

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Initiation du phénomène d'oxydation	11
Figure 2 : Propagation du phénomène d'oxydation.....	12
Figure 3 : Terminaison du phénomène d'oxydation.....	12
Figure 4 : Détermination d'indice d'iode.....	21
Figure 5 : Indice de rancidité	22
Figure 6 : Taux d'humidité des huiles collectées des différents marchés.....	24
Figure 7 : Indice de peroxyde des huiles collectées des marchés.....	25
Figure 8 : Indice d'acidité des huiles collectées des marchés.....	26
Figure 9 : Teneur en traces de savon des huiles collectées des marchés.....	28
Figure 10 : Impuretés insoluble des huiles collectées des marchés	29

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques des huiles collectées.....20

Tableau 2 : Paramètres facteurs de qualité sanitaire des huiles collectées.....23



LISTE DES ABREVIATIONS

AGE : Acides Gras Essentiels

AGI : Acides Gras Insaturés

AGL : Acides Gras Libres

AGMI : Acides Gras Mono Insaturés

APGI : Acide Gras Polyinsaturés

A_w : Activité de l'eau

DBM : Direction de la Biologie Médicale

DCANA : Direction de Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée

DCTAQ : Direction de la Coordination Technique et de L'Assurance Qualité

DCM/PNA : Direction de la Toxicologie, du Contrôle de l'Environnement et de l'Hygiène Publique

DLUO : Date Limite Optimale d'Utilisation

EPS : Etablissement Public de Santé

I_p : Indice de peroxyde

I_s : Indice de savon

ISO : Organisation Internationale de Standardisation

LNSP : Laboratoire National de Santé Publique

m : masse

MGT : Matière Grasse Totale

OMC : Organisation Mondiale du Commerce

PATO : Produits volatils d'Altération Thermoxydative

PE : Prise d'essai

SPAA : Suivi des Produits Agro-Alimentaires

SPCA : Service de Physico-chimie Alimentaire

T : Titre de solution

T_e : Taux d'humidité

TIR : Temps d'Induction au Rancimat

U.V : Ultra Violet

V : Volume

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Liste des figures	iii
Liste des tableaux.....	iv
Liste des abreviations.....	v
Resume.....	ix
Introduction	1
PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
I. Les corps gras.....	4
1. Définition.....	4
2. Composition des huiles alimentaires en acides gras	5
2.2 Les acides gras insaturés (agi).....	5
3. Propriétés physiques des acides gras.....	6
3.2 solubilité.....	6
3.3 point de fusion.....	7
3.4 propriétés spectrales	7
4. Propriétés chimiques des acides gras	7
II. Phénomènes de dégradations des corps gras.....	8
1. Cas de l'oxydation	8
1.1 auto oxydation des lipides.....	8
1.2 la photo-oxydation.....	8
1.3 l'oxydation enzymatique.....	8
1.4 la thermo-oxydation	9

2.	Les facteurs influençant l'oxydation des lipides.....	9
3.	Mécanisme réactionnel de l'oxydation	11
4.	Conséquences de la consommation des produits d'oxydation des corps gras sur la santé.....	12
5.	Notions de qualité des huiles alimentaires	12
5.2	les composantes de la qualité.....	12
5.3	les paramètres d'évaluation de qualité des huiles alimentaires	13
DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES		14
I.	Echantillonnage des huiles de consommation	14
II.	Paramètres physico-chimiques	14
1.	Indice d'iode.....	14
2.	Teneur en insaponifiable	15
3.	Indice de réfraction	15
4.	Test de résistance des huiles à l'oxydation : test au rancimat.....	15
III.	Paramètres facteurs de qualité sanitaire	16
1.	L'humidité (eau et matières volatiles)	16
2.	Indice de peroxyde	17
3.	Indice d'acide (acidité de l'huile).....	17
4.	Teneur en impuretés insolubles	18
5.	Trace de savon	18
6.	Détection des huiles minérales	19
TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION.....		20
I.	Paramètres physico-chimiques des huiles.....	20
1.	Indice d'iode.....	21

2. Indice de rancidité.....	21
II. Analyse des paramètres de qualité sanitaire	23
1. Taux d'humidité.....	24
2. Indice de peroxyde	25
3. Indice d'acidité	26
4. Trace de savon.....	27
5. Le taux d'impureté insoluble à l'hexane.....	28
6. Détermination d'huiles minérales.....	29
Discussion generale	30
Conculsion recommandation et perspectives	31
refferences bibliographiques.....	32
annexe.....	A

RESUME

Cette présente étude a pour but de suivre les paramètres de contrôle qualité des huiles alimentaires qui se retrouvent commercialisées dans les artères de la ville de Ouagadougou. Des échantillons d'huile de coton, d'arachide et de palme ont été prélevés dans des différents marchés de Pissy, Patte d'Oie, Tanghin, Zone 1 et Sankariaré . Les paramètres étudiés sont les paramètres physico-chimiques et ceux de la qualité sanitaire.

Il ressort des résultats obtenus 100 % de non-conformité du taux d'impuretés insolubles à l'hexane (1.23- 4.67% m/m) de la totalité des échantillons. Hormis l'impureté insolubles à l'hexane sur l'ensemble des paramètres considérés pour la qualité sanitaire, 60% des échantillons est conforme. Quant au 40% non conforme les paramètres considérés par la non-conformité sont : soit l'indice de peroxyde, soit l'indice d'acidité, soit l'indice trace de savon ; il faut noter que si l'un de ces trois est non conforme il y a un autre (un deuxième de ces trois paramètres) qui le saura aussi voir même le troisième paramètre. Pour l'indice d'iode d'une manière générale, les valeurs normatives du codex alimentarius ne sont pas respectées. Enfin la majorité des huiles échantillonnées sur les marchés ne se prêtent pas à la friture. En somme, les résultats montrent que certaines huiles sont préjudiciables pour la santé des consommateurs au vu des peroxydes qu'elles contiennent ou leurs prédispositions à oxyder en peroxydes.

Mots clés : Qualité, Physico-chimie, Sanitaire, Huiles alimentaires, Ouagadougou

INTRODUCTION

L'huile produite au BURKINA FASO est insuffisante pour couvrir la demande locale. En effet, au cours des années 2009-2010, la demande d'huile du marché burkinabè était de l'ordre de 60 000 à 65 000 tonnes tandis que la capacité de production annuelle des unités de transformation était estimée à 20 000 tonnes. Cette production est largement en deçà des capacités car elle ne représente que 0,1% de la capacité de production nationale (SPAA, 2013). Le déficit est complété par l'importation d'autres huiles dont principalement l'huile de palme qui représente 60% des huiles importées.

Mais que dire de la qualité de ces huiles ; selon l'enquête parlementaire de 2005, diligentée par l'Assemblée Nationale, pilotée par l'Inspection Générale des Affaires Economiques (IGAE) et le Laboratoire National de Santé Publique (LNSP), les huiles impropres à la consommation sont issues des productions artisanales. En effet, les analyses réalisées à l'issue de cette enquête ont montré que près de 15 % des huiles consommées au Burkina provenaient des unités artisanales et que ces huiles ne répondaient pas aux normes de production (Enquête parlementaire, 2005). Il faut également ajouter la pratique de la contrefaçon.

Mais que doit-on entendre par les huiles végétales comestibles ? Les huiles végétales comestibles sont des denrées alimentaires qui se composent 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 des acides gras libres naturellement présents dans la graine ou l'huile.

A l'instar des autres villes du pays, Ouagadougou est le lieu de consommation de l'huile sur toutes ses formes : assaisonnement, cuisson et surtout la friture (viandes frites, poissons frites, patates frites, ignames frites, beignets, omelettes, galettes,...). Or la méconnaissance de la qualité des huiles utilisées à cet effet a des conséquences désastreuses sur la santé du consommateur : cancer, maladies cardio-vasculaires (Misra et al, 2005).

Il s'avère donc indispensable de veiller à la protection de la santé du consommateur à travers le contrôle de la qualité de ces huiles. Notre étude vise, par conséquent, à investiguer et évaluer la qualité des huiles commercialisées, quel que soit leur origine (locale et

importation), qui entrent dans les habitudes culinaires de la population de Ouagadougou. Il s'agit plus spécifiquement de :

- Analyser les caractéristiques physico-chimiques des huiles vendues,
- Déterminer les paramètres facteurs de la qualité sanitaire de ces huiles.

PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

I. La mission du LNSP

Le Laboratoire National de Santé Publique (L.N.S.P) a été créé par décret n°99-377/PRESS/PM/MS du 28 Octobre 1999. C'est un Etablissement Public de Santé (EPS) doté de la personnalité juridique et de l'autonomie financière. Il est placé sous la tutelle technique du ministère de la santé et de la tutelle financière du ministère chargé des finances.

