

Chapitre V : Effet de la transformation sur la qualité des aliments

I. Introduction

La qualité d'un aliment est le reflet de ses qualités alimentaires à proprement parler (qualités hygiénique, nutritionnelle et organoleptique) mais également de notions plus complexes qui mettent en jeu les relations de l'Homme avec son alimentation (qualités psychosociales, qualités d'usage et de service).

Les technologies appliquées à l'aliment, domestiques ou industrielles, ont comme objectif d'améliorer un ou plusieurs de ces facteurs sans en altérer les autres. Elles assurent la qualité et la stabilité hygiéniques, elles participent aussi au développement des caractéristiques organoleptiques (arômes, goût, couleur, texture). Concernant la qualité nutritionnelle, les effets sont variables selon les nutriments considérés et, si des traitements modérés produisent des effets positifs (augmentation de la digestibilité, destruction des facteurs antinutritionnels ou toxiques), les traitements plus intenses ou mal contrôlés peuvent conduire à une altération de la valeur nutritionnelle de l'aliment et à l'apparition de dérivés toxiques.

Les méthodes de cuisson des aliments ont évolué au cours des siècles et elles ont toujours été considérées comme des avancées technologiques permettant une plus grande offre alimentaire. Elles ont, entre autres, ouvert la voie à la consommation d'aliments végétaux qui, sans cuisson, auraient été non digestibles et parfois même toxiques. Elles sont aussi utilisées pour améliorer la qualité microbiologique des aliments, détruire différentes toxines et autres contaminants et, par conséquent, augmenter la sécurité sanitaire et la durée de conservation des denrées alimentaires. Enfin, les méthodes de cuisson ont largement contribué à améliorer la qualité organoleptique en générant la formation de saveurs et de textures communément appréciées. Bien que les bénéfices de la transformation culinaire soient nombreux et bien identifiés, il est évident que les traitements de cuisson et de conservation conduisent aussi parfois à une dégradation de la qualité nutritionnelle des aliments. Cela fait plusieurs décennies que les scientifiques étudient la question en évaluant les pertes nutritionnelles occasionnées par les procédés de transformation des aliments. Parmi les macronutriments, ce sont principalement les protéines et les lipides qui sont affectés par le traitement thermique. Certaines vitamines et certains minéraux subissent aussi des modifications au cours de la cuisson des aliments.

II. Influence des traitements technologiques sur la qualité nutritionnelle

II.1. Action sur les lipides

Les corps gras utilisés dans l'alimentation, qu'ils soient solides ou liquides, peuvent être dégradés soit par oxydation (rancissement des graisses), soit au cours du chauffage lorsqu'ils sont utilisés pour la cuisson des aliments (figure 1).

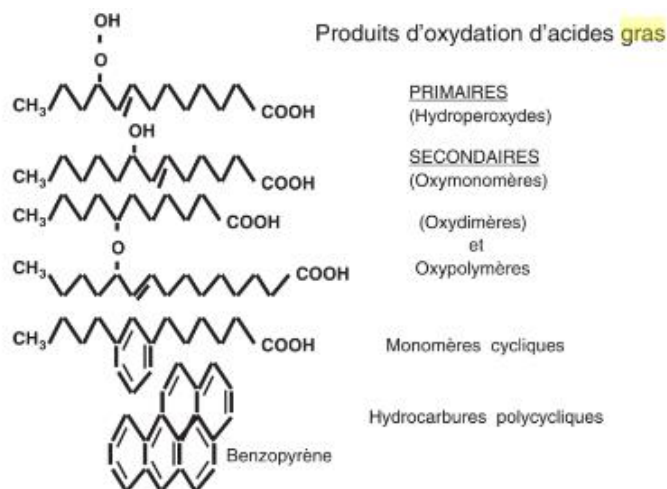


Figure 1: Composés d'oxydation qui apparaissent au cours du chauffage des acides gras contenus dans les aliments.

