



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

N°...../SNV/2017

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

M Cherif Ilyas

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité : CONTROLE DE LA QUALITE DES ALIMENTS.

THÈME

Effets des différentes fritures sur les qualités physico-chimiques et nutritionnelles des huiles.

Soutenu publiquement le 04/Juillet/2017.

DEVANT LE JURY

| | | | |
|-------------|----------------------|-------|---------------------------|
| Président : | M. Labdaoui D | M.C.A | Université de Mostaganem. |
| Encadreur : | Mme. Belmahdi | M.A.B | Université de Mostaganem. |
| Examineur : | M. Benabdelmoumene D | M.A.B | Université de Mostaganem. |

Le thème est réalisé au niveau du laboratoire de biochimie - Université de Mostaganem -

Année universitaire : 2016 – 2017.

Liste des abréviations

Kcal : kilocalories.

°C : degré de Celsius.

HF : huile de friture.

MG : matière grasse.

T⁰ : température.

HV : huile végétale.

% : pourcentage.

KMnO₄ : le permanganate de potassium.

DGF/ Deutsche Gesellschaft für Fettkunde.

IP : indice de peroxyde.

IA : indice d'acidité.

IS : indice de saponification

ml : millilitre.

g : gramme.

N : normalité.

meq : milliéquivalent.

Kg : kilogramme.

AGE : acide gras essentielle.

mg : milligramme.

AGL : acide gras libre.

Listes des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Structure d'un glycérol et d'un triglycéride..... | 4 |
| Figure 2 : Différentes huiles commercialisées en Algérie..... | 6 |
| Figure 3 : Les changements physiques et chimiques de l'huile pendant friture..... | 14 |
| Figure 4 : Réaction de Maillard..... | 18 |
| Figure 5 : sexe des enquêtés..... | 25 |
| Figure 6 : Niveau de vie..... | 25 |
| Figure 7 : Niveau d'instruction..... | 26 |
| Figure 8 : Evolution de la connaissance des compositions chimiques des huiles..... | 26 |
| Figure 9 : Evolution de la consommation des fritures..... | 27 |
| Figure 10 : Lieu de consommation les aliments frits..... | 27 |
| Figure 11 : Les huiles les plus utilisées par les consommateurs..... | 28 |
| Figure 12 : Les principaux critères qui dictent l'achat des huiles de friture..... | 28 |
| Figure 13 : La fréquence des recours à la cuisson des aliments par friture..... | 29 |
| Figure 14 : Les aliments les plus faites frire..... | 30 |
| Figure 15 : Le mode de friture le plus utilisé..... | 30 |
| Figure 16 : Les conditions pendant la friture (contact de l'air)..... | 31 |
| Figure 17 : Les conditions pendant la friture (le sel)..... | 32 |
| Figure 18 : Les conditions pendant la friture (contact de l'eau)..... | 32 |
| Figure 19 : Le contrôle de la température de la friture..... | 33 |

| | |
|---|----|
| Figure 20 : La réutilisation des huiles de friture..... | 34 |
| Figure 21 : Les paramètres de la réutilisation d'huile..... | 34 |
| Figure 22 : La filtration des huiles..... | 35 |
| Figure 23 : Les conditions de conservations des huiles de friture usagées..... | 35 |
| Figure 24 : Les endroits où huile de friture usagée jetée..... | 36 |
| Figure 25 : La composition d'huile de friture..... | 37 |
| Figure 26 : Avis des enquêtés sur l'huile de friture et la santé..... | 37 |
| Figure 27 : Évolution de l'indice d'acide des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 40 |
| Figure 28 : Teneur en humidité des huiles des différentes fritures ELIO et AFIA (en %).... | 41 |
| Figure 29 : Évolution de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 42 |
| Figure 30 : le taux des composés polaires des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 44 |
| Figure 31 : Évolution d'indice de saponification des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 45 |

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Liste non exhaustive des acides gras usuels..... | 4 |
| Tableau 2 : Les différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie..... | 7 |
| Tableau 3 : Influence de la cuisson en friture plate sur les caractéristiques chimiques différentes MG..... | 12 |
| Tableau 4 : Évolution de l'indice d'acide des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 39 |
| Tableau 5 : Teneur en humidité des huiles des différentes fritures ELIO et AFIA (en %)..... | 40 |
| Tableau 6 : Évolution de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 42 |
| Tableau 7 : le taux des composés polaires des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 43 |
| Tableau 8 : Évolution d'indice de saponification des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA..... | 44 |

Sommaire :

Remerciement

Dédicace

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Etude bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les huiles végétales

I.1. Corps gras.....3

1. Définition.....3

2. Composition des lipides.....3

2.1. Triglycéride (ou triesters d'acides gras).....3

2.2. Acides gras libres.....4

2.3. Constituants mineurs.....5

3. Rôles biologiques et nutritionnels des lipides.....5

I.2. Huiles végétales.....5

2.1. Définition de quelques huiles de consommation humaine.....5

2.2. Huiles alimentaires.....6

2.3. Différentes huiles commercialisées en Algérie et leur composition.....6

Chapitre 2 : Friture

1. Définition.....8

2. Objectifs de l'opération de friture.....8

3. Rôle des huiles ou de graisse pour la friture.....8

| | |
|--|-----------|
| 4. Points critiques..... | 9 |
| 4.1. Huile..... | 9 |
| 4.1.1. Type d'huile..... | 9 |
| 4.1.2. Vieillissements..... | 9 |
| 4.2. Cuissons..... | 9 |
| 4.2.1. Évaporation d'eau..... | 9 |
| 4.2.2. Textures..... | 10 |
| 4.2.3. Températures de friture..... | 10 |
| 4.3. Ratio frite / huile..... | 10 |
| 4.3.1. Traitements post-friture (refroidissement)..... | 10 |
| 4.4. Compositions d'aliments..... | 11 |
| 5.5. Types de friteuse..... | 11 |
| 5.5.1. Friture plate..... | 11 |
| 5.5.2. Friture profonde..... | 12 |
| 6. Réactions de dégradation des huiles de friture..... | 13 |
| 6.1. Réaction d'oxydation..... | 13 |
| 6.2. Réactions de polymérisation..... | 14 |
| 6.3. Réactions d'hydrolyse..... | 14 |
| 7. Conservation des huiles végétales..... | 15 |
| 7.1. Conditionnement et emballage..... | 15 |
| Chapitre 3 : Réactions de dégradation et d'altérations des huiles | |
| 1. Les différents types d'altérations des huiles..... | 16 |
| 1.1. Altération biologique..... | 16 |
| 1.2. Altération chimique..... | 16 |
| 1.2.1. Phénomène d'acidification (d'hydrolyse)..... | 16 |
| -Hydrolyse enzymatique..... | 17 |
| -Hydrolyse spontanée..... | 17 |

| | |
|--|----|
| 1.2.2. Phénomène d'oxydation..... | 17 |
| -L'oxydation par l'oxygène de l'air..... | 17 |
| -L'oxydation chimique..... | 17 |
| 2. Répercussion sur le plan nutritionnel et sanitaire des corps gras oxydés..... | 17 |
| 3. Quelques composés ressortir à l'opération de friture..... | 18 |
| 3.1. Les néoformés dans l'aliment frit | 18 |
| 3.2. Les amines hétérocycliques..... | 18 |
| 3.3. Les composés de la couleur..... | 18 |
| 3.4. Les arômes..... | 19 |

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre 1 : Matériels et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Matériels..... | 20 |
| 1.1. Etude sur terrain..... | 20 |
| 1.2. Huile de friture..... | 20 |
| 2. Méthodes..... | 20 |
| 2.1. Friture..... | 20 |
| 2.2. Les analyses physicochimiques..... | 21 |
| 2.2.1. Indice de peroxyde..... | 21 |
| Mode opératoire..... | 22 |
| 2.2.2. L'indice d'acidité..... | 22 |
| Mode opératoire..... | 22 |
| 2.2.3. Indice de saponification..... | 23 |
| Mode opératoire..... | 23 |
| 2.2.4. Taux des composés polaires..... | 23 |
| 2.2.5. Taux d'Humidité..... | 24 |
| Mode opératoire..... | 24 |

Chapitre 2 : Résultats et discussion

| | |
|---|-----------|
| I. Résultat d'enquête..... | 25 |
| 1. Identification du consommateur | 25 |
| 2. Comportement du consommateur vis-à-vis des huiles de friture..... | 26 |
| II. Caractéristiques physicochimiques des huiles de fritures étudiées..... | 27 |
| 1. L'indice d'acide..... | 39 |
| 2. L'humidité..... | 40 |
| 3. L'indice de peroxyde..... | 41 |
| 4. Taux des composés polaire..... | 43 |
| 5. Indice de saponification..... | 44 |
| Conclusion..... | 46 |

Références bibliographiques

Annexes

Résumer

Introduction

Les huiles végétales jouent un rôle essentiel dans notre alimentation. Elles assurent tout d'abord une fonction nutritionnelle : elles contribuent à l'apport d'énergie, elles sont source d'acides gras indispensables, en particulier d'acide linoléique, et d'acide alphalinoléique.

Elles contribuent à la qualité organoleptique des produits, leur apportant une texture onctueuse, crémeuse, fondante, un aspect brillant et une saveur spécifique. Enfin, elles assurent des fonctions technologiques, en particulier comme moyens de transfert de chaleur en cuisson (exemple des huiles de friture), agents d'enrobage et de démoulage ou comme supports d'arômes et de colorants lipophiles (**Cuvelier et Maillard, 2002**).

La friture est l'un des plus anciens procédés d'élaboration des aliments. Elle peut être réalisée à la poêle en présence de peu de matières grasses (friture plate) ou dans un grand volume d'huile ou de matière grasse (friture profonde). Aujourd'hui, le procédé de friture absorbe la majorité des huiles alimentaires produites dans le monde et des produits frits sont consommés sur tous les continents. Ces dernières décennies, l'évolution de nos modes de vie (éloignement du lieu de travail, restauration hors du foyer, alimentation déstructurée...) a contribué à la diversification des produits frits tant dans la restauration collective ou rapide que dans l'industrie agroalimentaire (**Gornay, 2006**).

Au cours de la friture, non seulement la vapeur d'eau, mais aussi d'autres composés déplacés de la nourriture dans la matière grasse, qui ont été mélangés à haute température de cuisson conduisant à une dégradation de l'huile de friture (**Mellema, 2003**). La dégradation de l'huile de friture produit des composés volatils et non volatils. La plupart des composés volatils s'évaporent dans l'atmosphère de vapeur d'eau et les composés non volatils qui restent dans l'huile subissent d'autres réactions chimiques ou sont absorbés dans les aliments frits.

Sous l'influence d'une élévation importante de la température, les corps gras se dégradent suivant des processus parfois mal connus qui aboutissent à la formation de composés d'oxydation, de polymérisation, d'isomérisation et d'hydrolyse dont on peut craindre la toxicité pour l'organisme humain (**Le Floch et al, 1968**).

Cette étude repose sur la détermination de quelques caractéristiques physico-chimiques de deux huiles alimentaires Elio et Afia, ainsi que l'évolution de ces mêmes caractéristiques après plusieurs fritures.

Une deuxième étude dans ce travail s'intéresse aux habitudes de consommation des huiles de friture usagées dans la Wilaya de Mostaganem.

Pour cela notre travail a été réparti comme suit :

Une première partie : Synthèse bibliographique dans laquelle nous rapportons des généralités sur les corps gras, sur les huiles végétales, sur la friture, sur les réactions de dégradation et d'altérations des huiles.

Dans la deuxième partie, nous décrivons les modes opératoires réalisés pour la détermination des caractéristiques physico-chimiques des huiles (Indice d'acide, indice de saponification, indice de peroxyde, taux de composés polaire, humidité). Et les résultats d'enquête.

Dans la troisième partie, nous discuterons les résultats obtenus.

I. Généralité sur les huiles végétales :

I.1. Corps gras

1. Définition

Les corps gras, qui correspondent à la partie « graisses neutres » de la fraction lipidique totale sous forme de microgouttelettes dans certains tissus animaux et végétaux, ont surtout un rôle nutritionnel sur les plans énergétique et métabolique. La partie grasse des aliments est également appelée lipides (du grec lipos, « gras »).

Les corps gras alimentaires comprennent les huiles et les graisses d'origine végétale ou animale, les beurres et les margarines.

Les lipides, comme les glucides, sont des composés ternaires formés de carbone, d'oxygène et d'hydrogène. C'est aux longues chaînes hydrocarbonées de leurs acides gras constitutifs (qui représentent la majeure partie des lipides alimentaires dont la composition en ces acides gras est une donnée caractéristique) que les triglycérides doivent leurs propriétés principales de composés polaires et hydrophobes. (GORNAY, 2006).

2. Composition des lipides

Les lipides sont constitués principalement de triglycérides (ou triacylglycérols), c'est-à-dire de triesters du glycérol et d'acides gras, ainsi que de cholestérol, d'alcools gras libres ou estérifiés par des acides gras, et de quelques composés mineurs. (Karleskind, 1992).

Ces éléments peuvent être classés, par ordre décroissant en termes compositionnels, de la façon suivante :

2.1. Triglycéride (ou triesters d'acides gras), les triglycérides sont des triesters résultant de la combinaison de trois molécules d'acide gras par leur fonction carboxyle avec les fonctions alcooliques du glycérol.

La synthèse des lipides par estérification des acides gras se fait sur différents alcools : glycérol (glycérides), cholestérol (stérides)

On peut obtenir des monoglycérides, des di glycérides, ou des triglycérides qui sont les plus répandus. C'est la forme de réserve d'énergie chez l'homme, stockée dans les adipocytes sous forme de gouttelettes dans le cytosol.

Lorsque le glycérol est lié à trois molécules d'un même acide gras, le triglycéride est dit homogène, dans le cas contraire, le triglycéride est dit hétérogène. Selon la combinaison et l'assemblage des acides gras sur le glycérol. Le glycéride aura une structure différente et pourra être monoacide, symétrique ou asymétrique. (BOUHADJRA, 2011).



Figure 1 : Structure d'un glycérol et d'un triglycéride

2.2. Acides gras libres : ce sont des acides carboxyliques portant des chaînes carbonées. Ils sont rarement à l'état libre dans la nature et ils se trouvent essentiellement sous forme estérifiée. Ce sont des composants pondéralement majoritaires des triglycérides. Ils représentent 90% à 96% de la masse molaire des lipides totaux. En règle générale, ces acides gras sont mono carboxylique à chaîne linéaire non ramifiée comprenant un nombre paire d'atomes de carbone compris entre 4 et 24. Ils peuvent être saturés ou insaturés. (DJADOUN, 2012).

Tableau 1 : Liste non exhaustive des acides gras usuels

| | Nom systématique | Nom usuel | Symbole |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Acides saturés</i> | Acide octanoïque | Acide caprylique | C8:0 |
| | Acide décanoïque | Acide caprique | C10:0 |
| | Acide dodécanoïque | Acide laurique | C12:0 |
| | Acide tétradécanoïque | Acide myristique | C14:0 |
| | Acide hexadécanoïque | Acide palmitique | C16:0 |
| | Acide octadécanoïque | Acide stéarique | C18:0 |
| | Acide éicosanoïque | Acide arachidique | C20:0 |
| <i>Acides insaturés</i> | Acide docosanoïque | Acide béhénique | C22:0 |
| | Acide 9-héxadécénoïque | Acide palmitique | C16:1, Δ9 |
| | Acide 9-octadécénoïque | Acide oléique | C18:1, Δ9 |
| | Acide 9, 12 - octadécadiénoïque | Acide linoléique | C18:2, Δ9,12 |
| | Acide 9, 12, 15 - octadécatriénoïque | Acide linoléique | C18:3, Δ9, 12, 15 |

2.3. Constituants mineurs. Ils représentent 0,5 à 2 % de la masse d'huile. Ils renferment principalement des phospholipides, des stérols, des alcools gras et tri terpéniques, des tocophérols, des pigments et des hydrocarbures. Ces insaponifiables ou leurs constituants peuvent être responsables de la couleur, de l'odeur de l'huile, avoir une activité vitaminique ou intervenir dans la conservation des corps gras ; ils peuvent aussi être de précieux critères pour le contrôle de la pureté de l'huile. Ils trouvent des applications en cosmétique, en pharmacie et dans les industries alimentaires. (GORNAY, 2006)

3. Rôles biologiques et nutritionnels des lipides

Dans l'organisme, les lipides ont quatre fonctions principales :

- **Reserve d'énergie** : stockés sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux, les lipides constituent ainsi une réserve énergétique mobilisable (1g de lipides donne environ 9,3 Kcal par contre les hydrates de carbone (les sucres) fournissent 4Kcal).