Il a pour objet de servir le laboratoire central de référence pour les analyses, les contrôles et les expertises de toute nature relatives à la biologie médicale, l'alimentation, la nutrition, la pharmacie, l'eau, l'environnement et tout autre domaine en rapport avec la santé publique et la sécurité sanitaire.

Il a pour mission de :

- Mettre en place l'organisation et la réalisation du contrôle de la qualité sur toutes les analyses effectuées au Burkina Faso ayant trait à la santé ;
- Valider les techniques d'analyses et veiller régulièrement au respect des normes et des bonnes pratiques de laboratoire d'analyse médicale ;
- Contrôler la qualité des aliments, médicaments, vaccins, sérums, réactifs, produits biologiques ; la qualité des eaux de consommation et de boisson de toute nature.

II. Les organes de direction

Le LNSP est administré par un conseil d'administration constitué de neuf (09) membres. Il est dirigé par un Directeur Général. Il comprend cinq (05) Directeurs Techniques, trois (03) directions administratives et des services centraux.

❖ Direction administrative

- Direction Générale (DG)
- Direction de l'Administration et des Finances (DAF)
- Direction des Ressources Humaines (DRH)

❖ Directions Techniques

Les différentes directions techniques sont :

- La Direction de la Coordination Technique et de l'Assurance Qualité (DCTAQ) ;
- La Direction de la Toxicologie, du Contrôle de l'Environnement et de l'Hygiène Publique (DCM/PNA) ;
- La Direction de la Biologie Médicale (DBM) ;
- La Direction du Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée (DCANA).

Notre stage a été effectué à la DCANA plus précisément au Service de Physico-chimie Alimentaire (SPCA) section Corps Gras.

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Les corps gras

1. Définition

Les corps gras alimentaires sont formés de lipides et le terme "lipides" englobe toutes les graisses comestibles de l'alimentation humaine. La distinction entre huile et graisse repose sur le point de fusion. Les huiles, liquides à 15°C, sont par exemple riches en acides gras insaturés.

- Les beurres (point de fusion à 25°C) ont un grand nombre d'acides gras saturés à chaîne courte.

- Les graisses (point de fusion autour de 35/40°C) sont généralement formées d'un mélange d'acide gras saturés et insaturés à 16 ou 18 carbones. Les huiles sont des liquides gras, visqueux, d'origine animale, végétale, minérale ou synthétique, qui sont à l'état liquide à la température ambiante et qui ne sont pas miscibles à l'eau. Les graisses sont solides ou concrètes (CODEX-STAN 210 Amandé 2003, 2005).

En alimentation, on décrit les corps gras « visibles » et les corps gras « invisibles » ou cachés. Les corps gras visibles sont les matières grasses isolées du tissu adipeux des animaux (saindoux), des graines oléagineuses (huile d'arachide, de tournesol, de colza), de germes de graines (maïs), de fruits oléagineux (olive, avocat, coprah, palme) ou du lait (beurre). Les corps gras invisibles font parties intégrantes du tissu que l'on consomme : viande, poisson, fromage, noix.

Dans l'organisme humain, ils ont des fonctions différentes selon leur nature et leur distribution (Rapport FAO/OMS, 1977) :

- les lipides de réserve sont formés de triglycérols et accumulés dans le tissu adipeux sous-cutané ;
- les lipides de structures forment les bicouches membranaires ;
- les lipides fonctionnels, comme les hormones lipophiles, les prostaglandines et les vitamines liposolubles sont des médiateurs cellulaires ;
- dans le sang, les lipides plasmiques sont sous forme de lipoprotéines. A jeun le taux de lipide plasmique est de 7 g.L⁻¹ (Frenot et Vierling, 2001).

2. Composition des huiles alimentaires en acides gras

Les acides gras sont les constituants permanents des lipides, ils ont comme point commun d'être hydrophobes (sauf ceux à chaîne courte $< C_8$). On note deux types d'acides gras : les non essentiels et les essentiels (Frenot et Vierling, 2001).

2.1 Les acides gras saturés (AGS)

Les acides gras saturés (AGS) c'est-à-dire ceux dont la chaîne hydrocarbonée ne comporte aucune double liaison, sont présents dans les graisses animales qui contiennent aussi du cholestérol (jaune d'œuf, abats,...). L'organisme dispose de systèmes enzymatiques pour synthétiser ou pour remanier les AGS destinés à être intégrés dans les phospholipides, les sphingolipides de la myéline et triglycérides de réserve des tissus adipeux qui assurent une grande part de la dépense énergétique. Les AGS, surtout C12 et C14, ont la mauvaise réputation d'être responsables de l'hypercholestérolémie et d'induire l'aggrégation des plaquettes et des plaques d'athérome (Rapport FAO/OMS, 1977). Les AGS de C10 à C40 hormis C12 et C14 sont neutres sur ces pathologies.

2.2 Les acides gras insaturés (AGI)

Les acides gras mono-insaturés (AGMI une seule double liaison) essentiellement l'acide oléique, est une réserve énergétique du tissu adipeux qu'ils maintiennent dans un état de semi fluidité à 37 °C.

Des enquêtes épidémiologiques attribuent à l'acide oléique un rôle hypocholestérolémiant ce qui justifie le bien fondé des régimes type méditerranéens riches en huile d'olive (Frenot et Vierling, 2001). A partir de l'acide palmitique, l'homme et les végétaux peuvent synthétiser l'acide oléique.

A partir de l'acide oléique, les voies divergent entre les animaux et les végétaux. Les végétaux désaturent vers le méthyle et donnent 2 molécules :

-l'acide linoléique C18 :2 n-6 à l'origine de la série n-6

-l'acide α linoléique C18 : 3 n-3 à l'origine de série n-3.

Les séries n-6 et n-3 sont essentielles par ce que leurs précurseurs ne peuvent être synthétisés par le foie (Frenot et Vierling, 2001).

2.3 Les acides gras essentiels (AGE)

Les acides gras essentiels sont des acides gras (les composants des graisses) que le corps ne peut pas produire, ou alors en quantité insuffisante. Ils doivent donc être apportés par l'alimentation (Livernais et Saettel, 2000). Ces acides gras essentiels sont classés en deux catégories:

- Les oméga 6: l'acide linoléique C18 : 2 ω 6 à l'origine de la série n-6.
- Les oméga 3: l'acide α linoléique C18 : 3 ω 3 à l'origine de série n-3.

Ces acides gras sont nécessaires à de nombreux processus biochimiques : construction des cellules, beauté de la peau, immunité, fourniture d'énergie.

2.4 Les acides gras trans

Les acides gras trans sont des acides gras qui se forment lors de l'hydrogénation des matières grasses d'origine animale ou végétale. L'hydrogénation des huiles végétales a pour but de les rendre moins liquides, mais aussi plus résistantes à l'oxydation lors de leur chauffage. Elle permet donc d'en faire des huiles de friture performantes. En 1995, pour déterminer l'influence des acides gras trans sur la santé, l'institut des corps gras (Iterg) s'est engagé dans une étude biomédicale menée dans la région Aquitaine, qui a révélé que les habitants de cette région consomment en moyenne 2,7 g d'acides gras trans par jour contre 10g par jour par les Américains. Il s'avère qu'une consommation de 2,7 g par jour d'acides trans est sans incidence sur les paramètres sanguins prédictifs du risque cardiovasculaire. Il ne faudrait cependant pas consommer plus de 5 à 5,5 g d'acides gras trans par jour.

3. Propriétés physiques des acides gras

3.1 Densité

C'est la masse volumique de l'huile ou bien le rapport de la masse d'huile sur son volume à une température donnée. Les acides gras et les lipides en général, possèdent un grand nombre d'atomes légers : hydrogène et carbone. Des molécules volumineuses mais peu denses, de sorte que la masse volumique des acides gras est inférieure à celle de l'eau : les lipides flottent sur l'eau.

3.2 Solubilité

Les acides gras sont insolubles dans l'eau, cela est la conséquence de la constitution des acides gras. Ils comportent deux zones :

- une chaîne carbonée comparable à celle des hydrocarbures et hydrophobe.

-un groupement carboxylique terminal polaire, ionisé et hydrophile.

Selon la proportion relative de chaque zone, la molécule est soluble dans l'eau ou pas. A partir de 8 atomes de carbones, les acides gras saturés sont insolubles. Les acides gras sont solubles dans les solvants organiques peu polaires comme le benzène, l'éther, le chloroforme.

3.3 Point de fusion

Le point de fusion d'une matière grasse peut être défini comme étant la température (°C) à laquelle les cristaux de cette matière grasse fusionnent. Traditionnellement on désigne les huiles et les graisses en fonction de leur propriété de fusion. Le point de fusion augmente avec la longueur de la chaîne. A température ordinaire (25 °C) les acides gras sont liquides jusqu'à 10 atomes de carbones. La désaturation diminue le point de fusion.