L'oxydation des lipides conduit à l'apparition d'espèces chimiques (aldéhydes ou cétones) volatiles qui confèrent au produit alimentaire qui a été oxydé une odeur rance et un goût désagréable (figure 2). Tous les produits alimentaires qui contiennent des lipides peuvent rancir, mais certains produits sont plus exposés que d'autres à ce phénomène en particulier les corps gras qui sont riches en acides gras poly-insaturés. Ce sont donc les huiles végétales, riches en acides linoléique (huile de tournesol, de maïs, de pépin de raisin) et en acide alpha-linolénique (huile de colza, de soja, de noix), qui sont les plus touchés par ce phénomène.

Les traitements thermiques subis par les lipides peuvent affecter significativement la qualité des lipides, on peut citer l'exemple des fritures où la température atteint facilement 180°C ce qui entraîne :

É Altération des acides gras présents dans l'aliment sous l'effet de la chaleur à savoir les acides linoléique (C18 :3) et linolénique (C18 :2) qui sont des acides gras indispensables au corps humain. Ainsi que la thermo-oxydation des vitamines et par conséquent, une perte importante en valeur nutritionnelle du produit.

ÉApparition de composés nouveaux :

- Composés volatiles responsables de l'odeur comme les cétones et aldéhydes formés lors du traitement thermique ;
- Radicaux libres caractérisés par une structure chimique instable et avide aux électrons d'où leurs dangers sur l'organisme humain (figure 2).

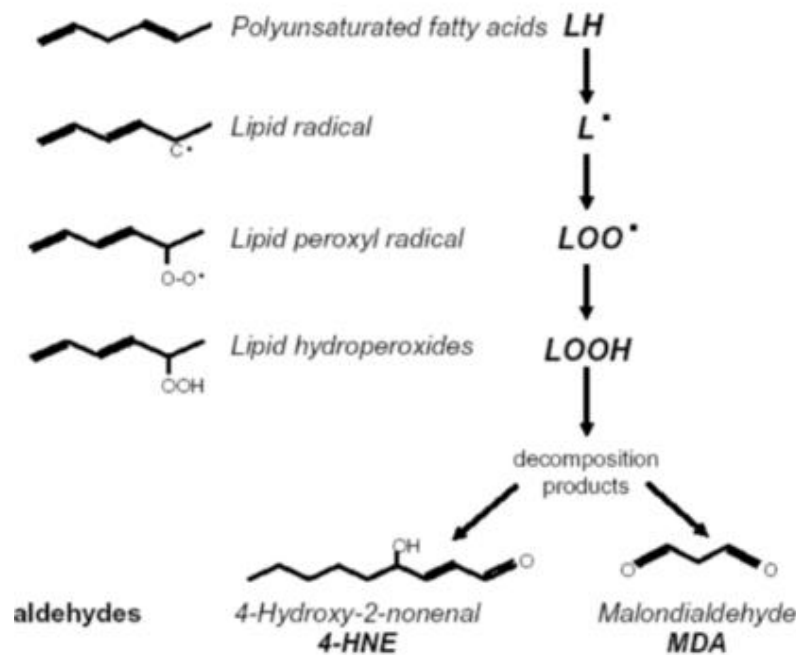


Figure 2: Produits d'oxydation des lipides.

II.2. Action sur les protéines

Généralement les aliments contenant des protéines subissent plusieurs traitements, mais les plus utilisés sont :

ÉLes traitements thermiques : Stérilisation, appertisation, pasteurisation.

ÉRéduction de la teneur en eau : Séchage, évaporation, salage, concentration.

Ces traitements peuvent influencer la qualité nutritionnelle de l'apport en protéines par dénaturation de celles-ci.

Quant à la digestibilité des protéines, elle est surtout modifiée par des changements de conformation, par la formation de ponts covalents, par isomérisation ou encore par des modifications des chaînes latérales des résidus d'acides aminés reconnus par les protéases comme sites d'hydrolyse ; ce qui réduit le taux d'absorption des protéines ou acides aminés ingérés.