- **Un rôle structural** : les acides gras servent à la synthèse d'autres lipides, notamment les Phospholipides qui forment les membranes autour des cellules et des organelles. La composition en acides gras de ces phospholipides donne aux membranes des propriétés physiques particulières (élasticité, viscosité).

Un rôle de messager : les acides gras sont les précurseurs de plusieurs messagers intra et extracellulaires. Par exemple, l'acide arachidonique est le précurseur des eïcosanoïdes, hormones intervenant dans l'inflammation et la coagulation sanguine.

Un rôle de transport de vitamines : les corps gras alimentaires véhiculent quatre vitamines liposolubles : À, D, E et K (Seghier et al, 2014).

I.2. Huiles végétales

2.1. Définition de quelques huiles de consommation humaine

Les huiles végétales comestibles : sont des denrées alimentaires qui se composent essentiellement de glycérides d'acides gras exclusivement d'origine végétale. Elles peuvent contenir en faible quantité d'autres lipides comme les phosphatides, des constituants insaponifiables et les acides gras libres naturellement présents dans la graisse ou l'huile.

Les huiles vierges : sont obtenues exclusivement au moyen des procédés mécaniques, notamment des traitements thermiques. Elles peuvent être purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation.

Les huiles pressées à froid sont obtenues, sans modification de l'huile, exclusivement par des procédés mécaniques, sans utilisation de procédés thermiques. Elles peuvent avoir été purifiées uniquement par lavage à l'eau, décantation, filtrage et centrifugation (**Codex Alimentarius, 1993**).

2.2 Huiles alimentaires

Ce sont les huiles végétales utilisées en cuisine comme huiles de cuisson ou pour des fritures. Pour chaque huile, il existe une température critique ou (point de fumage) au-dessus de laquelle il ne faut pas la chauffer. Quand l'huile atteint la température critique, ses composants se dégradent, forment des composés toxiques et l'huile fume. C'est pour cela que certaines huiles comme l'huile de noix dont la température critique est faible sont déconseillées pour la cuisson. Les huiles et les graisses alimentaires en plusieurs classes :

- Huiles végétales fluides : huile d'arachide, de colza, de germes de maïs, de tournesol, de soja et d'olive.
- Huiles végétales concrètes (graisses) : coprah (provenant de la noix de coco), huile de palme.
- Huiles et graisses d'origine animale : (animaux terrestres) : saindoux (graisse de porc), suif (graisse de bœuf ou de mouton), huile de cheval et graisse d'oie (**Uzzan, 1992**).

2.3. Différentes huiles commercialisées en Algérie et leur composition

Il existe sur le marché algérien différentes marques d'huiles végétales alimentaires, qu'elles soient pures (huile de soja et de tournesol) ou mélangées, celles-ci sont utilisées pour l'assaisonnement, la cuisson ou la friture :



Figure 2 : Différentes huiles commercialisées en Algérie (**DGCERF ; 2012**)

Les différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie sont représentées dans le tableau suivant : (DGCERF ; 2012)

Tableau 2 : Les différentes compositions des huiles alimentaires fabriquées en Algérie

| Marque | Nature d'huile |
|----------------|------------------------|
| Huile elio | 80% soja 20% tournesol |
| Huile fleurial | 100% tournesol |
| Huile afia | 95% soja 5% mais |
| Huile huilor | 100% soja |
| Huile bonal | 100% soja |
| Huile lynor | 90% soja 10% palme |
| Huile safia | 100% soja |

II. Friture :

1. Définition :

La friture est un procédé de cuisson des aliments puisqu'il agit à des températures supérieures au point d'ébullition entre 155 et 190 °C (**Saguy et al, 2003**).

La friture permet donc une évaporation de l'eau à la surface des aliments qui permet de déshydrater la surface et former une croûte (**Bouchon, 2009**).

2. Objectifs de l'opération de friture

La friture est une opération intégrée et « multifonctionnelle » qui permet en une seule étape de déshydrater, cuire, texturer, imprégner et développer des saveurs. L'opération s'appuie sur la forte différence entre la température d'ébullition de l'eau dans le produit et la température du bain d'huile. La qualité finale du produit frit résulte du couplage particulier entre les transferts d'énergie, de matière, et des transformations localisées à l'échelle macroscopique (épaisseur de la matrice alimentaire), microscopique (structure et microstructure) ou moléculaire (constituants) (**Bohuon et al. 2006**).

3. Rôle des huiles ou de graisse pour la friture

Heureusement, l'huile a également été un excellent milieu de transfert de chaleur pour la déshydratation de la nourriture pendant faire frire (**Monoj, 2005**).

L'huile fournit plusieurs attributs importants au produit frit qui rend la nourriture frite agréable au goût et souhaitable aux consommateurs, ceux-ci incluent :

1. Texture.
2. De l'effet dans la bouche.
3. Arrière-goût.
4. Saveur des aliments frits.

4. Points critiques

4.1. Huile

4.1.1. Type d'huile

Une huile de friture doit être le moins polyinsaturée possible afin de prolonger sa qualité. Les huiles obtenues à partir d'acides gras saturés sont les plus stables à la friture, donc ont une durée d'utilisation plus longue (Varela et al. 1988), (Bouchon, 2009).

Par contre, d'un point de vue nutritionnel, les effets de ces huiles sur la santé sont contestés. D'un autre côté, les huiles obtenues à partir d'acides gras polyinsaturés (considérées meilleures pour la santé) vont s'oxyder rapidement et devenir impropre à la consommation (Varela et al. 1988) ; (Bouchon, 2009).

4.1.2. Vieillissements

Plusieurs facteurs influencent le vieillissement de l'huile, ce qui rend difficile de déterminer le moment précis pour changer l'huile. Une huile usée est d'apparence foncée, épaisse ou visqueuse, peut contenir des dépôts et peut avoir une saveur âcre (Rossell, 2001).

L'eau relâchée par les aliments lors de la friture attaque l'huile et libère des composés polaires plus susceptibles à l'oxydation et à la détérioration thermique qui s'accumulent au fil du temps. Le mode d'utilisation affecte ainsi la qualité de l'huile.

La température critique à ne jamais atteindre ou dépasser est de 200°C. Pour chaque 10°C supérieur à 200°C atteints, l'huile vieillira jusqu'à deux fois plus vite (Delagoutte, 2007).

4.2. Cuissons

4.2.1. Évaporation d'eau

La quantité d'huile absorbée augmente en fonction de la quantité d'humidité perdue en cours de friture, puisque l'huile va occuper en partie l'espace laissé par l'évaporation d'eau (Rossell, 2001) ; (Bouchon, 2009).

4.2.2. Textures

La cuisson modifie la texture et la porosité de la pomme de terre. Pour un même format de coupe, une pomme de terre crue absorbera moins d'huile qu'une pomme de terre précuite, peu importe le mode de pré-cuisson ou de blanchiment (à l'eau ou à l'huile). Ceci peut être expliqué par la porosité de la pomme de terre où plus la pomme de terre est poreuse, plus elle absorbe de l'huile (Ziaifar, 2008).

4.2.3. Températures de friture

Les températures maximales du bain d'huile sont voisines de 180 °C, car le développement de composés toxiques potentiels a entraîné, voire contraint réglementairement, l'utilisation de températures plus basses. En revanche, les températures trop basses (120°C) provoquent une imprégnation d'huile plus importante. Il est difficile de discuter de l'effet de la température séparément du temps pour tout traitement thermique. Entre autres la vitesse de déshydratation est proportionnelle au potentiel thermique. **(Baumann et al, 1995) ; (Saguy et al, 1995) ; (Ufheil et al, 1996).**

D'après **(Pokorny, 1999)**, l'utilisation de températures d'huile élevées (180°C) permet de diminuer les pertes des composés d'intérêt nutritionnel. En revanche, certains auteurs observent que les fritures à plus basses températures (140°C) provoquent une dégradation des caroténoïdes moins importante qu'à plus haute température **(Leskova et al, 2006)**. Dans le même sens, **(Sulaeman et al, 2001)** montrent que les chips de carotte frites à 165°C ont une rétention plus importante du bêta-carotène qu'à 175°C et 185°C. **(Pokorny, 1999)** observe une meilleure rétention du bêta-carotène à basse température.

4.3. Ratio frite / huile

Le ratio frite/huile doit être maintenu inférieur à 1 poids de frite pour 6 poids d'huile. Ceci permet de maintenir la température de l'huile à des niveaux de friture (supérieur à 130°C) lors de l'immersion des aliments. **(Rossell, 2001).**

4.3.1. Traitements post-friture (refroidissement)

L'absorption de la majorité de l'huile se produit au moment du refroidissement (20 premières secondes) lorsque la température se situe encore au-dessus de la température d'ébullition de l'eau (~100°C) **(Ziaifar, 2008)**. Il a été démontré que la plupart de l'huile absorbée se situe en surface et qu'elle dépend en grande partie de la quantité d'eau enlevée ou de l'humidité perdue en cours de friture **(Bouchon, 2009)**.

L'égouttage rapide et mécanique (secousses) de l'huile autour de l'aliment à la sortie du bain joue certainement un rôle important sur la teneur finale en gras puisqu'elle réduit la quantité d'huile qui pourrait être absorbée au cours du refroidissement **(Ziaifar, 2008) ; (Bouchon, 2009)**.

4.4. Compositions d'aliments

L'humidité dans les aliments crée une couverture de vapeur sur la friteuse et réduit le contact avec l'air. Une grande quantité de l'humidité dans les aliments augmente l'hydrolyse de l'huile pendant la friture. Plus la teneur en eau des aliments, plus l'hydrolyse des huiles.

Amidon augmente la dégradation de l'huile et des acides aminés à protéger l'huile contre la dégradation au cours de friture (**Fedeli, 1988**).

Les métaux de transition tels que le fer, qui est présent dans la viande, ont été accumulés dans l'huile pendant la friture (**Artz et al, 2005a**) et cela a augmenté le taux d'oxydation et de dégradation thermique de l'huile (**Artz et al, 2005b**).

Poudre d'épinards à 5%, 15% ou 25% en pâte de farine a diminué la formation de CP dans l'huile de soja (**Lee et al, 2002**).

4.5. Types de friteuse

Les types de friteuse influent sur la détérioration de l'HF.

On peut distinguer la friture plate et la friture profonde selon (**Elisabeth Vierling, 2008**) :

4.5.1. Friture plate :

La friture plate se caractérise par une grande surface de corps gras en contact avec l'air et un petit volume de corps gras, ce qui favorise l'oxydation thermique de l'huile. Il est impératif de n'utiliser qu'une seule fois le corps gras pour éviter la formation de composés toxiques. Cependant, les températures et les temps de chauffage varient avec la nature du produit à cuire et les habitudes alimentaires de la ménagère : aspect texture et impact organoleptique de l'aliment.

Les paramètres qui peuvent varier sont donc nombreux et il est bien de généraliser l'intensité d'altération subie par la MG, le **tableau 3** présente des résultats sur la quantité d'espèces chimiques nouvelles (acides oxydés et oxypolymères formés pour des cuissons à la poêle d'escalopes et de pommes de terre).

Tableau 3 : Influence de la cuisson en friture plate sur les caractéristiques chimiques de différentes MG (Karleskind, 1992).

| MG | Aliment cuit | T de la cuisson max et min | Temps de cuisson | ECN formés (%) |
|-----------|----------------|-------------------------------|------------------------|----------------|
| Arachide | Escalope | 157-112 | 4min.40 | 1,7 |
| | Pomme de terre | 220-125 | 17min | 4,5 |
| Tournesol | Escalope | 173-114 | 40min.20 | 1,1 |
| | Pomme de terre | 240-112 | 18min | 4,7 |
| Saindoux | Escalope | 149-112 | 4min.20 | 0,9 |
| | Pomme de terre | 232-110 | 17min | 2,2 |

Les différences de comportements en friture plate sont évidemment dus à la moindre insaturation du saindoux qui présente la plus faible teneur en ECN. Qu'il s'agisse de la cuisson en escalope ou de celle de pomme de terre.

Ce mode de préparation des aliments fait subir au corps gras des modifications importantes puisque, même pour des durées de chauffage relativement courtes (6 à 10min) les pertes relatives en acide linoléique peuvent atteindre 8,5% et les teneurs en polymères 8%, ce qui en termes de glycérides polaires conduirait à des valeurs de l'ordre de 15 à 20%. En fait et compte tenu de la grande surface de contact entre l'huile et l'air, les altérations sont de type oxydatif et elles sont du même ordre de grandeur que celles observées dans le cas de friture profonde (Karleskind, 1992).

5.2. La friture profonde :

La friture profonde en bain correspond à des conditions plus drastiques (175 à 200°C) et des temps d'application plus longs qui favorisent les réactions purement thermiques, la quantité d'huile étant importante par rapport à l'aliment. L'HF est partiellement ingéré avec une absorption d'environ 4 à 10 % dans le cas des frites de pommes de terre et 30 à 40 % dans les cas des chips, et le bain de friture sont généralement utilisés totalement ou partiellement pour plusieurs cycles de cuisson.

De nombreuses études expérimentales ont été réalisées afin de mettre en évidence par quels mécanismes, où et quand l'imprégnation en huile se passe lors du procédé de friture profonde. Dans un premier temps, l'effet du développement des pores sur la prise d'huile a été étudié. L'influence des propriétés physiques de l'huile adhérente en surface du produit sur cette prise a été ensuite examinée. À la fin, les conductivités thermiques effectives des différentes régions du produit (la croûte et le cœur) et leurs effets sur le transfert de chaleur ont été examinés. Les pommes de terre ont été découpées en forme rectangulaire et frites à différentes T^0 (140, 155, 170 et 185°C). Les résultats ont montré que la teneur en huile augmente en diminuant la T^0 de 185 à 140°C. La porosité augmente pendant la friture à cause de l'évaporation forte de l'eau génératrice des pores. Cependant, elle commence à diminuer au cours de la période de refroidissement en raison du remplissage des pores par l'huile et du phénomène de l'effondrement.

Au cours de la période de refroidissement, lorsque la T^0 d'huile en surface a tendance à diminuer, la tension interfaciale et la viscosité d'huile augmentent entraînant une teneur en huile plus élevée. Les différentes régions du produit (le cœur et la croûte) ont montré différents comportements au niveau de la conductivité thermique. Les modifications physico-chimiques du produit qui ont lieu au cours de la friture influent la conductivité thermique de ces régions.

Au niveau du cœur, la gélatinisation d'amidon qui a lieu pendant les premières minutes de la friture (3 min), entraîne une augmentation de la conductivité thermique, tandis que la perte en eau qui commence après cette période diminue la conductivité thermique. Au niveau de la croûte, la conductivité thermique diminue avec le temps de la friture en raison de la perte en eau et la formation d'une structure poreuse (**Aman Mohammad Ziaifar, 2008**).

6. Réactions de dégradation des huiles de friture

À des températures élevées (entre 160 °C et 180 °C), en présence d'eau et d'oxygène, les triglycérides subissent un grand nombre de réactions complexes qui peuvent être classées en trois grandes familles : oxydation, polymérisation et hydrolyse.

6.1. Réaction d'oxydation :

Au contact de l'oxygène de l'air, elles provoquent l'apparition d'arômes et de changement de couleurs, souvent indésirables, dans les huiles de friture ou dans les produits frits. Ces composés d'oxydation dérivent des hydro peroxydes, composés primaires de l'oxydation.