3.4 Propriétés spectrales

Les acides gras sont incolores dans les milieux naturels, par exemple les huiles, la couleur ambrée provient des constituants liposolubles comme les carotènes. Les acides gras à doubles liaisons maloniques n'ont pas de spectre ultra-violet, mais par chauffage en milieu alcalin on peut les ioniser en doubles liaisons conjuguées qui absorbent entre 316 et 232 nm. Cette méthode sert à doser les acides gras polyinsaturés.

4. Propriétés chimiques des acides gras

✓ Propriété du groupement -COOH

Deux (02) principales propriétés sont assignées au groupement -COOH des acides gras :

- **La formation de sels** : les sels des métaux alcalins sont des savons dont la propriété essentielle est d'abaisser la tension superficielle de l'eau.
- **La formation d'esters** : à l'état naturel les acides gras sont estérifiés par le glycérol (sauf quelques exceptions).

✓ Propriétés dues aux doubles liaisons

Les doubles liaisons s'oxydent et s'isomérisent surtout à chaud. Elles fixent l'iode. L'iode se fixe lentement sur les doubles liaisons, par contre les composés halogènes de l'iode (ClI et BrI) réagissent rapidement. La mesure de la quantité d'iode fixée sur les liaisons éthyléniques des corps gras constitue l'indice d'iode.

II. Phénomènes de dégradations des corps gras

1. Cas de l'oxydation

1.1 Auto oxydation des lipides

L'auto-oxydation d'un corps gras est un phénomène purement chimique très complexe mettant en jeu des réactions radicalaires capables de s'auto entretenir et qui ne nécessitent que la présence de l'oxygène atmosphérique (oxygène activé bi radicalaire).

Lorsqu'ils sont extraits de leur contexte de protection naturelle (cellules oléifères pour les graisses et huiles végétales, adipocytes pour les corps gras animaux), tous les lipides subissent au cours de leur conservation ou de leurs utilisations, des altérations de type auto oxydatif. Ces altérations plus ou moins marquées au niveau des composés non volatils formés selon les conditions d'emploi (conservation et utilisation à froid ou à chaud, cuissons, fritures...), sont toujours nettes lorsque l'aspect sensoriel est pris en considération, en particulier par l'apparition du défaut de rance (Perrin, 1993). Il s'en suit une implication directe du phénomène d'oxydation sur la valeur marchande des huiles et des corps gras et donc sur leurs DLOU (Date Limite Optimale d'Utilisation).

1.2 La photo-oxydation

L'oxydation est activée par la lumière et réagit avec les acides gras insaturés (addition sur les doubles liaisons) pour former des hydro-peroxydes sans passer par la formation de radicaux (Delacharlerie *et al.*, 2008). La photo-oxydation est une voie importante de production d'hydro-peroxydes en présence d'oxygène, d'énergie lumineuse et de photo-sensibilisateurs tels que les hémoprotéines, la chlorophylle ou la riboflavine.

1.3 L'oxydation enzymatique

L'oxydation est initiée par une enzyme (lipoxygénase, cyclo-oxygénase). Si on prend comme exemple la digestion des lipides chez l'Homme, la lipolyse enzymatique sera réalisée par le biais d'estérases. Ces estérases font partie de la classe des hydrolases (Delacharlerie *et al.*, 2008). Il faut remarquer que cette réaction met en jeu plus particulièrement les triglycérols comme un substrat insoluble ou peu soluble dans un milieu aqueux avec une enzyme soluble. Il est donc nécessaire que la réaction s'effectue en présence d'agents émulsifiants qui permettront la fabrication de micelles. La réactivité des lipases va dépendre de la nature du substrat (mono, di ou triglycérol), de la nature des acides gras (chaîne courte,

moyenne ou longue, présence ou non d'insaturation), de la stéréochimie du substrat (sn1, sn2 ou sn3).

1.4 La thermo-oxydation

A température élevée, lors de friture plate (en surface) ou profonde (bain d'huile), les réactions d'oxydation vont s'accélérer et donner des réactions secondaires plus variées, telles que les isomérisations, les cyclisations, les hydrolyses (Frenot et Vierling, 2001). Les produits primaires de la thermo-oxydation sont identiques à ceux de l'auto-oxydation, c'est à dire des radicaux peroxydes, des hydro-peroxydes, des radicaux libres alors que les produits secondaires sont la cause de la température élevée qui favorise la décomposition de l'hydro-peroxyde d'acide gras en radicaux libres. : On distingue deux types de produits secondaires :

- **Produits volatils d'altération thermo oxydative (PAT)**

Ces produits volatils à la température de friture ne resteront pas dans l'aliment frit et ne seront pas ingérés avec lui. Ils sont responsables de l'odeur de friture.

- **Produits d'altération thermo oxydative non volatils**

La formation de produits non volatils est à surveiller car ils se retrouvent dans les aliments. Les molécules ainsi produites peuvent atteindre 500 espèces chimiques nouvelles. En général à l'état de trace, elles ne sont toxiques que lorsque leur consommation augmente (Frenot et Vierling, 2001).

2. Les facteurs influençant l'oxydation des lipides

Les principaux facteurs impliqués dans l'oxydation des lipides au cours des procédés de transformation et de conservation des aliments sont : la température, le pH, l'activité de l'eau et la pression partielle en oxygène.

Une élévation de température favorise l'oxydation des lipides. L'oxydation des lipides est d'autant plus rapide que la température est importante. Ainsi, les opérations de cuisson sont bien connues pour avoir un effet pro-oxydant marqué. Au contraire, la congélation est un bon moyen pour augmenter la durée de conservation des aliments, car la vitesse d'oxydation des lipides est notablement réduite à faible température.

Le pH influence le déroulement de l'oxydation par le biais de plusieurs mécanismes. Premièrement, pour les réactions d'oxydoréductions faisant intervenir des protons (H^+) le potentiel redox décroît linéairement avec le pH. Un pH acide favorise donc la réaction d'oxydation, en particulier quand des espèces pro-oxydantes (ions des métaux de transition) ou anti-oxydantes (acide ascorbique par exemple) solubles en phase aqueuse sont présentes.

Le pH intervient également dans la solubilité des composés impliqués dans l'initiation de la réaction. Ainsi, plus le pH est bas, plus la solubilité et le potentiel redox de ces ions métalliques, et donc leur réactivité vis à vis des molécules oxydables sont élevées. Dans le cas des tissus musculaires, un pH bas favorise la dénaturation des hémoprotéines et la libération du fer qui est un agent pro-oxydant.

L'activité de l'eau d'un système influence les réactions d'oxydation des lipides. En effet, l'eau permet la mobilisation des substances pro-oxydantes ou anti-oxydantes. En général, une activité de l'eau comprise entre 0,2 et 0,3 correspond aux vitesses d'oxydation les plus faibles. Ces valeurs correspondent à la formation d'une couche mono-moléculaire d'eau autour des constituants. Une activité de l'eau (a_w) comprise entre 0,6 et 0,8 correspond aux vitesses d'oxydation les plus grandes. Une très faible activité de l'eau est également favorable à l'oxydation. Par contre, les réactions d'oxydation enzymatique des lipides sont fortement ralenties quand l'activité de l'eau est inférieure à 0,7-0,8.

La concentration d'oxygène (pression partielle en oxygène) dans l'espace environnant le produit et dans le produit lui-même influence la vitesse d'oxydation des lipides. Elle intervient également au niveau de la nature des produits secondaires formés par décomposition des hydro-péroxydes. Son incidence est donc à la fois sur la durée de conservation du produit et sur la nature des odeurs perçues quand le produit est oxydé. La relation entre vitesse d'oxydation et pression partielle en oxygène dépend de plusieurs facteurs comme l'activité de l'eau, la température, la nature des catalyseurs. Quand la concentration en oxygène est suffisamment élevée, la vitesse d'oxydation est indépendante de cette concentration. Inversement, quand la concentration d'oxygène est suffisamment faible, la vitesse d'oxydation est indépendante de la concentration en substrat et directement proportionnelle à la concentration d'oxygène. Pour les concentrations intermédiaires, la vitesse d'oxydation dépend à la fois des concentrations en oxygène et en substrat.

Le contrôle ou l'inhibition de l'oxydation des lipides est basée sur la maîtrise de ces paramètres : température, pH, a_w , concentration en oxygène. L'action sur plusieurs paramètres en même temps permet d'augmenter ou de réduire davantage la vitesse de l'oxydation.

L'utilisation des antioxydants (tocophérols, polyphénols, flavonoïdes, vitamine E, vitamine C, etc.) est souvent la méthode la plus courante en industries agroalimentaires pour inhiber l'oxydation des lipides. Les antioxydants utilisés sont soit des agents de prévention qui bloquent la phase d'initiation en réagissant avec les initiateurs de la réaction (O_2 , lumière, métaux, ...), soit des agents de terminaison qui bloquent la poursuite de la phase de propagation en réagissant avec les radicaux libres et les transformant en composés stables.