Des approches *in vitro* ont révélé que la température de cuisson est l'un des principaux déterminants de la vitesse de digestion. Par rapport à la viande crue, la vitesse de digestion augmente avec une température de cuisson proche de 70°C. Cet effet s'explique par une dénaturation progressive de protéines, qui expose les sites de clivage pour les enzymes digestives, alors qu'à des températures supérieures des phénomènes d'oxydation conduisent à l'agrégation de protéines, masquant ainsi les sites de clivage. Bien qu'*in vivo* des facteurs de régulation (tels que les interactions avec les autres constituants alimentaires, les sécrétions enzymatiques, la vidange gastrique, etc.) soient susceptibles de contribuer à l'augmentation des acides aminés indispensables dans le plasma, les mêmes tendances que celles enregistrées *in vitro* ont été observées, à savoir une vitesse de digestion augmentée pour une température de cuisson autour de 70°C.

Les protéines sont considérées comme hautement réactives et principalement altérables par la réaction de Maillard (figure 3).

II.3. Action sur les glucides

Les sucres réducteurs réagissent avec les protéines au cours des traitements thermiques (brunissement non enzymatique) (figure 3) ; ce type de détérioration est surtout préjudiciable aux protéines.

La chaleur de combustion des glucides dépend de leur structure moléculaire. Pour le glucose, la chaleur de combustion est égale à 3,7 Kcal/g, 12% de moins environ que le glycogène (4,19 Kcal) et pour l'amidon (4,2 Kcal). Pour un gramme de glucide, la chaleur moyenne de combustion représente généralement 4,2 Kcal.

Les amidons crus sont peu digestibles, bien que l'amylase pancréatique puisse les hydrolyser. Leur digestibilité est nettement augmentée par la cuisson qui provoque une gélatinisation ; facilitant ensuite les dégradations enzymatiques dans l'intestin. Les amidons ne se comportent pas tous de la même façon ; ainsi l'amidon de la pomme de terre est très peu digestible et doit obligatoirement être partiellement gélatinisé par la cuisson.