Les réactions en chaîne responsables de leur formation sont autocatalyses, car initiées par l'apparition de composés radicalaires, issus eux-mêmes de l'oxydation des triglycérides du bain. (DGCERF ; 2012)

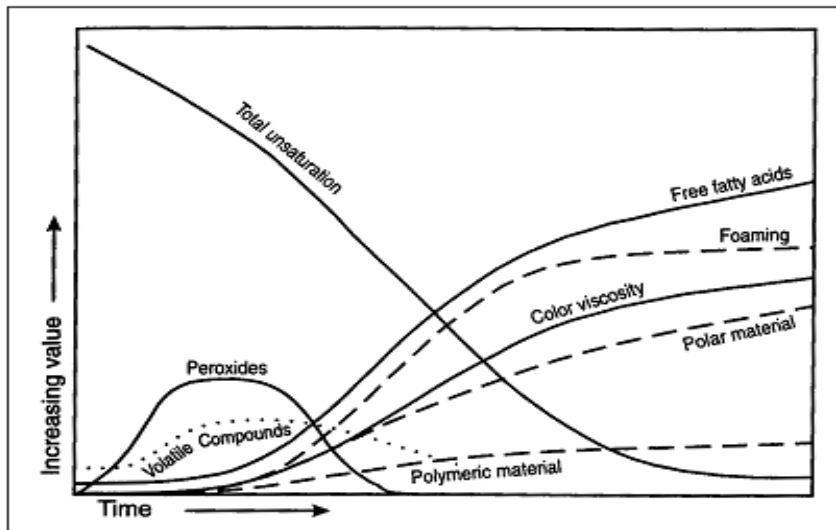


Figure 3 : Les changements physiques et chimiques de l'huile pendant friture (Houhoula et al. 2003).

6.2. Réactions de polymérisation

Elles sont responsables de réarrangements inter et intramoléculaires qui sensibilisent l'huile de friture à l'oxydation et conduisent à l'augmentation de la viscosité apparente des huiles.

Des composés semblables à des résines peuvent alors mousser à la surface du bain de friture et sur les parois. (DGCERF ; 2012)

6.3. Réactions d'hydrolyse

Elles sont de loin les plus nombreuses dans les conditions normales de friture.

Elles conduisent, au contact de la vapeur d'eau, à la formation d'acides gras libres, de monoglycérides, de di glycérides, voire de glycérol. Ces composés sont alors très sensibles aux réactions précédemment citées (réactions d'oxydation et de polymérisation) et : les produits qui en dérivent sont responsables des principaux défauts de gout ou d'odeur.

Il convient de noter qu'on a pu recenser qualitativement la nature des composés chimiques formés en fonction du type d'altération envisagé. (DGCERF ; 2012)

7. Conservation des huiles végétales

7.1. Conditionnement et emballage

L'huile végétale conservée dans des récipients en plastique ou en verre perd sa qualité organoleptique durant la période de stockage, alors que celle stockée dans des bouteilles en zinc ou en fer blanc (inox) qui présente une bonne résistance mécanique est mieux protégée contre l'oxydation (**Mendez et al, 2007**).

Par ailleurs, les récipients utilisés pour la conservation de l'HV doivent être en bon état, étanches et inertes à l'égard de l'huile. En ce qui concerne la tolérance de remplissage des récipients, le volume occupé par le contenu ne devra en aucun cas être inférieur à 90% de la capacité du récipient, exception faite aux récipients en fer blanc (inox) d'une capacité égale ou inférieure à 10 litres et dans lesquels le volume occupe par le contenu ne devra en aucun cas être inférieur à 80% (**Ahmidou et al, 2007**).

III. Réactions de dégradation et d'altérations des huiles

1. Les différents types d'altérations des huiles

Le problème d'altération des huiles alimentaires constitue un problème majeur en industrie des corps gras. En effet, il est évident que l'oxydation des huiles conduit en général à des conséquences indésirables en portant préjudice aux qualités organoleptiques, nutritionnelles et dans des conditions extrêmes, des substances toxiques peuvent se former.

Ces altérations peuvent causer des pertes considérables tant sur le plan alimentaire que sur le plan économique.

Ainsi les deux altérations pouvant se produire pendant le stockage d'une huile à savoir l'acidification et le rancissement par oxydation entraînent l'altération de la saveur. On distingue généralement :

1.1. Altération biologique

Des micro-organismes sont généralement introduits par l'atmosphère ambiante, par l'appareillage de traitement non stérilisé, par les emballages, par le contact humain et par les insectes.

L'action de ces micro-organismes a pratiquement pour résultat la formation d'enzymes génératrices d'acides gras, de produits d'oxydation, d'aldéhydes et de cétones ; ce qui se traduit par des modifications d'apparence, de texture, de saveur et aussi par l'apparition de produits toxiques (**François, 1974**). Le cas le plus généralement étudié est celui d'une altération par *Aspergillus flavus*.

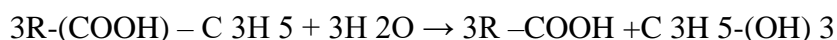
1.2. Altération chimique

Les facteurs d'altération chimique sont induits par deux phénomènes :

1.2.1. Phénomène d'acidification (d'hydrolyse)

Les lipides sont susceptibles de s'hydrolyser en glycérols et en acides gras libres en présence de lipases (soit endogènes ou exogènes) (**Alais et al, 1997**).

La réaction globale d'hydrolyse des lipides est la suivante :



Triglycérides

Acide Glycérol + gras libre

Il existe deux types d'hydrolyse :

-Hydrolyse enzymatique

Cette réaction se déroule seulement dans les huiles brutes ; au cours du stockage et du transport de la matière première. Les enzymes responsables de cette hydrolyse sont les lipases (**Trimoliere, 1984**).

-Hydrolyse spontanée

Elle a lieu au cours du stockage et du traitement thermique des huiles, elle est favorisée par la présence des acides gras libres et le taux d'humidité.

Cette hydrolyse s'accompagne par une oxydation, car les acides gras libres s'oxydent 10 fois plus vite que les triglycérides (**Trimoliere, 1984**).

1.2.2. Phénomène d'oxydation

C'est l'ensemble des transformations que peuvent subir les matières grasses et leurs dérivés sous l'action de l'oxygène ou par un oxydant chimique. On distingue :

-L'oxydation par l'oxygène de l'air

Les principaux substrats de cette oxydation sont les acides gras insaturés qui s'oxydent plus vite à l'état libre. Cette réaction dite réaction d'autocatalyse des huiles et des graisses à une vitesse qui peut être augmentée sous l'action de la lumière, l'activité de l'eau, et la température.

-L'oxydation chimique

C'est une réaction qui se fait par un oxydant puissant tel que le permanganate de potassium (KMnO₄) (Cas des huiles végétales). Cette oxydation a lieu au cours du traitement et durant la conservation des huiles (**Diffenbacher et al, 2000**).

Il faut noter que les autres substances non saturées comme les vitamines A et E, les caroténoïdes, et certains hydrocarbures présentes dans les huiles peuvent subir des oxydations analogues dites secondaires (**Cheftel, 1977**).

2. Répercussion sur le plan nutritionnel et sanitaire des corps gras oxydés

-Perte de la valeur marchande : défaut de rance influe sur l'acceptabilité du produit par le consommateur.

-Perte de la valeur nutritive : perte d'activité vitaminique (A et E), acides gras polyinsaturés oxydés non bio disponibles.

-Modification de l'aspect du produit : couleur, texture, arôme. (**Alais et al, 1997**).

3. Quelques composés ressortir à l'opération de friture

3.1. Néoformés dans l'aliment frit

En effet, l'opération de friture induit des changements physico-chimiques de l'aliment, de nombreuses réactions ont lieu, les composés néoformés générés sont multiples et difficiles à étudier (Saguy et al, 2003). Selon la Deutsche Gesellschaft für Flaggkunde (DGF), société savante allemande des corps gras (DGF, 2000), une compréhension des mécanismes intervenant dans la formation des néoformés ou composés à caractère toxique potentiel (isomères, composés oxydés, acides gras Trans, etc.) est nécessaire dans l'aliment et dans l'huile de friture pour améliorer et développer des nouveaux produits.

3.2. Amines hétérocycliques

Les acides aminés et les protéines sont dénaturés en groupes carboxyliques ou aminés pendant la friture. Sous l'effet de la chaleur et de la perte en eau, la créatine se transforme en créatinine, pouvant donner des amines hétérocycliques de couleur marron (figure) à des températures comprises entre 100 et 220°C (Berlitz et al, 2004). Les amines hétérocycliques peuvent être formées aussi à partir de la réaction de Maillard (figure).

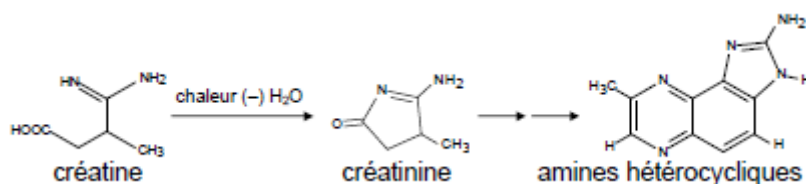


Figure 4 : Réaction de Maillard

3.3. Composés de la couleur

La réaction de Maillard met en jeu les glucides (glucose et fructose principalement) et les acides aminés ou les protéines (asparagine, lysine, etc.). Celle-ci joue un rôle organoleptique très important, dans les produits frits. La réaction se produit principalement dans les zones fortement déshydratées — croûte du produit type frite, chips (Moyano et al. 2002) donnant aux produits frits leurs couleurs caractéristiques (Valera et al, 1988), (Pokorny, 1999). D'autres composés intermédiaires colorés sont formés (prémélanoïdines, déoxyosones ou réductones) et rapidement polymérisés pendant la friture (à 150 °C) en mélanoïdines. Tous ces composés sont obtenus plus rapidement lorsque la température est élevée, l'activité de l'eau basse et favorisés dans des milieux alcalins (Berlitz et al, 2004). La créatine et les polysaccharides sont des précurseurs d'aminos hétérocycliques. Une friture réalisée à une température inférieure à 200 °C peut limiter considérablement leur formation (Saguy et al, 2003). Les composés issus de la

réaction de Maillard et les amines hétérocycliques sont suspectés carcinogéniques (**Murkovic et al. 1999**), (**Friedman, 2003**) à fortes doses (**Skog et al. 1998**).

3.4. Arômes

Les arômes spécifiques aux produits frits sont formés aussi bien par les constituants endogènes de la matière première (ex. dérivés du furane, pyrazines, aldéhydes, etc.), que par l'huile (ex. thiols, pyroles, sulfides, etc.) (**Pokorny, 1999**) ; (**Berlitz et al, 2004**). Un exemple de réaction de formation d'arômes est l'oxydation du b-carotène. Elle conduit, tout d'abord, à la formation de mono et dipéroxydes puis à des aldéhydes et cétones (b-Ionone, b- cyclocitral, etc.) (**Belliot, 2003**).

I. Matériels et méthodes

1. Matériels

1.1. Etude sur terrain

L'étude concerne 100 consommateurs urbains responsables de leurs ménages. Ces consommateurs sont répartis dans différents sites ou quartiers et dans l'université et la ville de Mostaganem.

Les enquêtés sont choisis selon leur revenu qui va du modeste au moyennement modeste. Les consommateurs sont interrogés sur des aspects précis concernant leur perception et leur attitude qu'ils présentent vis-à-vis de cette huile végétale.

Après la collecte, un dépouillement des résultats obtenus est réalisé par des méthodes statistiques appropriées. Le(s) profil(s) de(s) consommateur(s) vis-à-vis de cette denrée est (ont) ainsi élaboré(s).

1.2. Huile de friture

La denrée utilisée dans cette étude est une huile végétale, plus précisément huile ELIO et AFIA.

2. Méthodes

2.1 Friture

Pommes de terre et l'huile ELIO et AFIA ont été les matières premières.

1^{ère} étape :

Trempez les tranches de pommes de terre dans une bassine d'eau pendant environ 2 minutes, puis laissez sécher.

Mettez un volume précis d'huile neuve dans une poêle et mettez à feu moyen.

Ceci est délicat : mettez de pommes frites dans la poêle avant que l'huile chauffe. Surveillez les morceaux de pommes frites et faites les remuer dans la poêle jusqu'à ce que l'huile commence à griller.

Mettez les tranches de pommes frites dans la poêle avant que l'huile commence à devenir trop chaude (180 °C). L'huile peut brûler et commencer à faire un feu désagréable.

Enlevez les pommes frites de la poêle.

Recommencez la friture 10 fois à chaque huile (ELIO et AFIA).

2eme étape :

Ce travail a porté sur une huile végétale à cinq stades d'utilisations différents de friture.

Vierge : Ne subir aucun mode de cuisson (friture) est une huile végétale brute.

Une seule fois d'utilisation : Elle est utilisée qu'une seule fois pour la friture.

Trois fois d'utilisation : Le processus de friture est passé par trois d'utilisations de cette denrée.

Cinq fois d'utilisation : Cette huile possède de 5 fois d'utilisations.

Dix fois d'utilisation : Cette huile possède de 10 fois d'utilisations.

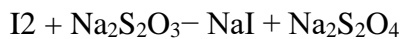
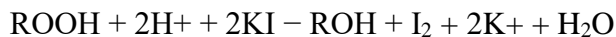
2.2. Les analyses physicochimiques :**2.2.1. Indice de peroxyde**

L'hydro peroxyde est le produit primaire de l'auto-oxydation des lipides insaturés. L'IP mesure directement la concentration des hydro peroxydes formés à l'étape d'initiation du processus d'oxydation des lipides. La revue, the American Oil Chemists' Society intègre plusieurs méthodes officielles de détermination de l'oxydation des lipides ; l'IP est la méthode la plus employée. Cette méthode iodométrique de titration est utilisée généralement pour doser les hydro peroxydes (**Hamm et al. 1965**).

Le principe de cette méthode est que le thiosulfate de sodium titre l'iode libéré suite à l'oxydation de l'iodure de potassium par les peroxydes présents (LEA, 1946 ; AOCS, 1989). Cette méthode normalisée nécessite une quantité de lipides assez importante. De plus, l'oxygène de l'air, la présence de lumière et l'absorption de l'iode par les AGI interfèrent sur le dosage (**Frankei, 1998**).

Ainsi la teneur en peroxyde peut être calculée directement par la titration de l'iode libéré.

L'équation peut être présentée comme suit :



Mode opératoire

2 g d'huile ont été dissous dans 30 ml d'un mélange acide acétique : chloroforme (3:2) puis 1 ml d'une solution saturée d'iodure de potassium ont été ajoutés au mélange, puis enfin 30 ml d'eau distillée après exactement une minute d'agitation. Cette solution a ensuite été titrée avec du thiosulfate de sodium à 0,01 N en utilisant de l'amidon comme indicateur coloré. La valeur peroxyde est exprimée en milliéquivalents peroxyde par 1000 g d'huile.

Expression des résultats

L'indice de peroxyde (IP) est déterminé selon la formule :

$$\text{IP (meq.O}_2\text{/kg)} = ((V_{\text{ech}} - V_{\text{blanc}}) \times N \times 1000) / m \text{ huile}$$

V_{ech} : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium Na₂S₂O₃.

V_{blanc} : nombre de ml de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

m : masse en gramme de la prise essai.

N : normalité de la solution de thiosulfate de sodium (0,01N).

2.2.2. L'indice d'acidité :

L'indice d'acide est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaires pour la neutralisation des acides libres contenus dans un gramme de corps gras (**Lion, 1955**).

Principe

Il consiste à neutraliser les acides libres par une solution alcoolique d'hydroxyde de potassium titrée.

Mode opératoire

La détermination de l'indice d'acide est réalisée en utilisant la norme (AFNOR NFT60-204). Une quantité de masse bien précise d'huile est solubilisée dans 10 ml de chloroforme. La solution organique est ensuite dosée par une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.1N jusqu'au virage de l'indicateur coloré utilisé.

Calcul et expression des résultats

$$IA = V \times N \times 56.1 / m$$

V : nombre de ml de la solution de KOH

N : normalité de la solution de KOH

m : masse en gramme de la prise essai

56.1 : la masse molaire exprimée (en gramme) par mole de KOH.

2.2.3. Indice de saponification

Principe

L'indice de saponification d'un corps gras est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier un gramme de produit. La méthode utilisée est celle décrite dans la norme NFT 60-206 de décembre 1968.