3. Mécanisme réactionnel de l'oxydation

L'oxydation des lipides est une réaction auto-catalytique. Il s'agit d'un enchaînement de réactions radicalaires se déroulant en trois étapes. Une première réaction produit un radical libre par élimination d'un hydrogène de l'acide gras (initiation). Puis les réactions s'enchaînent pour produire plusieurs radicaux libres (propagation) qui se combinent pour former des composés non radicalaires (terminaison).

- Initiation (Figure 1): En présence d'un initiateur (I), les lipides insaturés (R-H) perdent un proton (H°) pour former un radical libre de lipide (R°). L'arrachement du proton est facilité tant par la chaleur (agitation moléculaire) que par les rayonnements ou les catalyseurs (métaux tels que Cu, Fe, Co, Mn, Ni,...).



Figure 1 : Initiation du phénomène d'oxydation

- Propagation (Figure 2): Les radicaux libres formés (R°) fixent l'oxygène moléculaire et forment des radicaux libres peroxydes instables (ROO°) qui peuvent réagir avec une nouvelle molécule d'acide gras (RH) pour former des hydro-péroxydes ($ROOH$).

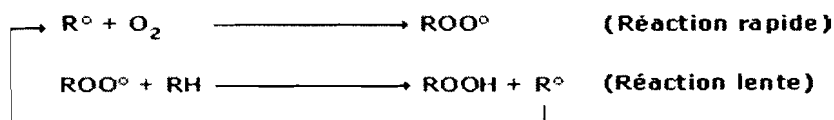


Figure 2 : Propagation du phénomène d'oxydation

- Terminaison (Figure 3): Les radicaux formés réagissent entre eux pour conduire à un produit qui n'est pas un radical libre.

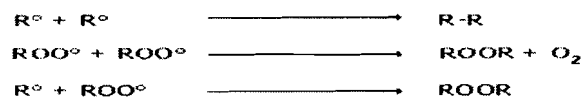


Figure 3 : Terminaison du phénomène d'oxydation

Les hydro-péroxydes, les premiers produits de l'oxydation des lipides sont instables. Ils vont donc rentrer dans une série de réactions complexes qui vont aboutir à une myriade de composés ayant des poids moléculaires variables. A ce stade, le goût de la matière grasse est altéré et on parle de rancissement.

4. Conséquences de la consommation des produits d'oxydation des corps gras sur la santé

Sur la base d'essais sur les animaux, on a pu conclure que l'ingestion d'huiles et graisses fortement oxydées ne présente pas de toxicité aiguë. Une explication possible est que les composés dimères et polymères formés ne sont pas bien absorbés et n'aboutissent pas par conséquent dans la circulation sanguine (Esterbauer, 1993). Par contre, une ingestion chronique entraînerait bien des effets néfastes comme des dégâts au foie, au thymus et aux reins. D'une manière générale, l'ingestion d'acides gras oxydés et de cholestérol est associée à l'athérosclérose, au cancer et au dérèglement des fonctions métaboliques du foie (Dobrogan et Márquez-Ruiz, 2003). Il est suggéré que les hydro-péroxydes lipidiques favorisent l'apparition de tumeurs de par le fait qu'ils stimulent la prolifération de cellules dans le colon. Des propriétés cancérogènes sont également attribuées aux produits d'oxydation du cholestérol. Les graisses oxydées peuvent provoquer des affections cardiovasculaires. Il subsiste toutefois encore des discussions sur la toxicité des produits finaux (Baynes et Kanner, 2007).

5. Notions de qualité des huiles alimentaires

5.1 Définition de la qualité

Elle est définie comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confère l'aptitude à satisfaire des besoins explicites ou implicites » (norme ISO/DIS 8202-1c x 50 -120) ou « la qualité d'un produit ou d'un service est son aptitude à satisfaire les besoins actuels ou futurs de l'utilisateur dans les meilleures conditions de délai et de coût » (Figarella, 2002).

5.2 Les composantes de la qualité

Les produits doivent répondre à des exigences afin d'en assurer la qualité commerciale. Pour être commercialisé, le produit alimentaire doit être conforme aux différents critères de qualité.

- **Nutritionnel** : composition qualitative et quantitative en macronutriments (glucide, lipides, protéides) et micronutriments (vitamines, oligoéléments) ;
- **Hygénique** : absence de composés toxiques ou de microorganismes susceptibles de nuire à la santé du consommateur ;

- **Organoleptiques** : apparence (forme, couleur), flaveur (arome, saveur), texture (consistance, résistance). Pour ces trois critères, il convient de prendre en compte la stabilité du produit, imposant les conditions de stockage pour une bonne conservation ;
- **Financier** : le coût s'oppose souvent aux autres critères, il s'agit donc d'obtenir le rapport coût- qualité ;
- **Technologique** ; ce critère prend en compte de nouveaux procédés qui doivent être bien maîtrisés pour permettre d'assurer la qualité (Figarella, 2002).

5.3 Les paramètres d'évaluation de qualité des huiles alimentaires

Les paramètres à considérer dans l'évaluation de la qualité des huiles alimentaires sont nombreux et dépendent de l'utilisation qui en est faite, du mode de production et de la spécificité des huiles (Wolf, 1982). Cependant pour toutes les huiles alimentaires il existe des paramètres d'appréciation communs. Ces paramètres globaux sont : l'indice d'acide, l'acidité, la teneur en eau et matières volatiles, la teneur en impuretés insolubles, recherche d'huile minérale, l'indice de saponification, la teneur en savons résiduels, l'indice de peroxyde et les insaponifiables.

DEUXIEME PARTIE : **MATERIELS ET METHODES**

DEUXIEME PARTIE : MATERIELS ET METHODES

I. Echantillonnage des huiles de consommation

L'échantillonnage des huiles à des fins culinaires a été effectué, dans la ville de Ouagadougou, auprès de cinq (05) marchés populaires: les marchés de Tanghin, Sankariaré, Pissy, Patte d'Oie et Zone 1. Les prélèvements d'huiles ont été effectués les 14, 15 et 16 août 2014. Dans chaque marché, cinq (5) échantillons d'huiles ont été prélevés instantanément dans les mêmes conditions que tout client au sein de ces marchés. Parallèlement, des huiles de coton, de palme, d'arachide et de palmiste ont été échantillonnées en fonction de leur disponibilité sur ces différents marchés.

Les analyses ont été réalisées du 16 août au 30 septembre 2014 au Laboratoire de la Physico-chimie de la Direction du Contrôle des Aliments et de la Nutrition Appliquée (DCANA) du Laboratoire National de Santé Publique (LNSP).

II. Paramètres physico-chimiques

1. Indice d'iode

L'indice d'iode est défini comme le poids d'iode exprimé en gramme qui est fixé à 100 g du corps gras considéré. Il est particulièrement utile pour l'identification des huiles, lesquelles se rangent dans des gammes d'indice d'iode bien définies (Roger, 1980).

Dans notre expérience, le réactif de Wijs utilisé est une solution de mono-chlorure d'iode (ICl) qui est plus réactif que le diiode, mais strictement équivalent à celui-ci du point de vue du nombre de moles fixées sur les doubles liaisons. Le réactif de Wijs, mis en excès connu, réagit avec un corps gras non saturé. Pour cela, sont introduits dans l'erlenmeyer 0,2 g de corps gras, 20 ml de cyclohexane et 20 ml de réactif de Wijs. Boucher et agiter énergiquement puis laisser reposer pendant 40 mn à l'obscurité en secouant de temps en temps. Ensuite ajouter 100 ml d'eau distillé et 20 ml d'iodure de potassium (100 g.l^{-1}). Boucher et agiter vigoureusement pendant 5 mn; puis doser l'iode formé par le thiosulfate de sodium ($2,5 \text{ mmol/l}$). Réaliser dans les mêmes conditions un témoin en utilisant la moitié des réactifs mais sans corps gras. Des duplicatas ont été effectués à chaque essai. Une mole de I_2 réagit avec 2 moles de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, donc $2n_{\text{I}_2} = n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$

$$\text{D'où } m_{\text{I}_2} = \frac{C_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \times (2 \times V_T - V_E) \times M_{\text{I}_2}}{2}$$

$C_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$: concentration de thiosulfate de sodium

V_T : volume total de thiosulfate de sodium lors essai contenant l'échantillon
 V_E : volume total de thiosulfate de sodium lors essai dans le témoin
 M_{I_2} : masse molaire de l'iode

2. Teneur en insaponifiable

Les huiles végétales contiennent également un nombre considérable de composés insaponifiables : c'est la matière qui n'est pas digérée par la potasse et qui reste soluble dans les composés habituels. Parmi ceux-ci, les tocophérols (vitamine E) sont des sous produits potentiels. Ce sont des antioxydants naturels, présents dans les graisses végétales, qui ont tendance à protéger les corps gras par inhibition de l'auto oxydation et du rancissement. A l'instar des tocophérols, on a également prêté des propriétés anti-oxydantes aux lécithines et au gossypol (pigment de l'huile de coton) (Coton et Développement, 1993).

