockage, et réduire ces préoccupations.

Les protéines sont généralement dénaturées à des températures élevées, ce qui peut avoir un impact négatif sur la structure des aliments. Cela peut toutefois s'avérer avantageux sur le plan nutritionnel en raison de l'augmentation de la digestibilité des protéines. De nouvelles recherches passionnantes montrent également que les méthodes plus récentes de transformation des aliments, telles que la haute pression, l'application de champs électriques ou l'irradiation peuvent avoir une incidence sur les allergènes alimentaires. La destruction de protéines antinutritionnelles telles que l'avidine dans les œufs crus est bénéfique pendant la transformation car elle permet l'absorption de nutriments autrement liés. En effet, l'avidine se lie fortement à la biotine dans les œufs crus et, se faisant, bloque l'absorption de cette vitamine B. La liaison est éliminée lorsque l'avidine est dénaturée par le chauffage.

5- Principaux avantages des aliments transformés

5-1- Appétibilité et améliorations sensorielles

Pratiquement tous les aliments subissent une transformation avant d'être prêts pour la consommation. Cela peut se résumer simplement à peler une banane ou à faire bouillir une pomme de terre. Les produits tels que le blé nécessitent toutefois un traitement élaboré avant de devenir appétissants. Dans un premier temps, le grain est récolté, l'enveloppe, la tige, les saletés et les débris sont éliminés. Le grain nettoyé est ensuite généralement cuit ou broyé en farine, puis souvent transformé en un autre produit, comme le pain ou les pâtes. La qualité organoleptique de certains aliments est directement améliorée par les techniques de transformation. Par exemple, les haricots cuisinés tirent leur texture crémeuse du traitement thermique appliqué lors de la mise en conserve. Les produits extrudés et soufflés comme les céréales pour petit-déjeuner ou les chips seraient quasiment impossibles à produire sans équipement de transformation des aliments moderne à grande échelle.

5-2- Qualité nutritionnelle préservée et améliorée

Les procédés tels que la congélation préservent les nutriments présents naturellement dans les aliments. D'autres techniques, comme la cuisson, peuvent quelquefois augmenter la valeur nutritionnelle en rendant les nutriments plus disponibles. Par exemple, la cuisson et la mise en conserve de tomates pour en faire du concentré rend le lycopène, composé bioactif, plus disponible pour l'organisme. Lorsqu'elle est menée avec soin, la transformation du cacao et du chocolat préserve les niveaux de flavonoïdes comme l'épicatéchine et les catéchines. Leur teneur peut cependant être réduite dans des conditions de transformation médiocres. Le lycopène et les flavonoïdes ont des propriétés antioxydantes qui, selon certaines études, contribuent à une bonne santé cardiaque et à la réduction du risque de contracter certains cancers. Les chercheurs étudient actuellement la possibilité de manipuler la digestibilité des nutriments par la transformation, en vue de créer des aliments à apport nutritif élevé. Il

semble, par exemple, que l'homogénéisation du lait peut réduire la taille des gouttelettes de graisse, les caséines et certaines protéines de lactosérum. Cela conférerait une meilleure digestibilité que le lait non traité. De précédentes études montrent que la manipulation de la structure des triglycérides (squelettes de base des graisses) peut également avoir une incidence sur la digestibilité des graisses, ce qui réduirait le risque de maladie cardiovasculaire après leur ingestion.

5-3- Sécurité

De nombreuses techniques de transformation garantissent la sécurité des aliments en réduisant le nombre de bactéries pouvant entraîner des maladies (par ex. la pasteurisation du lait). Le séchage, la saumure et la fumaison réduisent l'activité de l'eau (l'eau disponible pour la croissance bactérienne) et modifient le pH des aliments, restreignant la multiplication des microorganismes pathogènes et d'altération et retardant les réactions enzymatiques. D'autres techniques telles que la mise en conserve, la pasteurisation et le traitement UHT détruisent les bactéries grâce à la chaleur.