Matériels et mode opératoire

Prendre 2g de l'échantillon avec 25 ml de solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.5N ; Adopter au réfrigérant à reflux en présence de pierre ponce, et porter à léger ébullition en agitant de temps en temps. Après 60 min, on arrête le chauffage et on ajoute 4 à 5 gouttes de solution de phénolphaléine, la solution savonneuse est titrée encore chaude avec la solution d'acide chlorhydrique 0.5N

Calcul et expression de résultats

L'indice de saponification est donné par la formule suivante : $I_s = 56.1 \times T \times (V_0 - V) / M$

V₀ : nombre de ml de la solution d'HCL utilisée pour l'essai à blanc

V : nombre de ml de la solution d'HCL utilisée pour le corps gras

T : normalité exacte de la solution d'HCL utilisée

M : masse en gramme de la prise essai

2.2.4. Taux des composés polaires :

Cette procédure consiste à contrôler ces huiles sur le terrain à l'aide du testeur d'huile.

A ce titre, il y a lieu de préciser que l'article 30 de la loi 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, autorise l'utilisation d'instruments de mesure pour effectuer ce type d'analyse sur le terrain. (Cet instrument permet de déterminer le taux des composés polaires issus de la dégradation des huiles de friture provoquée par la chaleur).

Le mode opératoire détaillé quant à l'emploi de cet instrument se trouve dans le guide d'utilisation de la valisette de contrôle de la qualité élaboré par la DGCERF.

Cet indice peut éventuellement être complété, si c'est nécessaire, par des analyses plus approfondies au niveau des laboratoires de la répression des fraudes. (DGCERF,2012)

2.2.5. Taux d'Humidité (AFNOR, 1985)

Principe

Le dosage de la matière sèche consiste en une dessiccation d'un poids défini de la prise d'essai de l'échantillon à 105 °C dans une étuve pendant 24 heures.

Matériel et mode opératoire

On pèse 5g de l'échantillon (huile) dans une creuset à fond plat préalablement pesé puis taré.

On sèche à l'étuve entre 105°C pendant 24 heures. On répète l'opération jusqu'à poids constant. La perte en poids correspond à la teneur en eau.

Calcul

Humidité (%) = **(poids de l'échantillon humide - poids de l'échantillon sec) .100**

Poids de l'échantillon humide

Analyses statistiques

Les résultats obtenus au cours de cette recherche sont traités avec un test bifactoriel en bloc à l'aide d'un logiciel informatique spécialisé (STAT-BOX).

I. Résultat d'enquête :

1. Identification du consommateur :

Les personnes touchées à travers cette enquête sont âgées de 15 ans à 71 ans.

La majorité des participants sont la gente féminine, avec un pourcentage de 61% contre 39% pour la gente masculine.

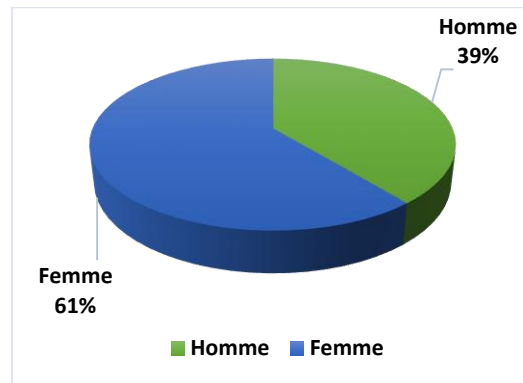


Figure 5 : sexe des enquêtés

Niveau de vie :

La majorité des enquêtés ont un salaire moyen (43%) contre 32% qui sont à la recherche d'un travail. Les 25% restants sont réparti entre des personnes d'un salaire important avec un pourcentage de 10% et 15% des autres personnes (salaire insuffisant, des étudiants, des commerçant).

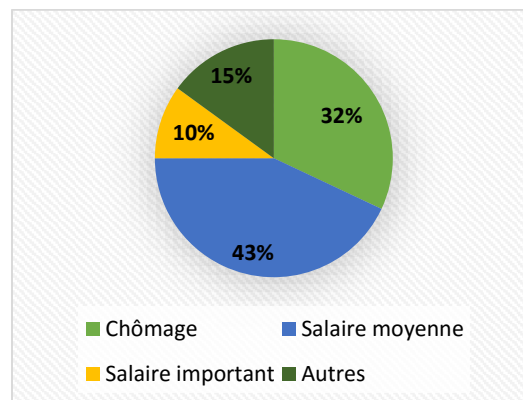


Figure 6 : Niveau de vie

Niveau d'instruction :

La plupart des enquêtés (61%) sont des universitaires, 30% d'un niveau d'instruction secondaire, et le reste 9% est réparti entre niveau moyenne avec 7%, et 2% d'autres niveau (primaire et aucune niveau).

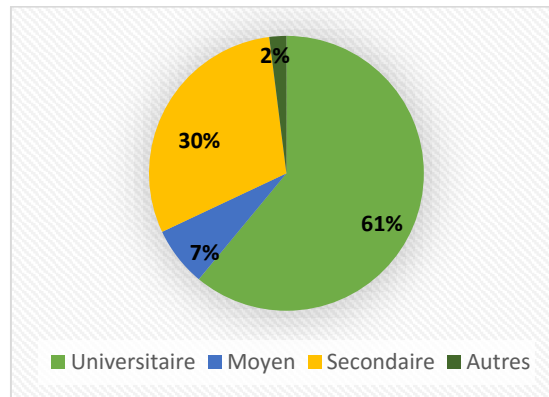


Figure 7 : Niveau d'instruction

2. Comportement du consommateur vis-à-vis des huiles de friture :

1- Connaissez-vous la composition chimique des huiles ?

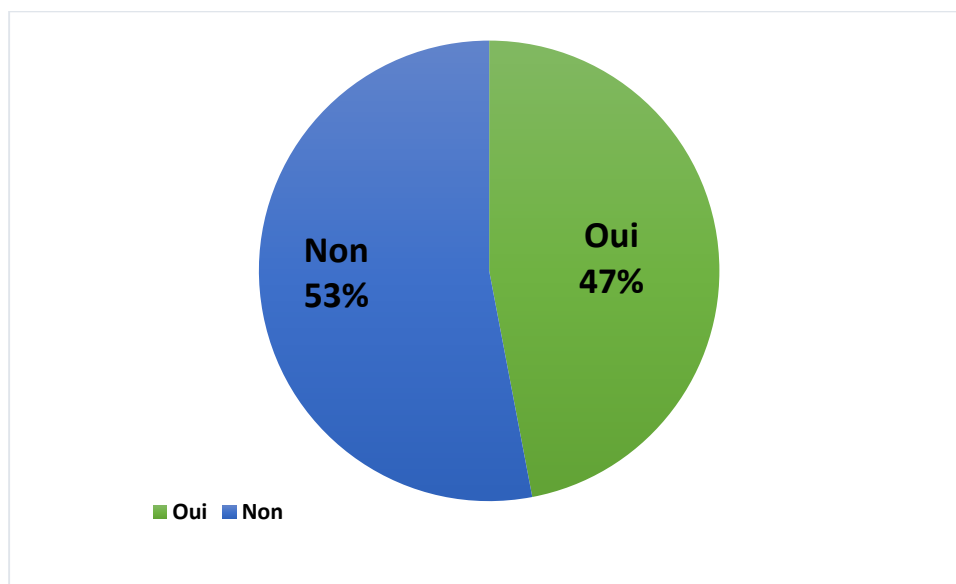


Figure 8 : Evolution de la connaissance des compositions chimiques des huiles

47% des enquêtés connaissent la composition chimique des huiles, 53% n'ont pas une idée précise sur cette question. Le pourcentage des réponses étaient similaires. Cette question montre l'étendue de connaissance des citoyens aux huiles qu'ils consommés.

2- Consommez-vous de la friture ?

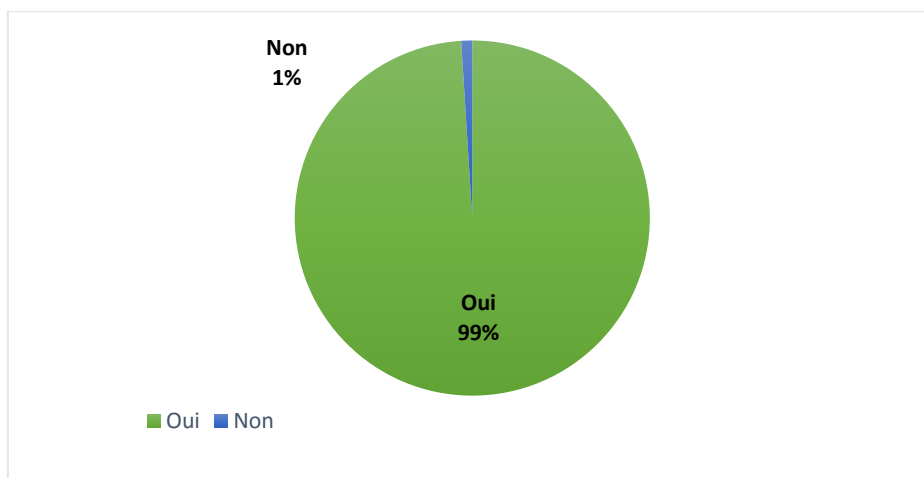


Figure 9 : Evolution de la consommation des fritures

Cette question montre l'importance de ce mode de cuisson dans la population algérienne. 99% des enquêtés consomment des aliments frits, par contre 1% ne consomme pas des aliments frits ; ce pourcentage était attendu.

2- Ou consommez-vous les aliments frits ?

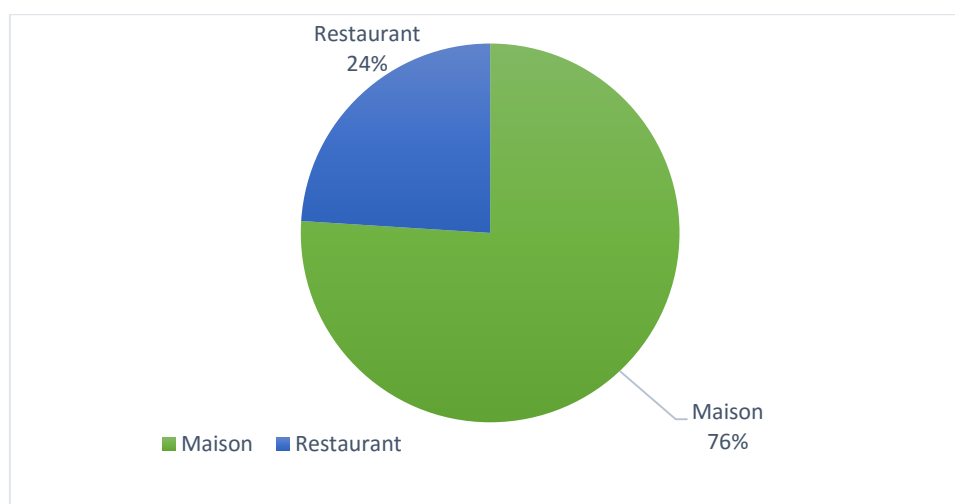


Figure 10 : Lieu de consommation des aliments frits

La consommation des aliments frits dans la Wilaya de Mostaganem par rapport à cette enquête est importante dans les maisons ; avec un pourcentage de 76% contre et 24% dans les restaurants.

3- Quelles sont les huiles commercialisées que vous utilisez pour la friture ?

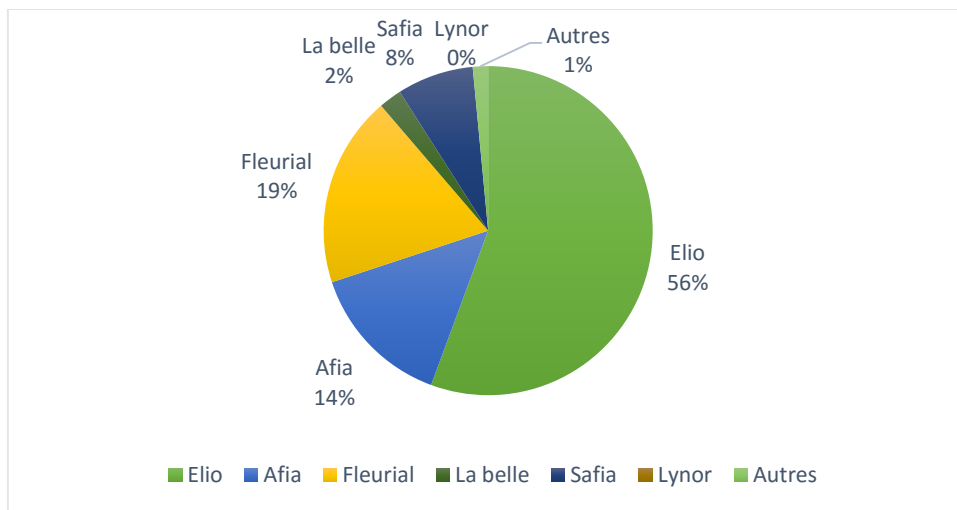


Figure 11 : Les huiles les plus utilisées par les consommateurs

La troisième question renseigne sur les huiles les plus utilisées par les consommateurs.

ELIO prend le dessus chez les consommateurs avec 56% du total, vient ensuite FLEURIAL avec 19%, et en fin Afia avec 14%. Ces trois huiles les plus utilisées aux consommateurs. et on peut ajouter la marque Safia 8%.

Concernent Lynor et La belle les taux respectifs 0% et 1% ; une baisse utilisation de ces huiles.

4- Quels sont vos critères d'achats d'une huile ?

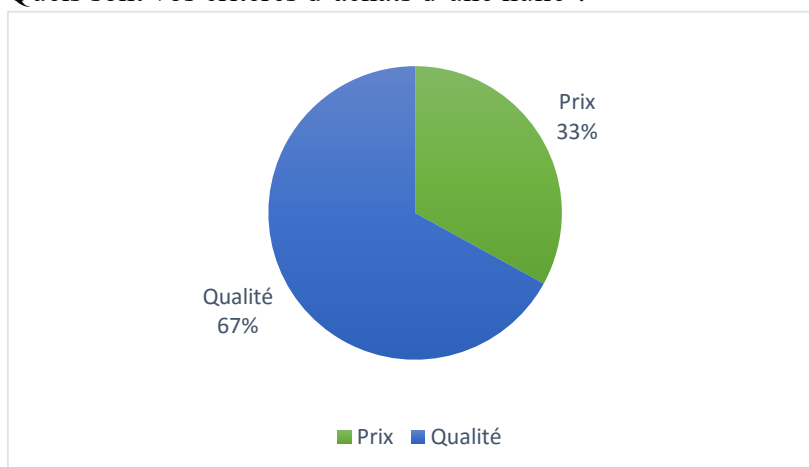


Figure 12 : Les principaux critères qui dictent l'achat des huiles de friture

L'objectif de cette question est de connaître des principaux critères d'achat des huiles de friture pour les consommateurs.

67% des consommateurs achetant les huiles de table pour sa qualité ; les consommateurs défini cette qualité par l'expérience et la publicité.

33% le reste achetant les huiles par ces prix.

La qualité joue un rôle important sur le prix, autant les huiles végétales peuvent s'avérer une excellente source de bons gras. Comme la qualité varie énormément d'une huile à l'autre. Alors notre régime alimentaire peut être déséquilibré car notre mode de vie occidental privilégie les AGE du groupe oméga 6 au détriment d'oméga 3. De tels déséquilibres sont parfois à la source de maladies chroniques ou de sévères dérèglements.

5- A quelle fréquence consommez-vous la friture par semaine ?

L'importance cette question apparaît en traduisant la fréquence des recours à la cuisson des aliments par friture au niveau des différentes catégories interrogées par semaine.

La figure montre que le pourcentage augmente avec l'augmentation de la fréquence de consommation ; il ressort que 65% de consommateurs consomment les aliments frits égale ou supérieure de 3 fois par semaine.

Par contre ; il y a 10% utilise ce mode de cuisson une fois par semaine pour garder la bonne santé.

Le 25% de consommateurs reste consomment les aliments frits 2 fois par semaine.