Cette expérience consiste à faire une saponification du corps gras par traitement à l'ébullition à reflux avec une solution éthanolique d'un hydroxyde potassium. L'extraction de l'insaponifiable de la solution de savon se fait au moyen du n-hexane. Le solvant est évaporé et le résidu est pesé après séchage à 103 °C. Des duplicatas ont été effectués à chaque essai. La teneur égale à:

$$M = \frac{(m_1 - 0,28 \times V \times T)}{m_0} \times 100$$

m_0 = masse en g de la prise d'essai

m_1 = masse du résidu séché (g)

T = normalité KOH

V = volume de KOH 0,1 N

3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction d'une substance est une de ses constantes physiques au même titre que sa densité ou son point de fusion. Cet indice est mesuré à l'aide d'un réfractomètre. Les valeurs sont exprimées en nD dans le cas de notre étude un seul essai a été fait.

4. Test de résistance des huiles à l'oxydation : test au rancimat

Le test rancimat ou test de rancissement accéléré est un test d'oxydation accélérée. Il consiste à chauffer une huile à une température donnée pendant un temps nécessaire pour amorcer son oxydation, puis mesurer le taux d'acides gras libres qui se forment au fil des heures jusqu'à l'oxydation complète de l'huile. Le temps d'induction est déterminé par conductimétrie (743 rancimat) et correspond au Temps d'Induction du Rancimat exprimé en

heure (TIR). Le TIR est une valeur caractéristique de la stabilité à l'oxydation de l'échantillon, à analyser et est déterminé de façon automatique par un logiciel associé au rancimètre. L'ordinateur associé au rancimètre permet d'enregistrer les résultats de temps d'induction.

Pour l'analyse, 3g de corps gras sont introduits dans un tube réacteur puis placés dans le bloc de chauffage du rancimat adapté au tube. Le tube est ensuite fermé par un bouchon laissant un orifice par lequel va plonger dans l'huile un tube fin de verre permettant l'arrivée de l'air. Le chauffage du tube est réglé à 160° C et maintenu jusqu'à l'oxydation complète de l'huile. Pour cette analyse, l'appareil utilisé est le Rancimat743 piloté par un ordinateur au moyen du logiciel (743 RANCIMAT CONTROL). Des duplicatas ont été effectués à chaque essai.

III. Paramètres facteurs de qualité sanitaire

1. L'humidité (eau et matières volatiles)

C'est la perte en masse subie par l'échantillon après chauffage à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ exprimée en pourcentage de masse. Il consiste à provoquer le départ d'eau par chauffage d'une quantité connue d'huile jusqu'à élimination complète de l'eau (Karleskind, 1992). Le taux d'humidité se détermine de la façon suivante :

- 10 g d'échantillon sont pesés et bien homogénéisés dans un creuset préalablement séché à l'étuve à 103°C pendant 30 min.
 - Le creuset contenant l'huile est porté à $103 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 1 heure dans l'étuve.
 - Laisser refroidir au dessiccateur (20 min) et peser à nouveau le creuset;
 - Répéter le chauffage et la pesée dans les mêmes conditions avec des séjours successifs dans l'étuve jusqu'à ce que la perte de masse de deux pesées successives n'excède pas 2 mg.
- Des duplicatas ont été effectués à chaque essai et la moyenne de ces différentes mesures a été calculée. La teneur en eau et matières volatiles (en % de masse de l'échantillon) est :

$$\text{Te} = \frac{\text{M1} - \text{M2}}{\text{PE}} \times 100$$

Avec M_1 = masse en g du vase et de la prise d'essai

M_2 = masse en g du vase et de prise d'essai après séchage.

PE = prise d'essai

2. Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde représente la quantité de substances de l'échantillon (exprimée en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'huile) capable de libérer l'iode des iodures (Wolf, 1982).

Sa détermination s'effectue en lumière du jour diffuse ou lumière artificielle. 2 mg d'huile sont introduits dans un flacon à col rodé muni d'un bouchon en verre rodé de 250 ml. Ajouter 10 ml de chloroforme préalablement dégazé. Dissoudre rapidement la prise d'essai en agitant. Ajouter 15 ml d'acide acétique dégazé puis 1 ml de la solution d'iodure de potassium saturée. Boucher aussitôt le flacon, l'agiter durant 1 min et le laisser durant 5 minutes à l'abri de la lumière à une température comprise entre 15 à 20 °C. Ajouter 75 ml d'eau dégazée. En agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes d'empois d'amidon comme indicateur, titrer l'iode libéré avec la solution de thiosulfate de sodium (0,01 N). Des duplicatas sont effectués par échantillon.

L'indice de peroxyde est calculé de la manière suivante:

$$I_p = \frac{(V_1 - V_0) \times T}{m} \times 1000$$

V_0 : volume (ml) de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisé pour l'essai du blanc ;
 V_1 : volume (ml) de la solution titrée de thiosulfate de sodium utilisé pour la détermination ;
 T : normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée ;
 m : masse (g) de la prise d'essai.

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

3. Indice d'acide (acidité de l'huile)

L'indice d'acide exprime la quantité (en mg) de KOH ou de NaOH nécessaire à la neutralisation des acides gras libres présents dans un gramme de substances grasses.

Le pourcentage d'acides gras libres s'exprime en équivalent d'acide oléique à l'exception de l'huile de palme (acide palmitique), de palmiste et de la noix de coco (acide l'aurique). On réalise cette expérience en introduisant 75 ml de mélange éthanol-étherdiéthylique (50%, 50% V/V) dans un erlenmeyer de 250 ml puis en ajoutant 15 gouttes de phénolphthaléine. Verser goutte à goutte une solution de KOH alcoolique (0,1 N) jusqu'à virage au rose. Peser et introduire 10 g d'huile dans l'erlenmeyer. Bien homogénéiser l'ensemble puis titrer la solution obtenue par la potasse alcoolique jusqu'à virage au rose. Au moins deux mesures sont effectuées et la moyenne arithmétique de ces différentes mesures a été calculée.

Le résultat est exprimé en mg de KOH par g d'huile (indice d'acide)

$$\text{Indice d'acide} = \frac{(V \times T \times 56,1)}{PE}$$

V = Volume de KOH versé,
T = Titre de la solution de KOH ;
PE = Prise d'essai,
56,1 = Masse molaire du KOH.

4. Teneur en impuretés insolubles

Il s'agit de traiter une prise d'essai par un excès de n-hexane ou d'éther de pétrole puis la filtration de la solution obtenue. Le filtre est lavé pour éliminer les résidus d'huile avec le même solvant, puis séché à 103 °C et enfin pesé. L'opération est la suivante :

- Sécher le papier filtre dans l'étuve et laisser refroidir dans le dessiccateur.
- Peser 20 g d'échantillon bien homogénéisé dans la fiole conique de 250 ml.
- Ajouter 200 ml de n-hexane ou d'éther de pétrole, boucher la fiole, agiter et laisser reposer à une température voisine de 20 °C durant 30 mn.
- Filtrer sur le papier filtre placé dans un entonnoir approprié.
- Laver le papier filtré plusieurs fois avec le solvant pour éliminer la matière grasse (chauffer si nécessaire le solvant à 60 °C pour dissoudre la matière grasse).
- Sécher le creuset dans l'étuve à 103 °C pendant 1 h, laisser refroidir dans le dessiccateur et peser.
- Des duplicatas ont été effectués à chaque essai et la moyenne de ces différentes mesures a été calculée. La teneur en impureté insoluble exprimée en % en masse est égale à :

$$\frac{m_2 - m_1}{m_0}$$

m_0 = Masse de la prise d'essai
 m_1 = Masse du papier filtré
 m_2 = Masse du papier filtré ou du (creuset et du résidu)

5. Trace de savon

Le savon est titré dans l'acétone par l'acide chlorhydrique en présence de bleu de bromophénol. Il y a lieu de mélanger la prise d'essai dans de l'acétone à 3% (v/v) d'eau dans laquelle l'huile est peu soluble alors que les savons le sont.