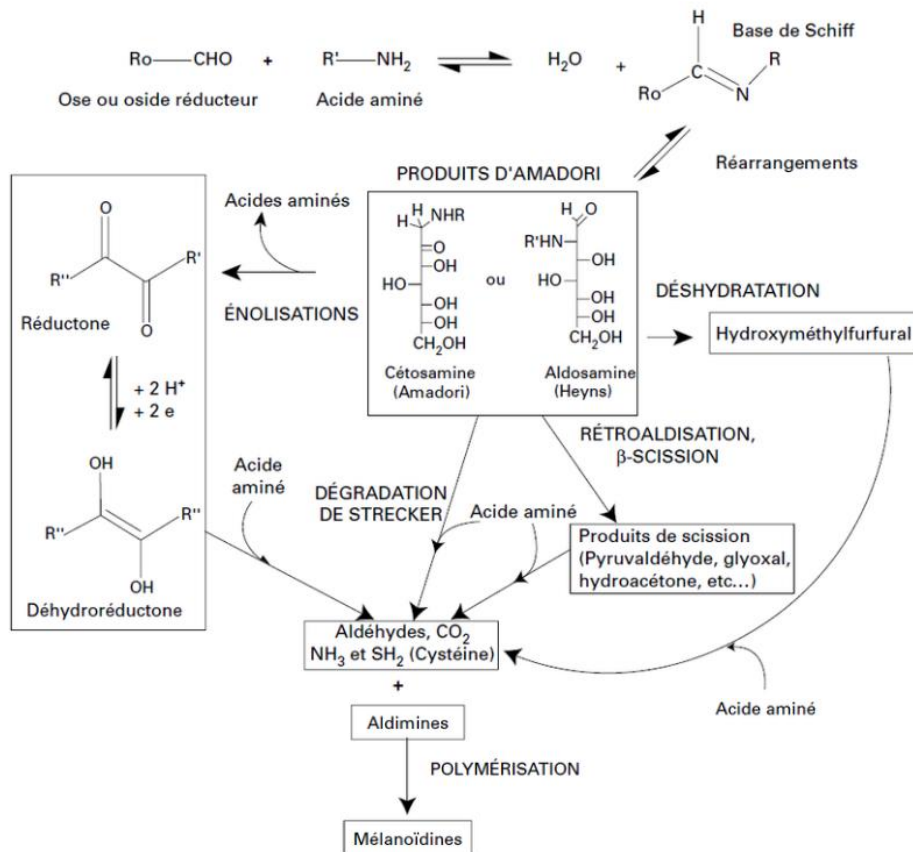


Figure 3 : Réaction de Maillard (le brunissement non enzymatique).

Le brunissement non enzymatique est l'ensemble des interactions résultant de la réaction initiale entre un sucre réducteur et un groupement aminé (acides aminés, peptides, protéines). Elle a lieu lors du stockage des aliments ou plus fréquemment lors de leur exposition à des traitements thermiques.

Pour les sucres, il y a aussi la réaction de caramélisation qui peut être subdivisée en deux étapes principales. La première étape correspondant aux réactions de dégradation de sucres, entraîne la formation d'aldéhydes et de composés dicarbonylés ; il y a alors apparition de composés non colorés ou jaunes qui absorbent fortement dans les U.V. La seconde est une étape de condensation et de polymérisation qui suit la première étape et aboutit à la formation de produits bruns foncés de masse moléculaire élevée.

II.4. Action sur les vitamines

L'influence des traitements thermiques sur les teneurs en vitamines est très significative pour les vitamines thermosensibles ou thermolabiles.

Certaines vitamines et certains minéraux subissent des modifications au cours de la cuisson des aliments. Ces micronutriments peuvent être soit éliminés par lessivage, soit dégradés par

des conditions physico-chimiques défavorables telles que le pH, la chaleur, la lumière et l'oxygène.

Une meilleure compréhension des facteurs qui influencent les pertes vitaminiques lors de la cuisson doit contribuer à une meilleure maîtrise des procédés permettant d'obtenir une qualité nutritionnelle optimisée. Cela devrait pouvoir s'appliquer aussi bien dans le secteur de la transformation industrielle des aliments qu'en cuisson domestique. Les paramètres physico-chimiques qui conditionnent les pertes en vitamines liposolubles sont globalement les mêmes que ceux décrits pour les vitamines hydrosolubles.

- Cas de la vitamine C dans les jus d'agrumes : une bonne partie de cette vitamine est oxydée sous l'effet de la pasteurisation que subit le produit. La vitamine C (VitC) est probablement la vitamine dont les pertes à la cuisson ont été le plus étudiées. Les facteurs les plus impliqués dans sa dégradation sont la chaleur et l'oxydation. Mais son excellente solubilité constitue un troisième facteur aggravant de perte vitaminique.
- Cas de la vitamine B1 (thiamine) dans le lait : Cette vitamine est oxydée sous l'effet de la température et perde ainsi sa valeur nutritionnelle. Elle est très soluble dans l'eau et particulièrement instable à la chaleur, en milieu neutre ou alcalin. Cette vitamine est aussi bien apportée par les aliments d'origine animale que par ceux de provenance végétale. Dans les produits céréaliers transformés, environ 50 % de la VitB1 est détruite.
- Cas de la vitamine A dans les fruits jaunes et oranges et aliments enrichis comme l'huile végétale ou lait entier: les traitements culinaires de cuisson et chauffage peuvent détériorer jusqu'à 40% de la teneur initiale en vitamine A.
- En ce qui concerne la vitamine E (VitE), les pertes sont principalement dues à des réactions d'oxydation telles que celles qui touchent les acides gras insaturés. Les pertes en VitE ont été étudiées dans les matières grasses végétales et, dans une moindre mesure, dans les autres sources alimentaires de VitE. De manière générale, les aliments frits se retrouvent plus ou moins enrichis en VitE par le biais de l'absorption d'huile, et ce malgré la dégradation partielle de cette vitamine au cours du chauffage de l'huile.