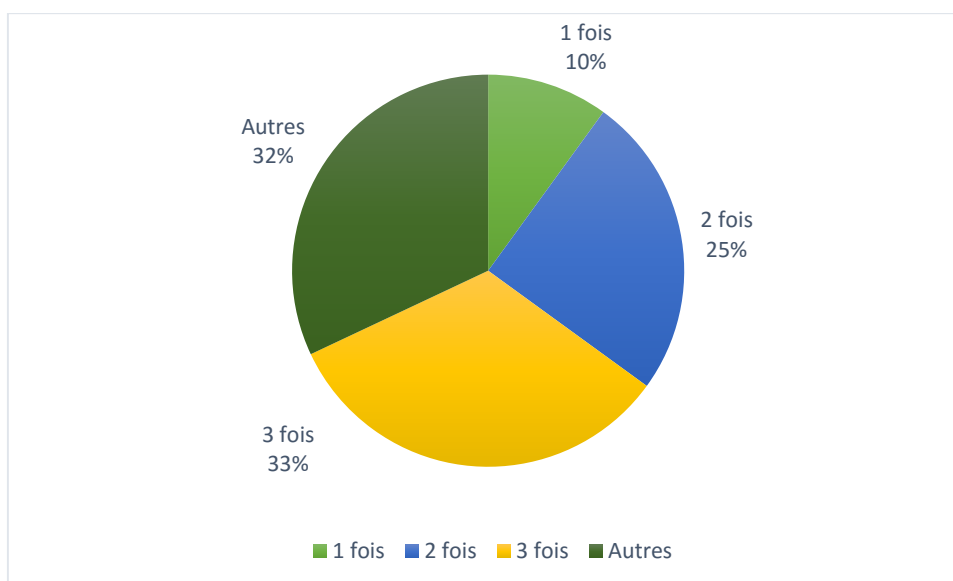


Figure 13 : La fréquence des recours à la cuisson des aliments par friture

6- Quels sont les aliments que vous utilisez à la friture ?

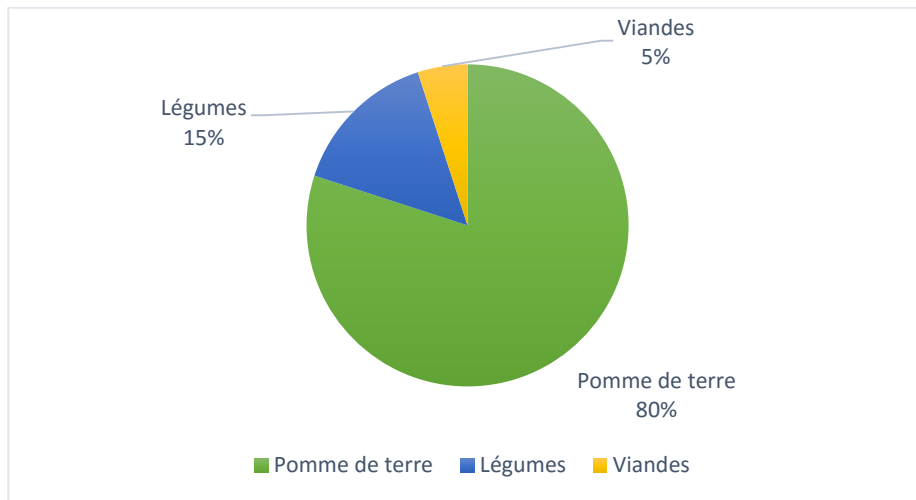


Figure 14 : Les aliments les plus faites frire

Le but de poser cette question, c'est de savoir le lien entre le mode de cuisson par friture et les aliments les plus fréquemment frits, la mise en évidence de ce lien permettra de déterminer l'importance du couple (huile de friture ; aliment frit)

Dans ce cadre, les ménages préfèrent la friture de pomme de terre en la plaçant dans le premier classement (80%). Dans l'ordre soigneusement les légumes à 15%, vient ensuite les viandes 5%.

7- Quelle est le mode de friture que vous utilisez ?

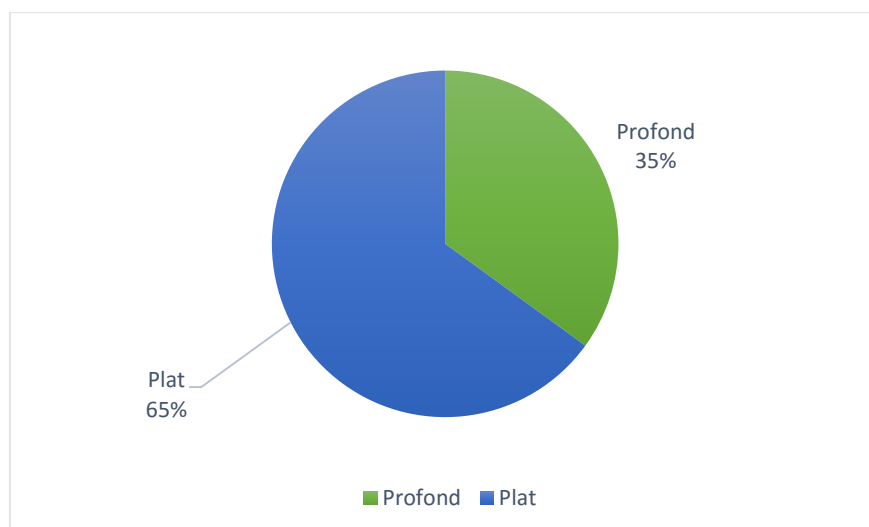


Figure 15 : Le mode de friture le plus utilisé

De cette question, on distingue le déroulement de l'opération de friture : il s'agit donc de la préparation d'aliment par friture profonde ou plate :

Les consommateurs utilisent le plus souvent la friture au plat avec un taux élevé (65%) par rapport à la cuisson en friture profonde (35%).

La cuisson en friture « profonde » est caractérisée par des phénomènes de transferts de chaleur et de matières, spécifiques et très utiles à connaître et consiste à plonger les aliments dans une grande quantité d'huile, c'est le cas de toutes les friteuses classiques.

Par contre la friture plate, c'est celle que l'on réalise à la poêle, quand on fait frire des légumes ou des poissons par exemple, consiste une petite quantité d'huile pour frire les aliments.

8- Quels sont les conditions que vous utilisez pour la friture ?

Dans cette question, on a discuté les conditions du mode de cuisson « friture ».

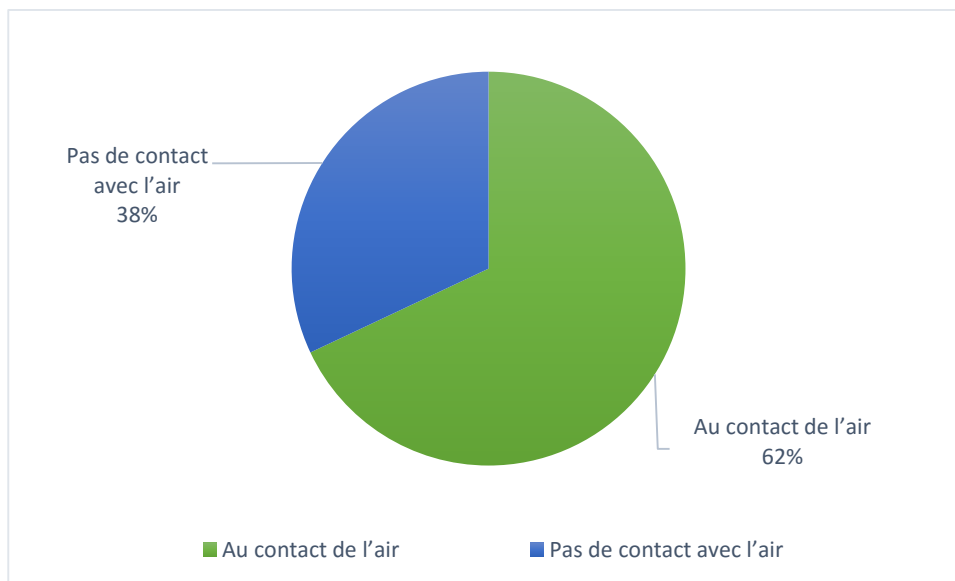


Figure 16 : Les conditions pendant la friture (contact de l'air)

Le contact de l'oxygène de l'air provoque l'apparition d'arômes et de changement de couleurs, souvent indésirables, dans les huiles de friture ou dans les produits frits.

La figure montre que 62% des consommateurs laissent ses huiles et aliments au contact de l'air.

Les restes consommateurs 38% utilisent la friture profonde (friteuse électrique n'est pas le contact avec l'air) ou la poêle couverte.

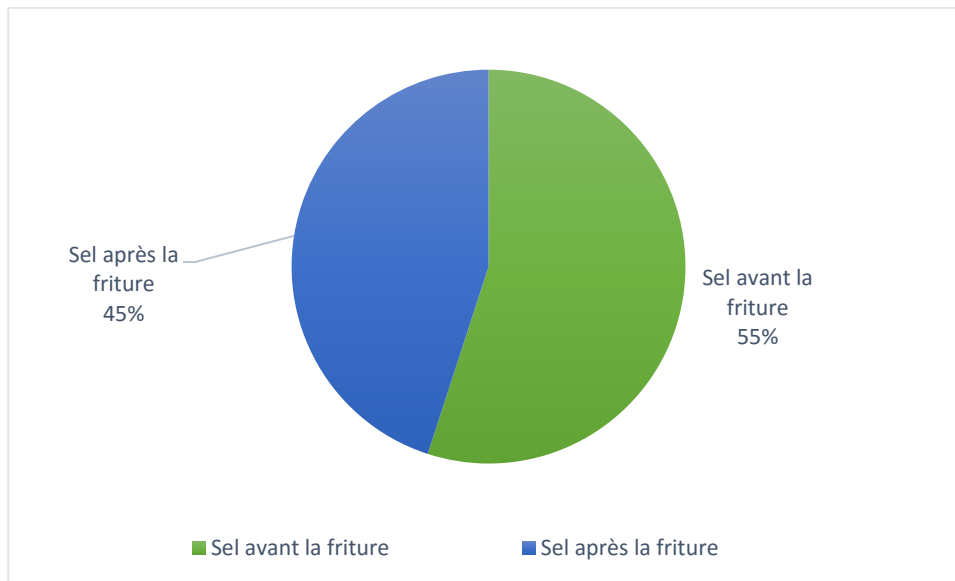


Figure 17 : Les conditions pendant la friture (le sel)

Les résultats montrent que 55% des consommateurs utilisent le sel avant de commencer la friture, et 45% ajoutent le sel après l'opération de friture.

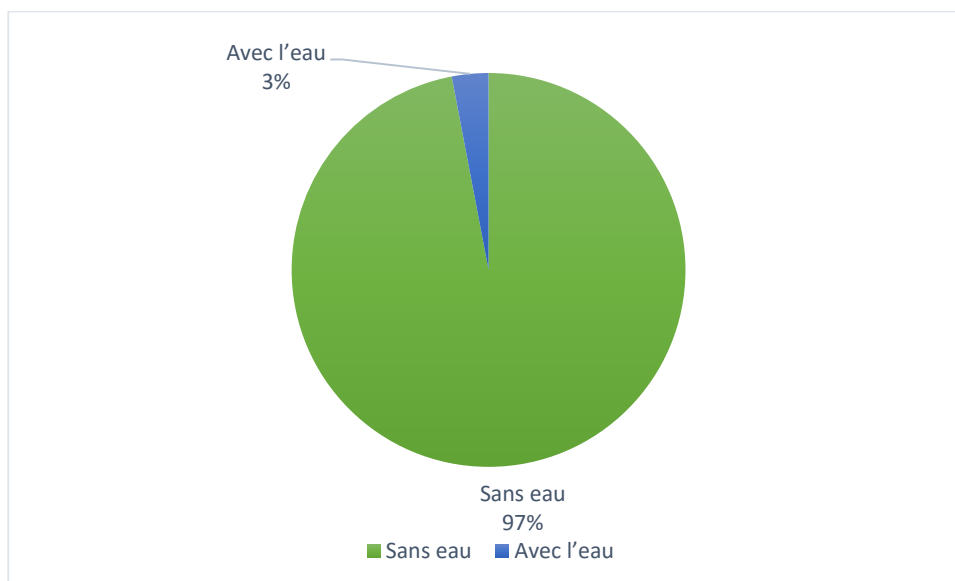


Figure 18 : Les conditions pendant la friture (contact de l'eau)

La majorité des consommateurs 97% ont laissés les aliments séchés avant de les immergés sur le bain d'huile pour la friture.

Par contre 3% sont congelés les aliments avant la friture.

Sous l'effet de l'eau contenue dans les aliments, de l'air et des aliments eux-mêmes, l'huile chaude subit des transformations chimiques conduisant à la formation de composés polaires, la diminution de certains composés d'intérêt nutritionnel, l'apparition de composés volatils

responsables d'odeurs désagréables et l'apparition de composés non volatils qui s'avèrent toxiques à fortes doses. Lors de la friture des huiles, vingt-six (26) composés chimiques nouveaux se forment.

9- Contrôlez-vous la température de la friture ?

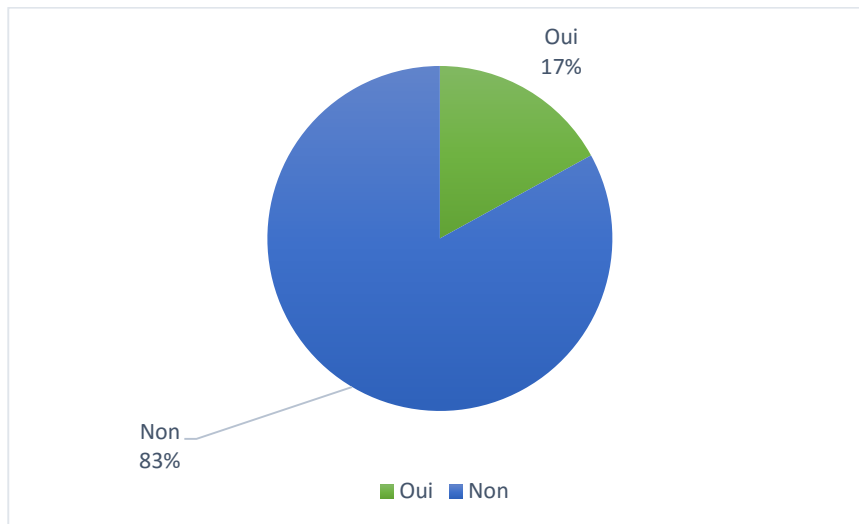


Figure 19 : Le contrôle de la température de la friture

La figure montre que 17% des consommateurs contrôlent vos température de friture.

La plupart des consommateurs 83% n'ne contrôlent pas la température de la friture. Lorsque les huiles sont chauffées, celles-ci subissent des dégradations plus ou moins importantes. Les huiles riches en acides gras mono insaturés, comme l'huile d'olive et l'huile d'arachide, sont plus stables et résistent plus à la chaleur que les huiles riches en acides gras polyinsaturés telles que l'huile de maïs et l'huile de soja. Pour les fritures, il est important de ne pas surchauffer l'huile (ne pas dépasser 180°C) et de la remplacer fréquemment.

10- Combien ré-utilisez-vous huiles de friture ?

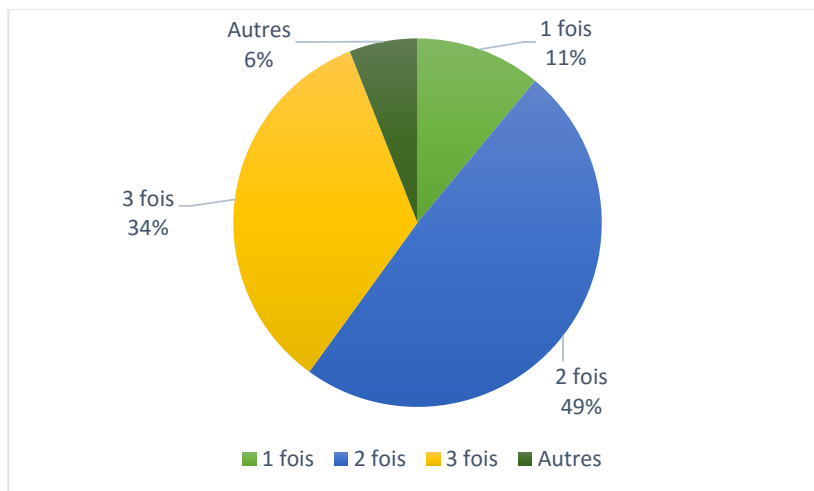


Figure 20 : La réutilisation des huiles de friture

La réutilisation des huiles de friture est un facteur d'altération des huiles :

- Brunissement de l'huile ;
- Apparition de mousse ;
- Huile devenant plus visqueuse ou trop épaisse ;
- Apparition de fumées ;
- Apparition d'odeurs incongrues.