Dans un erlenmeyer de 250 ml propre et sec mettre 50 ml d'acétone à 3 % (v/v) d'eau et 4 gouttes de bleu de bromophénol. Ajouter quelques gouttes de soude de normalité 0,01 N jusqu'à l'obtention du virage au bleu. Puis ajouter l'acide chlorhydrique de normalité 0,01 N

pour avoir la coloration vert-claire. Ensuite, peser 40 g d'huile dans l'ermeneyer. Agiter puis laisser décanter. En présence de savon, la couche supérieure se colore en bleu. Titrer par l'acide chlorhydrique de normalité 0,01 N jusqu' au virage au jaune de l'indicateur dans la couche supérieure. Laisser l'ensemble reposer quelques instants entre chaque goutte d'acide chlorhydrique 0,01 N à la fin du dosage. La coloration bleue ou verte ne doit pas réapparaître après agitation énergétique et laisser au repos pour voir la séparation des deux couches. La neutralisation est lente et demande environ 5 mn. Des duplicatas ont été effectués à chaque essai et la moyenne de ces différentes mesures a été calculée. Le résultat s'exprime :

$$T_s = \frac{V \times 3040}{PE}$$

V = Volume de l'acide chlorhydrique versé

PE = Prise d'essais

T_s = Teneur en savon (en ppm)

3040 : Une constante

6. Détection des huiles minérales

Les huiles minérales sont les huiles des hydrocarbures utilisés pour les machines dont une seule est comestible mais indigeste, l'huile de paraffine. Leur détermination est procédée comme suit : 1 ml de l'échantillon est prélevé et introduit dans un ballon de saponification. Ensuite 1 ml de Hydroxyde de potassium est ajouté et agité doucement, suivi de l'introduction de 25 ml d'éthanol pour la saponification. Porter le mélange à ébullition en agitant de temps en temps pendant 5 mn. Pour la caractérisation, ajouter 25 ml d'eau distillée à la solution obtenue. En présence d'au moins 0,5% d'huile minérale, le mélange se trouble. En présence de plus de 0,5% d'huile minérales, la solution se trouble après ajout d'eau. Des duplicatas ont été effectués à chaque essai.

TROISIEME PARTIE :
RESULTATS ET DISCUSSIONS

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Paramètres physico-chimiques des huiles

Le tableau 1 illustre les résultats des paramètres physico-chimiques des huiles de consommation échantillonnées des marchés populaires de Ouagadougou. Seulement (2) deux de ces paramètres seront discutés à savoir l'indice d'iode et l'indice de rancidité. Quant à l'indice insaponifiable d'autres analyses devaient être fait sur ces différentes composantes comme le taux des vitamines, les stérols,... afin d'en tirer des résultats pour discussion. De même pour l'indice de réfraction une corrélation devait être faite avec l'indice d'iode mais nos résultats n'ont été satisfaisants. Les résultats de l'analyse des caractéristiques organoleptiques des huiles échantillonnés sont présentés en annexe. En général, les huiles ont présenté des couleurs allant du jaune or au jaune paille, des saveurs douces et fades, une odeur caractéristique d'huile végétale et des aspects fluide, transparent et brillant.

Tableau 1 : Paramètres physico-chimiques des huiles échantillonnées

Echantillons	Paramètres			
	Indice Insaponifiable	Indice de Réfraction	Indice d'Iode	Indice de Rancidité
MZE 1	0,739	1,4673	193	1,19 h
MZE 2	1,098	1,4728	190	0,67 h
MZE 3	0,679	1,4732	66	0,60 h
MZE 4	0,539	1,4677	88	1,26 h
MZE 5	2,098	1,4718	231	0,61 h
MSE 1	1,517	1,4673	36	1,48 h
MSE 2	1,597	1,4676	144	0,89 h
MSE 3	1,577	1,4676	168	1,58 h
MSE 4	1,598	1,4675	90	0,68 h
MSE 5	3,737	1,4727	158	8,49 h
MTE 1	2,019	1,4674	33	0,40 h
MTE 2	6,657	1,4732	59	10,87 h
MTE 3	2,198	1,4718	30	11,02 h
MTE 4	0,239	1,4681	107	0,95 h
MTE 5	0,559	1,4676	68	0,90 h
MPE 1	0,6	1,4676	55	0,71 h
MPE 2	2,295	1,4672	24	0,99 h
MPE 3	0,999	1,4718	41	0,13 h
MPE 4	1,378	1,4718	21	0,17 h
MPE 5	1,098	1,4676	170	0,57 h
MPOE 1	1,457	1,4686	58	0,69 h
MPOE 2	1,658	1,4674	25	0,73 h
MPOE 3	1,859	1,4675	74	0,83 h
MPOE 4	2,959	1,4676	48	1,19 h
MPOE 5	1,119	1,4676	203	1,04 h
Moyenne	1,691	-	-	-
Ecart-type	1,306	-	-	-

1. Indice d'iode

La figure 4 montre qu'après analyse les indices d'iode qui ne sont pas exactement conformes aux valeurs standard des types d'huiles échantillonnées. Par exemple dans le tableau 2 l'huile du MZE 5 qui est une huile d'arachide a un indice d'iode égale à 231 et celui de MTE 3 (huile d'arachide) a un indice d'iode égale à 30 or selon le codex alimentarius (2003) cette valeur doit être comprise entre (86 - 107).

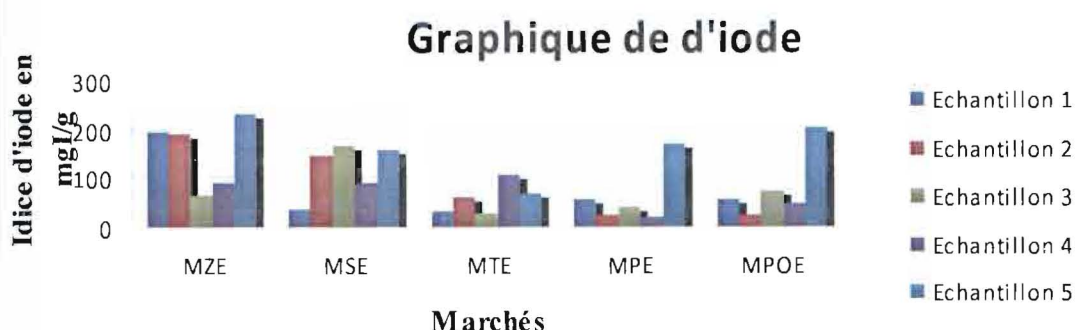


Figure 4 : Graphique de l'Indice d'iode

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

Les valeurs de l'indice d'iode de la figure 4 d'une manière générale ne respectent pas les normes du codex alimentarius, nous pouvons avoir la présomption que le raffinage n'a pas été suffisant pour atteindre les normes requis, vu que le protocole de détermination a été respecté.

2. Indice de rancidité

L'oxydation des huiles est fonction de leur composition en acides gras. Ainsi les huiles ayant de forte teneur en Acides Gras polyinsaturés (AGPI) s'oxydent plus rapidement. La température de friture se situe habituellement entre 175 °C (347 °F) et 185 °C (365 °F). Ces températures sont à titre indicatif seulement, car la température de fumée exacte varie selon la

provenance, la fraîcheur et le degré de raffinage de l'huile, pour notre étude la température est estimée à 160°C.

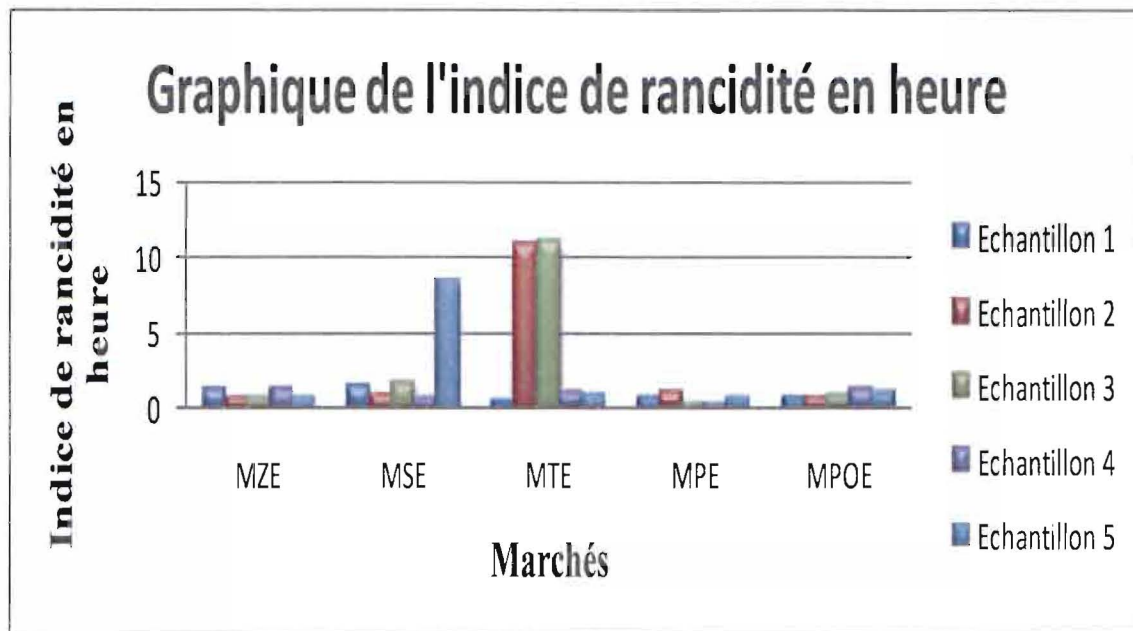


Figure 5 : Graphique de l'Indice de rancidité

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

La figure 5 indique que les huiles ne se prêtent pas à la friture car à moins de deux (2) heures les points d'oxydation des huiles sont atteints ; sauf les échantillons MTE 3 = 11,02 heures; MTE 2 = 10,87 heures et MSE 5 = 8,46 heures, qui se prêtent mieux à la friture donc résistent plus à la chaleur à 160°C.