Un autre avantage de la transformation est la destruction des facteurs antinutritionnels. Par exemple, la cuisson détruit les antiprotéases comme l'inhibiteur de la trypsine que l'on trouve dans les pois, les haricots ou les pommes de terre. Il s'agit de petites protéines globulaires qui inhibent l'action des enzymes digestives humaines, la trypsine et la chymotrypsine, indispensables à la dissolution des protéines alimentaires. Si elles sont présentes dans les aliments, elles peuvent en réduire la valeur nutritionnelle. Il a été démontré que, à fortes doses, elles sont toxiques sur l'animal et certaines études montrent des résultats similaires chez l'homme. Une cuisson prolongée détruit également les lectines nocives présentes dans les légumineuses telles que les haricots rouges. Celles-ci provoquent l'agglutination des globules rouges et, si elles ne sont pas détruites avant la consommation, entraînent des gastroentérites, nausées et vomissements sévères.

5-4- Conservation, commodité et choix

La transformation des aliments permet d'augmenter la durée de conservation des aliments (aliments périssables tels que viande, lait et produits dérivés). Le conditionnement en atmosphère modifiée permet de garder plus longtemps des fruits et légumes à la maison, ce qui diminue la fréquence d'achat de produits frais et réduit le pourcentage de perte. Des méthodes sophistiquées de stockage et de conditionnement augmentent la commodité pour le consommateur. La transformation nous permet de bénéficier d'un régime varié, adapté au rythme et à la pression de notre société moderne. Les gens voyagent de plus en plus à l'étranger pendant leurs vacances et découvrent un plus grand choix de saveurs et de types d'aliments. Les individus changent également leurs habitudes et nombre d'entre eux choisissent de ne pas cuisiner les aliments intégralement. Afin de répondre aux attentes de leurs clients, les fabricants produisent des aliments sophistiqués d'une qualité équivalente à celle d'un restaurant ou en provenance de pays éloignés, que nous pouvons cuisiner et déguster chez nous.

Les aliments du monde nord-africain proviennent de cinq récoltes principales : le riz, le blé, le maïs, l'orge et la pomme de terre. L'ensemble des caractéristiques auquel nous sommes

habituels provient de ces cinq aliments de base associés aux techniques modernes de transformation. Par conséquent, nous pouvons affirmer que nous sommes habitués à une diversité d'aliments produite à partir d'une gamme réduite d'espèces végétales. Cette transformation des matières premières brutes ne serait pas possible sans la technologie alimentaire moderne.

5-5- Réduction des inégalités et des inquiétudes sanitaires

Les études montrent que les personnes à faibles revenus ont une alimentation moins variée, ce qui se traduit par un apport réduit en nutriments et un équilibre nutritif moins bon. L'enrichissement de certains produits comme la farine, le pain et les céréales pour petit-déjeuner a réduit le nombre de personnes en Europe dont l'équilibre nutritif est médiocre. En outre, la préservation de nutriments grâce à des procédés comme la congélation permet à ceux qui n'ont pas accès à une telle diversité d'aliments d'augmenter leur équilibre nutritif à partir du choix d'aliments réduit à leur disposition.

Les maladies chroniques telles que les maladies cardiaques, l'obésité et le diabète peuvent être en partie gérées par des stratégies alimentaires. Les fabricants ont par conséquent appliqué les techniques de transformation des aliments pour proposer aux consommateurs des versions allégées en matières grasses, ou sans matières grasses, de nombreux aliments et repas. L'exemple le plus simple est la production de lait demi écrémé, dont la graisse est retirée lors de la transformation : la crème est écumée après centrifugation. Le taux de matière grasse des aliments peut également être réduit par l'adjonction d'eau ou d'autres ingrédients destinés à remplacer une partie de la graisse et à réduire la densité d'énergie. Les margarines à teneur réduite en graisse en sont un bon exemple. L'ajout d'eau donnant un produit plus périssable, les produits à teneur réduite en matière grasse peuvent contenir des stabilisants et conservateurs supplémentaires afin de conserver leur durée de vie et stabilité d'origine. Outre les produits allégés en matière grasse, la transformation des aliments permet désormais de produire des versions allégées en sel, en sucre et à teneur en fibres élevée de nombreux aliments, ce qui permet aux consommateurs de faire des choix alimentaires adaptés à leur état de santé.

5- Conclusion

Il est difficile de nos jours d'avoir un régime alimentaire basé uniquement sur des aliments frais, on transformés. La majeure partie des besoins alimentaires de notre famille est comblée par des produits transformés qui apportent de la variété à notre alimentation et ont un aspect pratique indéniable. Les aliments transformés permettent aux consommateurs de faire des courses moins fréquemment et de stocker une grande diversité d'aliments à partir desquels préparer des repas variés et nourrissants.