La majorité des consommateurs réutilisent l'huile 2 à 3 fois dans la friture (49% et 34% respectivement), et 11% réutilisent l'huile une fois. Et 6% réutilisent l'huile supérieure de 3 fois.

11- Quel est le paramètre qui vous permet de réutiliser l'huile ?

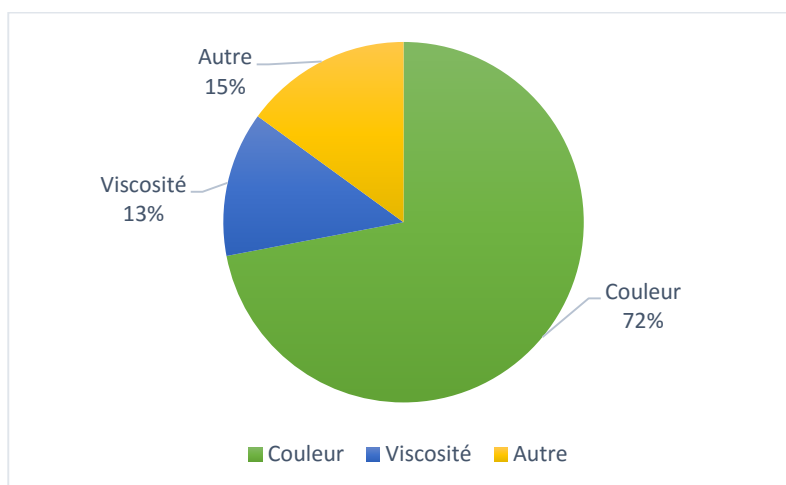


Figure 21 : Les paramètres de la réutilisation d'huile

La majorité des enquêtés 72% changent l'huile de friture à cause de sa couleur, et les reste changent l'huile soit à cause de viscosité 13% ou l'odeur 15% (autres).

12- Lorsque vous avez terminé la friture, est-ce que vous filtrez vos huiles ?

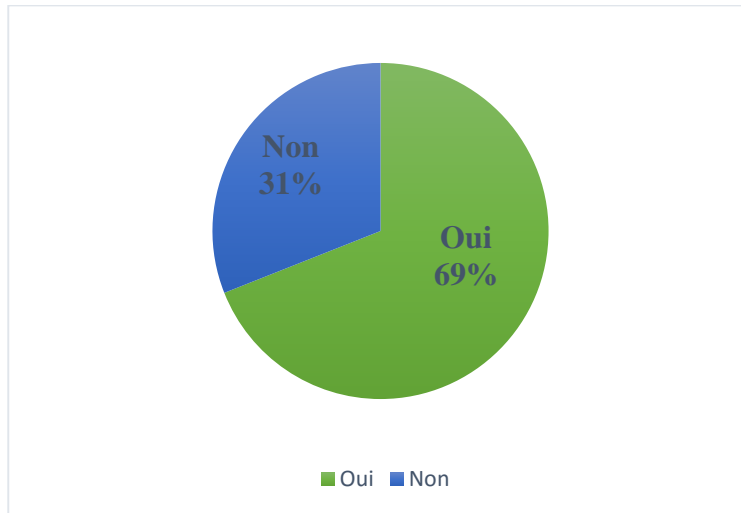


Figure 22 : La filtration des huiles

La plupart des consommateurs 69% filtrent leurs huiles de friture à chaque réutilisation et 31% ne les filtrent pas.

Filtrez le bain après chaque usage afin d'éliminer les débris qui risqueraient de carboniser la fois suivante et contribueraient à dégrader ledit bain. Refaire le niveau de celui-ci ; le garder au frais dans un récipient fermé, à l'abri de la lumière et de l'air pour éviter les oxydations (dans la friteuse elle-même si elle est munie d'un couvercle). Essuyez parfaitement le récipient : aucune trace d'eau ne doit rester avant d'introduire l'huile d'un nouveau bain.

13- Comment conservez-vous vos huiles ?

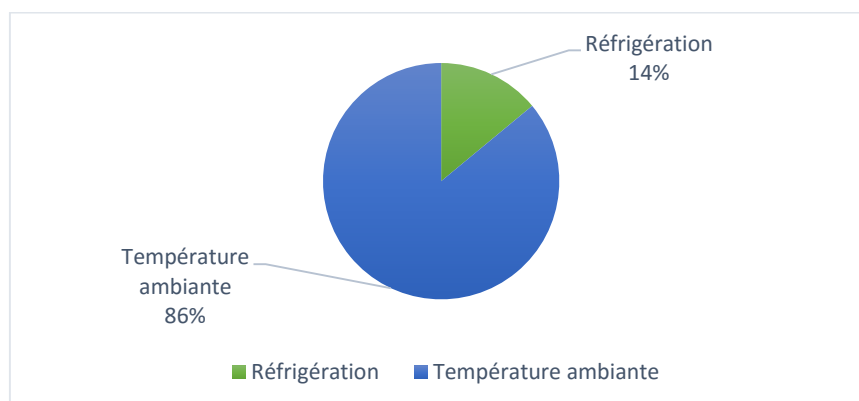


Figure 23 : Les conditions de conservations des huiles de friture usagées

La température ambiante suscite un grand intérêt chez les consommateurs révélant des taux de réponses de 86%. Contrairement à certains consommateurs ont répondu, à de taux de 14%, que mettre leur huile dans le réfrigérateur.

14- Où jeter l'huile après leur usage ?

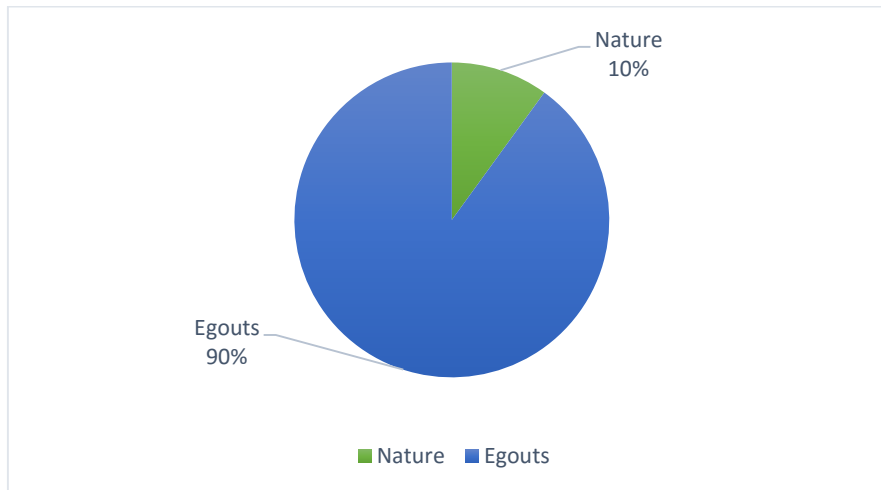


Figure 24 : Les endroits où huile de friture usagée jetée

L'objectif de cette analyse est de connaître les endroits où huile est jetée et trouver des solutions pour recycler cette matière première. Car après la santé du consommateur, l'environnement où il évolue est d'une incontestable prépondérance. Il est évident après interprétation de ces résultats que 90% des consommateurs jetant l'huile usagée dans les canalisations d'égout et le reste (10%) dans la nature. Parallèlement, une huile qui a fumé, qui est trop foncée, trop visqueuse ou assez, qui a une odeur rance.

15- Selon vous es qu'une huile de friture est riche en :

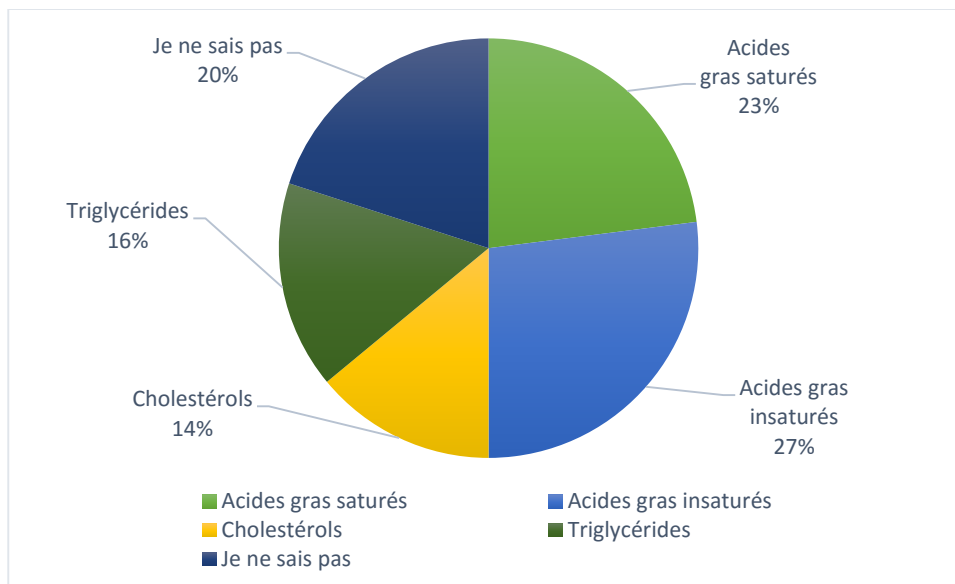


Figure 25 : La composition d'huile de friture

Les résultats de cette question sont approximatifs, 20% ne connaissent pas les composants. 14% des consommateurs ont répondu le cholestérol, 16% les triglycérides, acides gras saturés 23% et 27% les acides gras insaturés.

Les huiles de fritures sont riches en calories, en acides gras saturés, en acides gras Trans et en sodium.

16- A votre avis, est-ce que les huiles usagées sont bonnes pour la santé ?

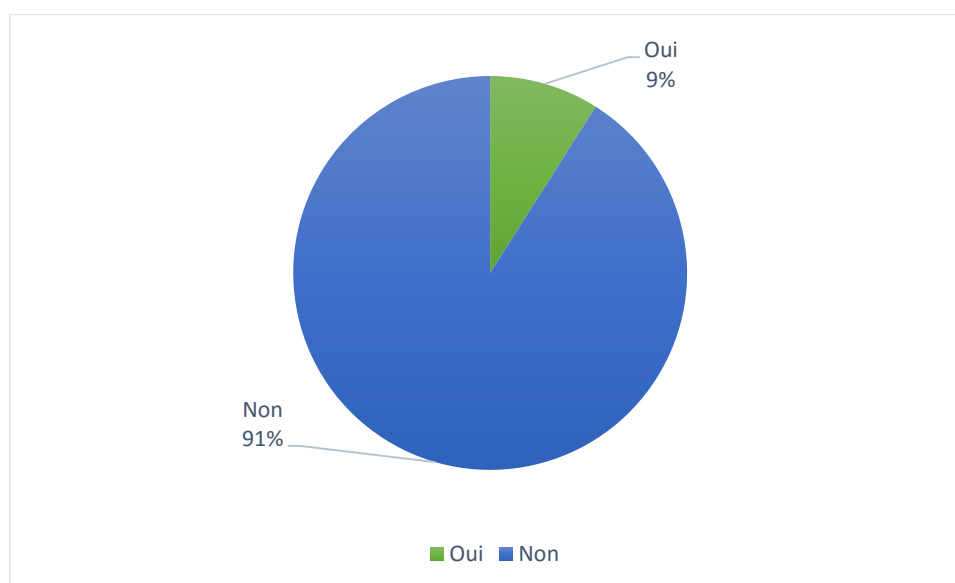


Figure 26 : Avis des enquêtés sur l'huile de friture et la santé

La majorité des participants (91%) savent que les huiles de friture sont mauvaises pour la santé, par contre 9% répondent que les huiles de fritures sont bonnes pour la santé.

Manger régulièrement de la friture est non seulement nuisible pour votre poids mais aussi pour votre santé ; les dangers de consommer trop de friture sont :

- Problème de poids.
- Hypertension artérielle.
- Diabète de type 2.
- Hypercholestérolémie.
- Augmentation des maladies cardiovasculaires.

II. Caractéristiques physicochimiques des huiles de fritures étudiées

Les huiles d'Elio et AFIA sont soumises à des examens physico-chimiques avant la friture, et après 1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème}, 10^{ème} friture, afin de vérifier leur qualité et leur pureté en comparaison aux normes officielles internationale ou nationale.

1. Indice d'acide

Les résultats d'indice d'acide des deux huiles obtenu après les analyses physicochimiques qu'on a fait, et l'analyse de variance sont mis en évidence dans le tableau et la figure.

L'indice d'acide avant et après les différentes fritures (1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème} et 10^{ème} friture) est significativement différent sous l'effet simultané de la température et du temps de friture.

On observe qu'IA augmente d'une manière significative au cours de la friture. L'IA minimum a été observée dans l'huile vierge soit ELIO ou AFIA avec une valeur de 0.28 mg KOH /g ; et le maximum a été observé à la 10^{ème} friture de AFIA et ELIO avec des valeurs presque identiques (0,83 et 0,81 mg KOH /g) respectivement.

La 1^{ère} et la 3^{ème} friture d'huile AFIA ou ELIO (0,41 ; 0,36 et 0,56 ; 0,51 mg KOH /g) sont acceptables selon le Codex Alimentarius qui dit que l'IA doivent être inférieures à 0,6 mg KOH /g.

Alors que ; la 5^{ème} et la 10^{ème} friture de deux huiles ELIO et AFIA sont supérieures à la norme de Codex Alimentarius.

Tableau 4 : Évolution de l'indice d'acide des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

| | Vierge | 1 ^{ère} friture | 3 ^{ème} friture | 5 ^{ème} friture | 10 ^{ème} friture |
|------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Elio | 0,28 ± 0 ⁱ | 0,36 ± 0,006 ^h | 0,51 ± 0,012 ^f | 0,62 ± 0,017 ^d | 0,81 ± 0,006 ^b |
| Afia | 0,28 ± 0 ⁱ | 0,41 ± 0,017 ^g | 0,56 ± 0 ^e | 0,67 ± 0 ^c | 0,83 ± 0,017 ^a |

Chaque valeur représente une moyenne de trois répétitions (n= 3) suivies de l'écart type.

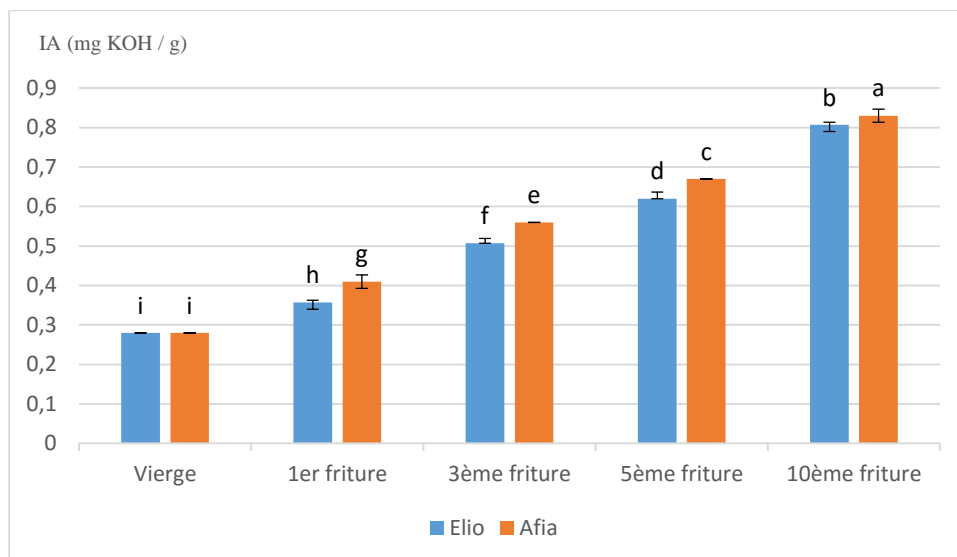


Figure 27 : Évolution de l'indice d'acide des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

L'indice d'acide est une mesure des acides gras libres présents dans l'huile. Les acides gras se trouvent sous la forme de triglycérides, cependant, au cours de la transformation des acides gras peuvent avoir hydrolysé en acide gras libre. Plus l'IA trouvé, plus le niveau des AGL qui se traduit par une diminution de la qualité de l'huile (Monika et al, 2013).