II.5. Action sur les minéraux

Les pertes d'éléments minéraux solubles peuvent se produire par dissolution et diffusion dans l'eau utilisée au cours des traitements. Ces phénomènes sont nettement en fonction du pH du milieu, l'acidité favorisant la mise en solution des sels minéraux. En revanche, la cuisson dans des eaux très dures entraîne un enrichissement des aliments en calcium. Certains traitements ont précisément pour but un enrichissement en éléments minéraux : c'est le cas de l'adjonction d'iodure au chlorure de sodium.

Les pertes vitaminiques et minérales ont été particulièrement étudiées dans les végétaux, en raison de l'instabilité de ces derniers à la cuisson et de la place importante qu'ils occupent dans la couverture des besoins nutritionnels. À l'inverse, d'autres études indiquent que le traitement thermique des végétaux peut augmenter la biodisponibilité de certains micronutriments tels que le fer, le β -carotène et le lycopène, et serait donc plutôt bénéfique.

III. Exemples de pertes ou de dégradation pouvant avoir lieu pendant les opérations unitaires de transformation des aliments (vu dans le chapitre IV) :

- Le nettoyage à l'eau se comporte comme un extracteur, il y a donc diffusion des matières solubles. Il apporte de l'eau pas toujours souhaitée, donc il y a nécessité d'un égouttage. En outre, il risque de contaminer le produit par les solutions de lavage (chlore), un rinçage est donc nécessaire.
- La fragmentation peut provoquer : un échauffement du produit, une déshydratation partielle du produit, et une dénaturation des protéines thermosensibles et des vitamines.
- L'homogénéisation modifie les qualités organoleptiques du produit : augmentation de la viscosité de la crème par exemple. Elle rend les globules gras plus sensibles aux réactions d'oxydation.
- L'extraction par pression produit un extrait chargé en particules. Elle entraîne un changement qualitatif de l'extrait (ex : le taux de phénol extrait augmente). Elle détruit les cellules des tissus du résidu.
- La cristallisation entraîne la formation de cristaux en forme d'aiguilles : il y a donc exsudation (si la cristallisation est lente). Elle peut provoquer l'apparition d'impuretés contenues dans les cristaux.
- La distillation risque d'accentuer les défauts de goûts de la matière première fermentée (fruits, mélasses de sucrerie, céréales).

- L'opération de mélange solide/liquide induit un échauffement du produit et provoque un changement de viscosité (gélatinisation de l'amidon). Alors que le mélange liquide/gaz appauvrit la couleur du produit et nécessite l'ajout de stabilisant pour permettre le stockage. Le mélange liquide/liquide induit un échauffement et augmente la teneur en oxygène (augmentation de l'activité des bactéries lactiques et des phénomènes d'oxydation).
- L'élimination de l'eau par voie thermique provoque : des dégradations biochimiques, (dénaturation des protéines, brunissement non enzymatique (maillard), oxydation des pigments et des lipides (rancissement), dégradation des vitamines (A, B1 et C)) ; des modifications physiques (croustade, gélatinisation de l'amidon (collant), produit recroquevillé, une évaporation des arômes) ; le blanchiment provoque des pertes de substances solubles (protéines, sucres, matières minérales ; donc diminution de la valeur nutritionnelle. Il induit des pertes de substances thermolabiles : certains nutriments, comme les vitamines sont détruits par la chaleur. La perte en acide ascorbique est la plus importante.