Le point d'oxydation est un signe que l'huile se dégrade très rapidement. Les composés volatils présents dans la fumée sont par ailleurs irritants pour les yeux et les voies respiratoires, et il faut éviter de les respirer. Pour ce qui est des produits de dégradation qui restent dans l'huile, on les soupçonne d'être néfastes pour la santé, mais seulement s'ils sont consommés en grande quantité et à répétition pendant plusieurs années. Les graisses fortement oxydées provoquent des effets néfastes comme des dégâts au foie, au thymus et aux reins. D'une manière générale, l'ingestion d'acides gras oxydés est associée à

l'artériosclérose, au cancer et au dérèglement des fonctions métaboliques du foie (Dobarganes et Marquez-Ruiz, 2003).

En faisant un parallélisme entre l'indice d'iode et l'indice de rancidité, notre étude montre que l'échantillon MTE 3 ayant un indice d'iode égal à 30 résiste plus à l'oxydation à la chaleur, il faut 11 heures avant que le point de fumée ne soit atteint. Ce qui rend l'huile d'arachide un meilleur choix classique pour la friture, l'huile d'arachide a un point de fumée égal à 245°C (473 °F) et contient plus d'acides gras saturés. D'une manière générale l'expérimentation nous a montré que tous les échantillons qui ont des indices d'iode élevés, ne se prêtent pas à la friture.

II. Analyse des paramètres de qualité sanitaire

Les paramètres de qualité sanitaire permettent de vérifier si l'huile est propre ou impropre à la consommation humaine. Ces paramètres font l'objet d'analyses courantes au sein du Laboratoire National de Santé Publique. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau 2 et dans les figures 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10.

Tableau 2 : Paramètres de qualité sanitaire des huiles collectées

Echantillons	Paramètres					
	Taux d'Humidité m/m	Indice de Peroxyde Meq/kg	Indice d'Acidité mgKOH/g	Trace de Savon ppm	Impuretés Insoluble % m/m	Huiles Minérales
MZE 1	0,089	5,369	0,056	0	2,288	Négatif
MZE 2	0,189	7,363	0,126	87,386	2,503	Négatif
MZE 3	0,119	19,735	0,252	64,586	2,642	Négatif
MZE 4	0,049	9,358	0,238	0	3,523	Négatif
MZE 5	0,104	12,456	0,883	0	3,682	Négatif
MSE 1	0,099	6,111	0,266	0	2,857	Négatif
MSE 2	0,314	7,853	0,322	0	3,397	Négatif
MSE 3	0,044	4,115	0,266	0	1,324	Négatif
MSE 4	0,064	7,494	0,294	0	5,327	Négatif
MSE 5	0,099	13,089	0,154	113,977	5,316	Négatif
MTE 1	0,059	10,593	0,462	0	3,639	Négatif
MTE 2	0,129	8,113	0,434	77,886	2,597	Négatif
MTE 3	0,094	13,240	0,855	0	3,832	Négatif
MTE 4	0,129	4,234	0,168	0	4,617	Négatif
MTE 5	0,054	5,852	0,238	0	2,602	Négatif
MPE 1	0,059	4,867	0,154	0	2,598	Négatif
MPE 2	0,074	5,738	0,070	0	3,499	Négatif
MPE 3	0,119	6,472	0,897	32,292	1,233	Négatif
MPE 4	0,114	8,982	0,658	0	2,614	Négatif
MPE 5	0,074	12,845	0,868	15,198	3,063	Négatif

MPOE 1	0,039	1,123	0,252	0	3,143	Négatif
MPOE 2	0,064	1,992	0,490	0	3,973	Négatif
MPOE 3	0,054	2,117	0,420	0	2,838	Négatif
MPOE 4	0,079	2,496	0,168	0	3,203	Négatif
MPOE 5	0,119	5,234	0,266	0	3,892	Négatif
Moyenne	0,098	7,474	0,370	15,653	3,208	-
Ecart-type	0,057	4,355	0,263	-	0,996	-
% Non conformes	4 %	20%	20%	20%	100%	0%

1. Taux d'humidité

Les résultats obtenus montrent que la majorité de nos échantillons d'huile analysés présentent un taux d'humidité relativement bas, au voisinage de 0,1% (Figure 6).

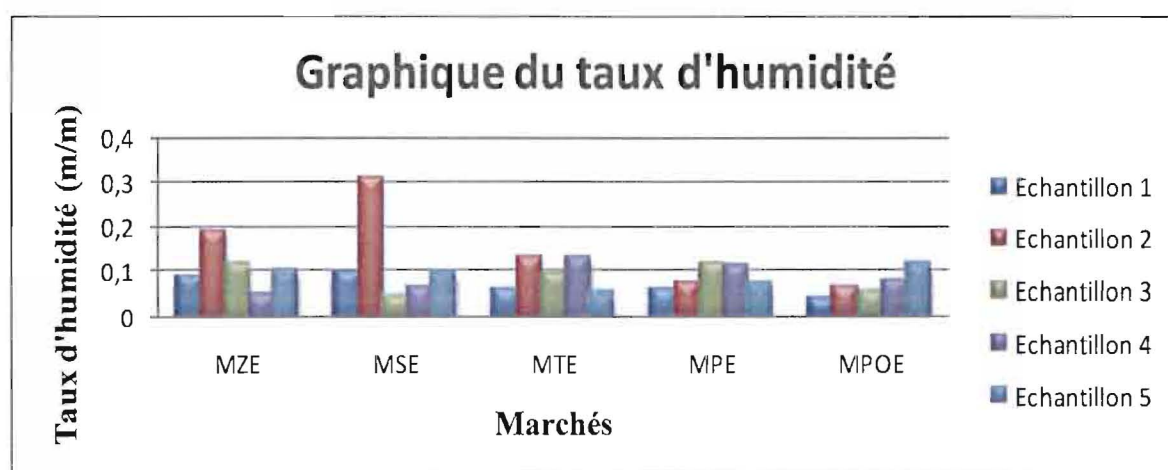


Figure 6 : Graphique du taux d'humidité

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

L'exception est faite dans l'échantillon 2 du marché MSE où la valeur est supérieure à 2%. Or la limite acceptable du taux d'humidité des huiles raffinées et à l'état frais est de 0,2 % selon le Codex Alimentarius (2003). Ainsi, nous pouvons déduire que ces huiles sont conformes aux normes, excepté l'échantillon 2 du marché MSE. Cette huile (échantillon MSE-2) est prédisposée à l'oxydation du fait de sa valeur élevée (0,3%). En effet, un taux d'humidité élevé dans un corps gras constitue un support de développement microbien,

d'actions enzymatiques contribuant aux phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation des corps gras (Karleskind, 1992).

Nous pouvons supposer que l'opération de raffinage de l'échantillon MSE-2 n'a pas été bien réalisée car elle devait mettre un accent particulier sur l'élimination de l'eau résiduelle ou cette huile n'a pas été conservée à l'abri de l'humidité donc une mauvaise conservation.

Les échantillons MTE 3, MPE 3 qui issus d'une extraction brute d'huile d'arachide respectent la norme Codex Alimentarius. L'indice d'humidité est un paramètre important à connaître car le taux élevé de l'humidité des huiles entraînent des phénomènes d'hydrolyse et d'oxydation de corps gras (karleskind, 1992)

2. Indice de peroxyde

La Figure 7 présente les résultats obtenus au regard du paramètre Indice de peroxyde des huiles échantillonnées à partir des différents marchés de notre étude.