2. Humidité

Le tableau et la figure représentée les résultats des deux huiles avant et après la friture. Selon le Codex Alimentarius le taux moyen de l'humidité des huiles végétales est 0.2% ; alors les résultats des deux huiles vierges et la 1^{ère} friture sont au niveau des normes (Elio= 0,053% et 0,14% ; AfIA= 0,05% et 0,14%) respectivement.

Mais par contre ; tous les résultats restants ont dépassé les normes de 0,2%, comme on le voit sur le tableau.

Tableau 5 : Teneur en humidité des huiles des différentes fritures ELIO et AFIA (en %)

| | Vierge | 1 ^{ère} friture | 3 ^{ème} friture | 5 ^{ème} friture | 10 ^{ème} friture |
|------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Elio | 0,053 ± 0,006 ^e | 0,14 ± 0 ^d | 0,34 ± 0,006 ^c | 0,43 ± 0,026 ^b | 0,58 ± 0,006 ^a |
| Afia | 0,05 ± 0 ^e | 0,14 ± 0,006 ^d | 0,33 ± 0,02 ^c | 0,45 ± 0,021 ^b | 0,58 ± 0,021 ^a |

Chaque valeur représente une moyenne de trois répétitions (n= 3) suivis de l'écart type.

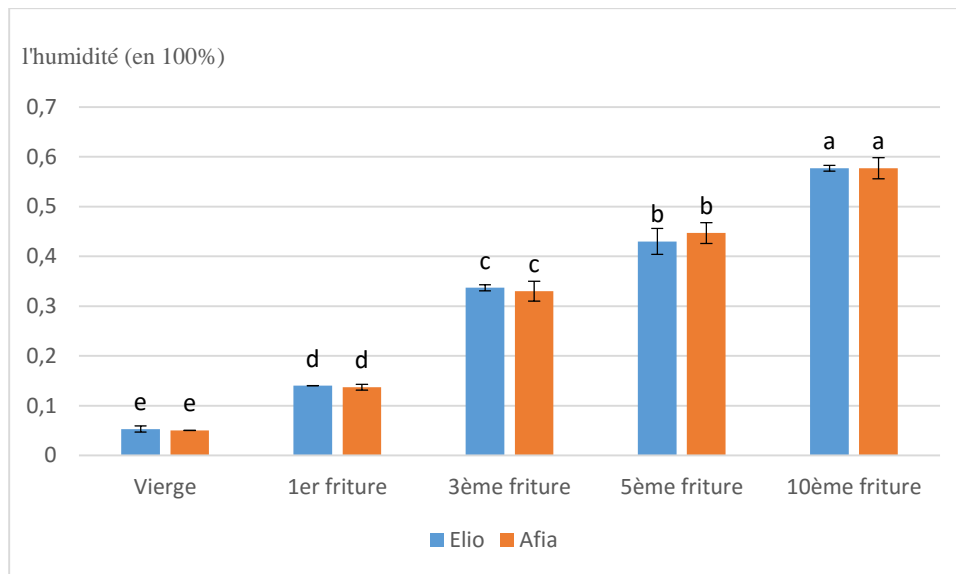


Figure 28 : Teneur en humidité des huiles des différentes fritures ELIO et AFIA (en %)

L'humidité dans les aliments provoque et accélère l'oxydation des composés hydrolytiques. Les aliments à forte teneur en eau, comme la pomme de terre et les aliments avec chapelure ou de pâte matériaux provoquent l'hydrolyse rapide de l'huile de friture (WEI-AN CHEN et al, 2013).

3. Indice de peroxyde

(DGCERF ; 2012) Le ministère de commerce algérien avait fixé le nombre d'indice de peroxyde sur les huiles de fritures à 20 meq O₂ / kg.

Les deux huiles (ELIO, AFIA) ont des résultats proches et aux normes, au départ l'IP est égale 4,1 et 4,35 meq O₂ / kg pour l'huile vierge, après les cycles de chauffage l'IP est débuté d'augmenté à 5,18 meq O₂ / kg pour ELIO et 5,73 meq O₂ / kg pour AFIA sur la 1^{ère} friture.

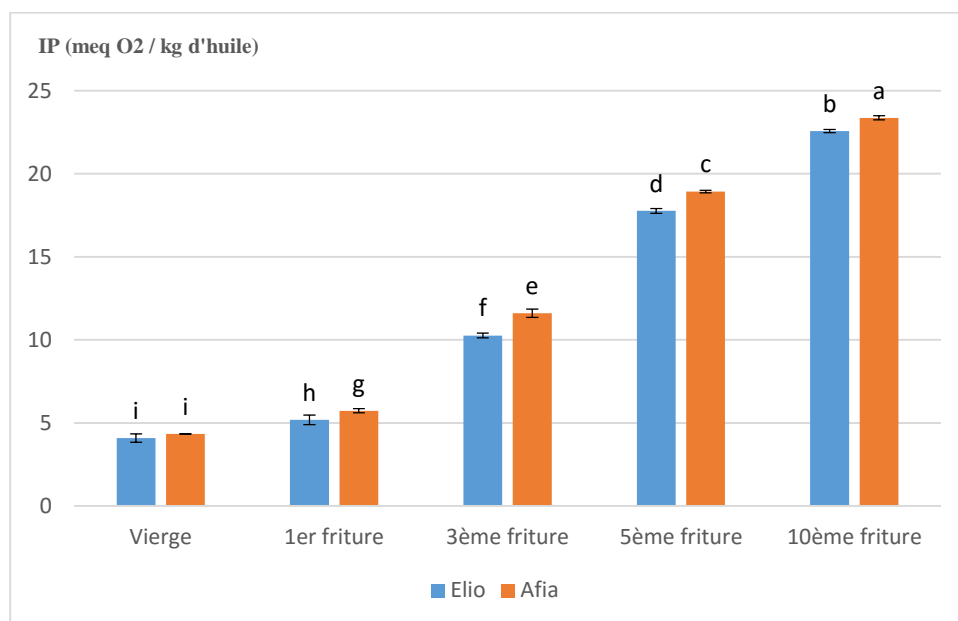
La 3^{ème} friture et la 5^{ème} friture sont toujours des valeurs aux normes.

Le tableau montre une augmentation significative d'indice de peroxyde, et enregistre que la 10^{ème} friture des deux huiles soit AFIA ou ELIO sont les seules valeurs supérieures aux normes (23,37 meq O₂ / kg et 22,57 meq O₂ / kg) successivement.

Tableau 6 : Évolution de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

| | Vierge | 1 ^{ère} friture | 3 ^{ème} friture | 5 ^{ème} friture | 10 ^{ème} friture |
|------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Elio | 4,1 ± 0,25 ⁱ | 5,18 ± 0,29 ^h | 10,27 ± 0,14 ^f | 17,77 ± 0,14 ^d | 22,57 ± 0,1 ^b |
| Afia | 4,35 ± 0 ⁱ | 5,73 ± 0,13 ^g | 11,6 ± 0,25 ^e | 18,93 ± 0,08 ^c | 23,37 ± 0,13 ^a |

Chaque valeur représente une moyenne de trois répétitions (n= 3) suivis de l'écart type.

**Figure 29** : Évolution de l'indice de peroxyde des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

Un peroxyde est un composé chimique contenant un groupe fonctionnel de formule générale R-O-O-R'. Ces composés, oxydant très actif, comportent une plus grande quantité d'oxygène qu'un oxyde normal. Les peroxydes se décomposent en aldéhydes et cétones, à l'origine de la perception du goût désagréable d'une huile. Le goût et l'odeur sont, en effet, des indicateurs très sensibles de la détérioration oxydative des huiles et MG.

La valeur de l'IP est l'un des paramètres de la qualité souvent déterminée au cours de l'élaboration, stockage et commercialisation. Cet indice chimique indique le degré d'oxydation et mesure la quantité de peroxydes, produits primaires d'oxydation d'une huile (SAAD et al ; 2006).

L'oxydation augmente considérablement avec la température, généralement le plus l'huile chaude plus le risque de développement d'oxydation. Les peroxydes qui sont développés sont instables et à des températures de friture ils se décomposent pour former une gamme de

produits d'oxydation secondaire. Certains de ces produits secondaires peuvent se développer goûts et des odeurs agréables frites tandis que d'autres donnent lieu à des odeurs désagréables, âcres et de saveurs hors menant à rancir produit (Paul Heness ; 2008).

4. Taux des composés polaire

Selon le (DGCERF ; 2012) les normes internationales de taux de composés polaires ne doivent pas dépasser 25%.

Le tableau et la figure suivants représentent les résultats de taux de composés polaires dans les huiles de table usagées (Elio et Afia), dans ce paramètre, les seuls échantillons respectés les normes sont les huiles vierges avec des valeurs de 21,67% pour Elio et 23,17% pour Afia.

Après la cuisson (friture) des huiles avec l'aliment, et la réutilisation d'opération de friture à 10^{ème} friture, on peut voir en général dans la figure une augmentation significative sur les deux huiles.

Les résultats d'Elio de la 1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème} et la 10^{ème} friture sont dépassés le seuil de 25% (28,33%, 29,83%, 33,83%, 36,5% respectivement). Et aussi pour l'huile d'Afia, les résultats de ce dernier sont dépassés le seuil de 25%.

Tableau 7 : le taux des composés polaires des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

| | Vierge | 1 ^{ère} friture | 3 ^{ème} friture | 5 ^{ème} friture | 10 ^{ème} friture |
|------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Elio | 21,67 ± 0,58 ⁱ | 28,33 ± 0,29 ^f | 29,83 ± 0,76 ^e | 33,83 ± 0,76 ^c | 36,5 ± 0,87 ^a |
| Afia | 23,17 ± 0,29 ^h | 26 ± 0,5 ^g | 28,33 ± 0,58 ^f | 32,33 ± 0,29 ^d | 35,33 ± 0,29 ^b |

Chaque valeur représente une moyenne de trois répétitions (n= 3) suivie de l'écart type.

Les composés polaires ont été obtenus à partir de l'oxydation et la réaction thermique de l'huile lors de la friture. Par conséquent, plus de composés polaires dans l'huile de soja ont été générés que dans l'oléine de palme durant la friture en raison de l'accélération de l'oxydation (WEI-AN CHEN et al, 2013).

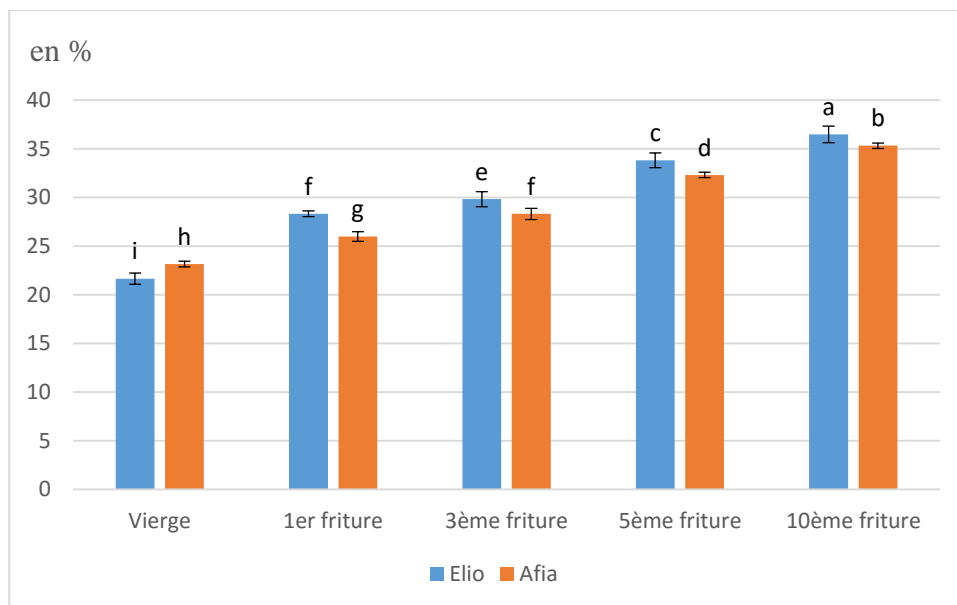


Figure 30 : le taux des composés polaires des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

5. Indice de saponification

Selon l'Arrêté du 26 Joumada Ethania 1432 correspondant au 29 mai 2011 rendant obligatoire la méthode de détermination de l'indice de saponification des corps gras d'origine animale et végétale de ministère de commerce algérien ; le nombre de l'indice de saponification ne dépasse pas 200.

Les résultats représentés dans le tableau et la figure montrent une augmentation significative d'IS pour chaque huile (Elio ou Afia).

Toutes les valeurs ne dépassent pas les normes nationales.

Tableau 8 : Évolution d'indice de saponification des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

| | Vierge | 1 ^{ère} friture | 3 ^{ème} friture | 5 ^{ème} friture | 10 ^{ème} friture |
|------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Elio | 119,68 ± 0,81 ^h | 143,53 ± 0,81 ^f | 149,60 ± 0,81 ^e | 151,94 ± 0,81 ^d | 163,16 ± 0,81 ^b |
| Afia | 125,99 ± 0,41 ^g | 149,14 ± 0,81 ^e | 151,94 ± 0,81 ^d | 155,08 ± 0,57 ^c | 168,07 ± 0,4 ^a |

Chaque valeur représente une moyenne de trois répétitions (n= 3) suivie de l'écart type.

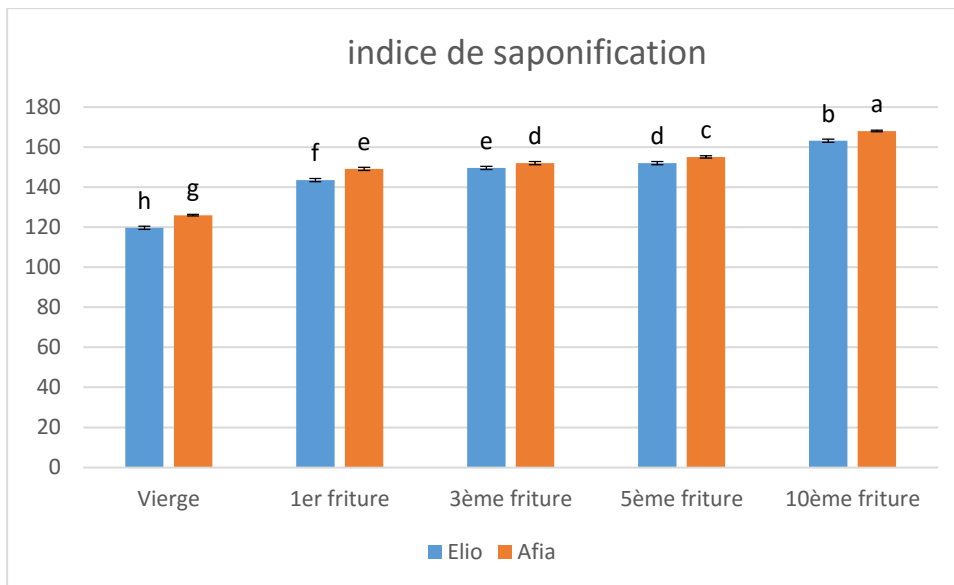


Figure 31 : Évolution d'indice de saponification des échantillons d'huile de friture ELIO et AFIA

La connaissance de l'indice de saponification d'un corps gras nous renseigne sur la longueur de la chaîne carbonée des acides gras constituant le corps gras.

Les acides gras polyinsaturés oméga-3 sont reconnus pour les bienfaits qu'ils nous apportent. Ils contribueraient entre autres à l'abaissement des risques de maladies cardiovasculaires, au développement de certaines fonctions du cerveau et ils auraient un impact positif sur la santé oculaire. Toutefois, lors de traitement thermique intense, tel que la friture, diverses réactions de dégradations peuvent se produire sur les acides gras polyinsaturés oméga-3 contenus dans les huiles. Par exemple, lorsqu'ils sont en contact avec l'oxygène, ils formeront des produits polaires qui sont nocifs pour la santé. La chaleur formera entre autres des acides gras Trans, des polymères et des monomères cycliques d'acides gras. Ces derniers peuvent être dommageables pour la santé. De plus, puisque ces produits se forment dans les huiles de friture, ils se retrouveront également dans les aliments frits et donc dans notre alimentation (Vanessa, 2015).

Conclusion

Lors du processus de friture, plusieurs dégradations se produisent au niveau des acides gras. La température employée, les aliments qui y sont frits et la présence d'oxygène dans l'huile sont les principaux facteurs qui induisent ces dégradations. Des acides gras libres, des mono- et diglycérides, des polymères, des produits polaires, ainsi que des monomères cycliques d'acides gras peuvent ainsi être formés. Certains de ces produits étant néfastes pour la santé, il est donc important de comprendre la formation de ces produits.

Sous l'effet de l'eau contenue dans les aliments, de l'air et des aliments eux-mêmes, l'huile chaude subit des transformations chimiques conduisant à la formation de composés polaires, la diminution de certains composés d'intérêt nutritionnel, l'apparition de composés volatils responsables d'odeurs désagréables et l'apparition de composés non volatils qui s'avèrent toxiques à fortes doses.

Notre travail a été consacré sur deux parties suivantes :

- L'enquête réalisée fait ressortir que la friture d'aliment c'est le mode de cuisson le plus utilisé dans la wilaya de Mostaganem.
- L'évaluation des paramètres physico-chimiques lors de la dégradation des deux huiles alimentaires, Elio et Afia, à la norme du codex Alimentarius dans le but de s'assurer de sa pureté, de l'incidence des certaines paramètres.

Dans un premier temps, nous avons contrôlé nos huiles Elio et Afia et les valeurs des indices physico-chimiques sont conformes à la norme du Codex Alimentarius

Dans un deuxième, de l'ensemble des résultats obtenus par la caractérisation des paramètres physico-chimiques des deux huiles après 1^{ère}, 3^{ème}, 5^{ème} 10^{ème} cycles de friture, nous pouvons retenir, ce qui suit :

Sur le plan des caractéristiques physiques de nos huiles (humidité), on note une légère différence avec l'élévation de ces paramètres au cours de la friture, ce qui traduit que les huiles ont perdu leur pureté.

La détermination et le suivie des indices chimiques des huiles étudiées après chaque friture montrent une élévation :

De l'indice d'acide allant jusqu'à 0,51 et 0,56 mg KOH /g respectivement pour les deux échantillons Elio et Afia de la 3^{ème} friture qu'ils sont toujours conforme aux normes du Codex Alimentarius, et de la 10^{ème} friture qui varie jusqu'à 0,81 et 0,83 mg KOH/g ne sont pas conformes aux normes du Codex Alimentarius.

De l'indice de peroxyde allant jusqu'au 22,57 et 23,37 meq O₂/kg respectivement pour les deux huiles Elio et Afia de la 10^{ème} friture.

La 1^{ère} friture montre l'augmentation de taux des composés polaires totaux varie jusqu'à 28,33 et 26% respectivement pour les deux échantillons Elio et Afia, ce qui montre que ne sont pas conformes aux normes du Codex Alimentarius.

Les résultats ont prouvé qu'après 10 cycles de friture de pomme de terre, les huiles testées présentaient une dégradation dépasser les critères réglementaires.

Références bibliographiques :

- ❖ **Ahmidou Ouaouich (ONUUDI) et Hammadi Chimi (IAV Hassan II).** Guide du producteur de l'huile d'olive, organisation des nations unies pour le développement industriel ; Vienne, **2007**.
- ❖ **Aman Mohammad ZIAIIFAR,** Oil absorption during deep fat drying Mechanisms and important factors. Thèse pour obtenir le grade de Docteur de l'Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech).**2008**.
- ❖ **Artz WE, Osidacz PC, Coscione AR,** Acceleration of the thermooxidation of oil by heme iron. *J Am Oil ChemSoc* 82:579–84. **2005a**.
- ❖ **Artz WE, Osidacz PC, Coscione AR.** Iron accumulation in oil during the deep fat frying of meat. *J Am Oil ChemSoc* 82:249–54. **2005b**.
- ❖ **Bouchon P.** Understanding Oil Absorption during Deep Fat Frying. *Advances in Food and Nutrition Research*, 37(5): 209-234. **2009**.
- ❖ **Bohuon P., Broyart B., Trystram G.** Mise en oeuvre des matières agroalimentaires, chapitre 4 : Création et transformation de solides alimentaires, Eds. Lavoisier, Paris, 240 p. **2006**. **Codex alimentarius**, Annexe V, avant-projet de norme pour les huiles végétales portant un nom scientifique. Compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Actualité en chimie* n^o 270: 108-115. **1993**.
- ❖ **Cuvelier M.E., Maillard M.N.** Stabilité des huiles alimentaires au cours de leur stockage. *Oil seeds Fats Crops and Lipids*, 19(2): 125-132. **2012**.
- ❖ **Delagoutte C.** Huiles de friture et dangers, *La Cuisine Collective*, n 205. **2007**.
- ❖ **DGCERF,** Guide de contrôle des huiles de friture.**2012**.
- ❖ **DJADOUN SADIA.** Influence de l'hexane acidifié sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive assistée par micro-ondes. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou Faculté des Sciences, Département de chimie.**2012**.
- ❖ **Elisabeth Vierling.** Aliments et boissons, Filières et produits, *Science des aliments*, Série dirigée par Guy Leyral, 3eme édition, **2008**. p 207-208-210.

- ❖ **Fedeli E.** The behavior of olive oil during cooking and frying. In: Varela G, Bender AE, Morton ID, editors. *Frying of food: principles, changes, new approaches*. New York: VCH Publishers. p 52–81. **1988**.
- ❖ **FRANKEL EN.** Methods to determine extent of oxidation. In *lipid oxidation*. Frankel E N Ed, the oily press, Glasgow: 79-98. **1998**.
- ❖ **Gornay Julien.** Transformation par voie thermique de triglycérides et d'acide gras. Application à la valorisation chimique des déchets lipidiques Institut national polytechnique de lorraine. Département de chimie physique des réactions. **2006**.
- ❖ **HAMMDL, HAMMOND EG, PARVANA V, and SNYDER H.** The determination of peroxides by the Stamm method. *J . Am. Oil. Chem. Soc.* 42:920–922. **1965**.
- ❖ **Houhoula DP, Oreopoulou V, Tzia C.** The effect of process time and temperature on the accumulation of polar compounds in cottonseed oil during deep fat frying. *J Sci Food Agric* 83:314–9. . **2003**.
- ❖ **Kahina BOUHADJRA épouse FODHIL.** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge. Mémoire de magister en chimie de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. **2011**.
- ❖ **Karleskind A,** Manuel des corps gras. Tech et DOC. Lavoisier. Vol 1, PP121-122. **1992**.
- ❖ **Lee J, Lee S, Lee H, Park K, Choe E,** Spinach (*Spinaciaoleracea*) powder a sa naturalFood- grade antioxidant in deep-fat-fried products. *J Agric Food Chem*50:5664–9. **2002**.
- ❖ **Leskova E., Kubikova J., Kovacikova E., Kosicka M., Porubska J., Holcikova K.** Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 252 - 276. **2006**.
- ❖ **Le Floch E., Acker P., Ramel P., Lanteaume M. T., Le Clerc A. M.** Les effets d'un chauffage de type culinaire sur les principaux corps gras alimentaires. Ses incidences physiologiques et nutritionnelles. *Ann.Nut. Alim.*, 22: 249-265. **1968**.
- ❖ **Lion Ph.** Travaux pratiques de chimie organique. Ed. Dunod, Paris. **1955**.

- ❖ **Mellema M**, Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried food. *Trends in Food Science and Technology* 14: 364-373. **2003**.
- ❖ **Mendez Ana Isabel et Falqué Elena**, Effect of storage time and container type on the quality of extra virgin olive oil. *Food control* 18, 521- 529. **2007**.
- ❖ **Monoj K. Gupta**. *Frying Oils*. MG Edible Oil Consulting International Richardson, Texas. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi. Copyright @ **2005** John Wiley & Sons, Inc.
- ❖ **Monika Choudhary, Kiran Grover**. Effect of Deep Fat Frying on Physicochemical Properties of Rice Bran Oil Blends. *IOSR Journal of Nursing and Health Science*. E-ISSN: 2320–1959.p- ISSN: 2320–1940 Volume 1, Issue 4 (May – Jun. **2013**), PP 01-10.
- ❖ **Paul Heness**. Making your frying oil last the distance .*Heat and Control Technical Advisor*, Australia December **2008**.
- ❖ **Pokorny J**. Changes of nutrients at frying temperatures. In: *Frying of Food. Oxidation, Nutrient and Non-Nutrient Antioxydants, Biologically Active Compounds and High Temperatures* , Eds. Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, pp 69-96. **1999**.
- ❖ **Rossell J.B**. *Frying, improving quality*. Boca Raton, FL: CRC Press, p 369. **2001**.
- ❖ **SAAD B., WAI WT., LIM BP. and SALEH MI**.Flow Injection Determination of Peroxide Value in Edible Oils Using Triiodide Detector. *Analytica Chimica Acta.*, 565: 261–270. (**2006**).
- ❖ **Saguy I.S., Dana D**. Integrated approach to deep fat frying: engineering, nutrition, health and consumer aspects, *Journal of Food Engineering*, 56:143-152. **2003**.
- ❖ **Saguy I. S., Pinthus E. J**. Oil uptake during deep fat frying: factors and mechanism. *Food Technology*, 49: 142-145. **1995**.
- ❖ **Seghier Y et Benahmed L**. Raffinage de l'huile de soja et élimination des acides gras libres au niveau de l'usine de Afia Master en génie des procédés, *Ingénierie biomoléculaire, Département de chimie organique industrielle, Faculté de chimie, Université des sciences et de la technologie d'Oran Mohamed Boudiaf*, pp 37-40. **2014**.
- ❖ **Sulaeman A., Keeler L., Giraud D. W., Taylor S. L., Wehling R. L., Driskell J. A**. Carotenoid content and physicochemical and sensory characteristics of carrot chips

- deep-fried in different oils at several temperatures. *Journal of Food Science*, 66:1257-1264. **2001**.
- ❖ **Ufheil G., Escher F.** Dynamics of Oil Uptake during Deep-fat Frying of Potato Slices. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 29: 640-644. **1996**.
 - ❖ **Uzzan A.** Olive et huile d'olive. In «Manuel des corps gras». Tome 1, Ed. Lavoisier, Paris, pp 221-228. **1992**.
 - ❖ **Vanessa P.** Développement d'antioxydants pour les huiles de friture et contribution à l'étude du mécanisme de formation des monomères cycliques à partir d'acides gras omega-3. Mémoire, Maîtrise en sciences et technologie des aliments, Université Laval Québec, Canada. **2015**.
 - ❖ **Varela G., Bender A.E., Morton I.D.** Frying of principales, changes, new approches. New York: VCH. (Morton, I. D., ed.). Ellis Horwood. Chichester, p 202. **1988**.
 - ❖ **Wei-an Chen, Chihwei P. Chiui, Wei-ei Chih Cheng, Chao-Kaihsu and Meng-i Kuo.** Total Polar Compounds and Acid Values of Repeatedly Used Frying Oils Measured by Standard and Rapid Methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, Vol. 21, No. 1, **2013**, Pages 58-65.
 - ❖ **Ziaifar A. M.** Oil absorption during deep fat frying: mechanisms and important factors, *Industries des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement (Agro Paris Tech)*, Thèse doctorale. **2008**.

Enquête sur la consommation des huiles de table usagées dans la wilaya de Mostaganem

Identification du consommateur :

Age :

Sexe :

Homme Femme

Niveau de vie :

Chômage Salaire moyenne Salaire important Autres.....

Niveau d'instruction :

Moyen Secondaire Universitaire Autres.....

Comportement du consommateur vis-à-vis des huiles de friture :

1- Connaissez-vous la composition chimique des huiles ?

Oui Non

2- Consommez-vous de la friture ?

Oui Non

3- Ou consommez-vous les aliments frittes ?

Maison Restaurant

4- Quelles sont les huiles commercialisées que vous utilisez pour la friture ?

Elio Afia Fleurial La belle Safia Lynor Autres.....

5- Quels sont vos critères d'achats d'une huile ?

Prix Qualité Autres.....

6- A quelle fréquence consommez-vous la friture par semaine ?

1 fois 2 fois 3 fois Autres.....

7- Quels sont les aliments que vous utilisez à la friture ?

Pomme de terre Légumes Viandes (Rouge, blanche, poisson)

8- Quelle est le mode de friture que vous utilisez ?

Profond Plat

9- Quels sont les conditions que vous utilisez pour la friture ?

Au contact de l'air Sel avant la friture Sans eau

Pas de contact avec l'air Sel après la friture Avec l'eau

10- Contrôlez-vous la température de la friture ?

Oui Non

Si oui quelle est la température que vous utilisez ?

11- Combien ré-utilisez-vous huiles de friture ?

1 fois 2 fois 3 fois Autres.....

12- Quel est le paramètre qui vous permet de ré-utiliser l'huile ?

Couleur Viscosité Autre.....

13- Lorsque vous avez terminé la friture, est-ce que vous filtrez vos huiles?

Oui Non

14- Comment conservez-vous vos huiles ?

Réfrigération Température ambiante

15- Où jeter l'huile après leur usage?

Nature Egouts

16- Selon vous es qu'une huile de friture est riche en :

Acides gras saturés

Acides gras insaturés

Cholestérols

Triglycérides

17- A ton avis, est-ce que les huiles usagées sont bonnes pour la santé ?

Oui, bonne pour la santé

Non, mauvais pour la santé

Expliquez :

.....

.....

.....

.....

.....

Merci pour votre réponse

Résumé

Notre étude porte sur deux huiles alimentaires commercialisées en Algérie. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact de la friture sur les deux huiles Elio et Afia par le suivi des paramètres physiques (humidité) et chimiques (indice d'acide, indice de saponification, indice de peroxyde et le taux de composés polaires).

Les résultats obtenus ont permis de déduire généralement que les deux huiles répondent à la norme du Codex Alimentarius à la 3^{ème} friture.

Les huiles alimentaires soumises à de fortes températures subissent des dégradations. La qualité est l'aspect le plus important dont dépendent leurs caractéristiques physico-chimiques.

L'analyse qualitative des deux huiles après 10 cycles de friture, montre que leurs composants se dégradent en formant de nouveaux composés, résultats de taux de composés polaires, de l'élévation de l'indice de peroxyde jusqu'à 22,567 et 23,367 respectivement pour les deux échantillons, et l'élévation de tous les autres paramètres.

Mots clés : huiles alimentaires, friture, les analyses physico-chimiques.

Abstract

Our study focuses on two food oils marketed in Algeria. The objective of this study is to evaluate the impact of frying on both Elio and AFIA oils by monitoring physical parameters (humidity) and chemical (Acid index, saponification index, peroxide index and level of polar compounds).

The results obtained allowed to deduct both fresh oils meet the standard of the Codex Alimentarius to the 3rd frying.

Edible oils subjected to high temperatures being degrade. Quality is the most important aspect of which depends on their physicochemical characteristics. Qualitative analysis of Elio and Afia oils after 10 frying cycles shows that their components degrade in forming new compounds, the results of the level of polar compounds of elevated peroxide index and the variation of all the indices determined during frying.

Keywords: food oils, frying, physic-chemical analysis.