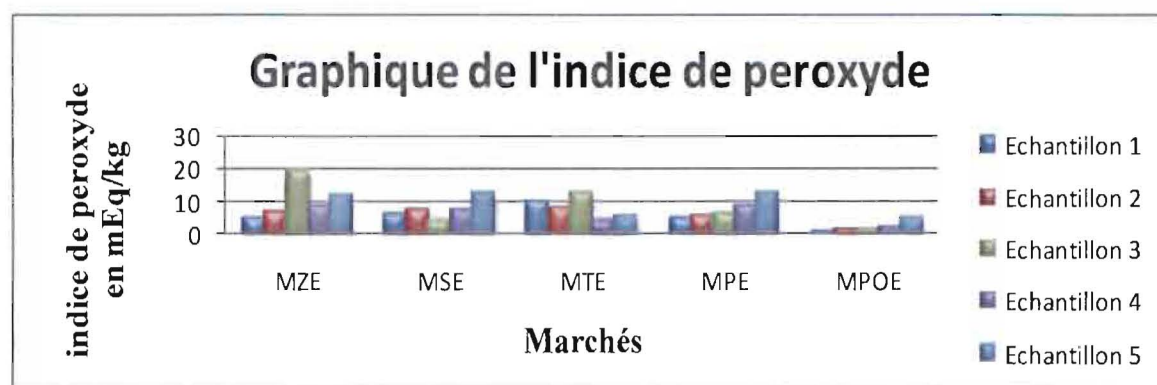


Figure 7 : Graphique d'indice de peroxyde

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

Les normes du Codex Alimentarius (2003) fixent l'indice de peroxyde pour les huiles raffinées et inférieur ou égal à 10 mEq/kg et pour les huiles brutes à 15 mEq/kg. Les résultats obtenus montrent que tous les cinq échantillons, quel que soit le type d'huiles, du marché MPOE ont de bonnes valeurs d'indice de peroxyde (de 1,12 à 8,89) (Figure 7). Cependant dans les 4 autres marchés (MZE, MSE, MTE et MPE), seulement 1 à 2 échantillons d'huile

présentent des valeurs supérieures (10,59 à 19,73) à la norme selon le type d'huile. Par ailleurs, l'échantillon MZE 5 ayant un indice de peroxyde =12,45 mEq/Kg est une huile brute, et donc conforme. L'augmentation de l'indice de peroxyde peut être due à une longue durée de stockage auprès des commerçants, une exposition à l'air libre lors de la vente. La consommation d'huiles rances a pour effets d'induire certains cancers et d'augmenter les risques des maladies coronariennes et ont des arrières goûts et des odeurs désagréables (Doborganes et Márquez-Ruiz, 2003). Il est possible de trouver un indice de peroxyde élevé sur une matière grasse qui ne présente pas encore des signes évidents de rancissement, comme l'odeur de rance, plutôt attribuable aux composés aldéhydiques volatils. Inversement, un indice de peroxyde peu élevé ne signifie pas qu'une matière grasse n'est pas altérée : le processus d'oxydation a pu évoluer vers la formation de composés aldéhydiques.

3. Indice d'acidité

Les acides gras libres sont naturellement présents dans la graine où ils participent aux réactions biochimiques de la liposynthèse. Ils proviennent également de réactions d'hydrolyse enzymatique qui se produisent dans les huiles brutes soit au cours de leur obtention, soit au cours de leur stockage. Leur présence dans un corps gras peut être assimilée à celle d'un catalyseur d'oxydation seulement (Denise, 1992). Les huiles raffinées doivent avoir un indice d'acidité inférieur à 0,6 mg KOH/g d'huile et les huiles brutes inférieur à 0,4 mg KOH/g Codex Alimentarius (2003).

Au regard des valeurs obtenus sur ce paramètre, seul le marché MSE présente des échantillons d'huiles ayant tous des valeurs inférieures à 0,4 mg KOH/g (Figure 8) conformément à la norme. Par contre, quant aux autres marchés, il est noté des valeurs des échantillons MZE 5, MTE 3, MPE 3 et MPE 5 qui sont largement élevées (au-delà de 0,8 mg KOH/g). Ces huiles ne répondent pas alors à la norme.

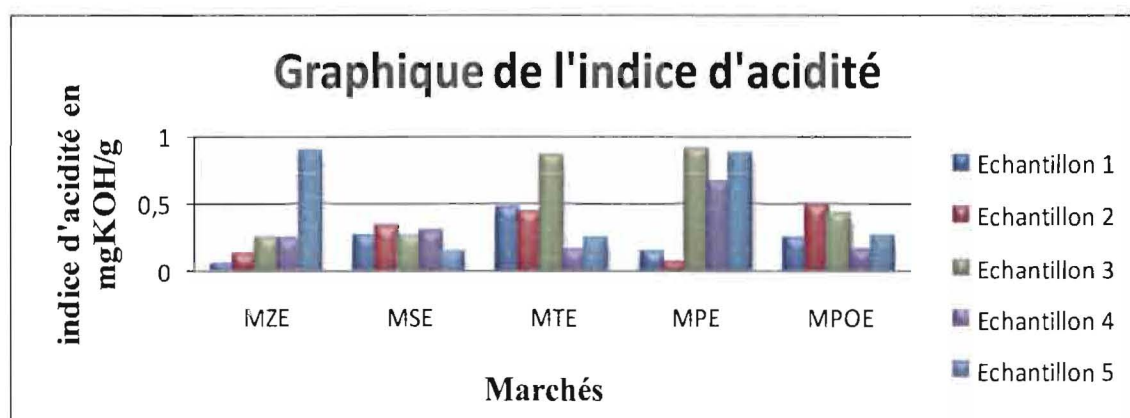


Figure 8 : Graphique d'indice d'acidité

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

Les échantillons non conformes sont constitués de matières grasses altérées par vieillissement donnant naissance, par hydrolyse enzymatique, à des acides gras libres (AGL). Ces AGL constituent avec les peroxydes, aldéhydes et cétones, les produits primaires (radicaux peroxydes, des hydro-peroxydes, des radicaux libres) de l'oxydation des huiles. Cet état de fait peut-être dû au long séjour des huiles dans des magasins de stockage dont la durée est responsable du vieillissement des huiles et, par conséquent, responsable de l'augmentation de l'indice d'acide. Certains facteurs favorisent l'augmentation du pourcentage des AGL : c'est le contact avec l'eau et certaines enzymes. Aussi les valeurs anormales peuvent venir d'un mauvais raffinage (la neutralisation des AGL par les bases fortes) et s'accélère lors d'un mauvais stockage. En somme, plus les acides gras libres sont importants plus l'huile s'expose facilement à l'oxydation.

4. Trace de savon

L'huile raffinée est obtenue par un ensemble de traitements appliqués aux huiles brutes dont la neutralisation des acides gras libres. En effet, cette neutralisation utilise les bases fortes telles que le NaOH, le KOH. Lors du traitement, il y a donc production de savon par attaque des acides gras par les bases. Ce savon sera par la suite éliminé par lavage de l'huile, lorsque ce traitement est mal fait, on retrouve des traces de savon dans l'huile destinée à la consommation. La teneur en savon résiduel renseigne donc sur cet aspect de la qualité et selon le Codex Alimentarius (2003), la teneur en savon ne doit pas excéder la valeur de 50 ppm. La figure 9 présente la teneur en traces de savon des huiles collectées des marchés.

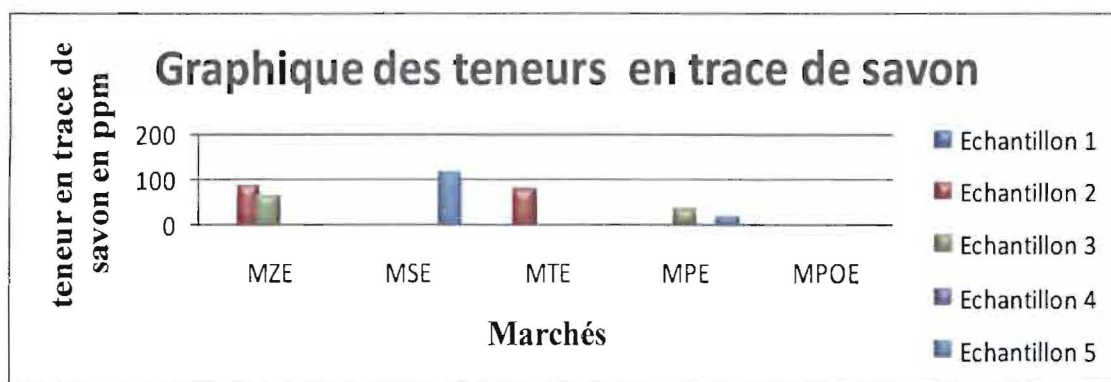


Figure 9 : Graphique de la teneur en traces de savon

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

Selon la figure 9, les échantillons non conformes sont les huiles (MZE 2 = 87,386 ; MZE 3 = 64,585 ; MSE 5 = 113,977 ; MTE 2 = 77,886) les échantillons (MPE 3 = 32,292 ; MPE 5 = 15,198) ont des résidus de savon mais ne sont pas non conformes selon la norme codex alimentarius (2003). La présence des résidus de savon est due à la non maîtrise de l'opération de raffinage (le lavage pour éliminer les traces de savon forment lors de la neutralisation n'a pas total), enfin si la valeur dépasse 50 ppm l'huile est impropre à la consommation humaine.

5. Le taux d'impureté insoluble à l'hexane

Le taux d'impureté insoluble à l'hexane, dans laquelle tous les échantillons ne respectent pas la norme (0,05 % m/m) d'impureté dans l'huile. Les valeurs vont de 1,23 à 4,67 dans la figure 10. On peut expliquer cela par le fait de la mauvaise exposition de l'huile sur le marché, car pendant l'échantillonnage nous avons remarqué que beaucoup d'instruments de mesure étaient couverts de poussières et autres impuretés. Mais il faut spécifier que presque l'ensemble des impuretés des huiles d'arachide viennent des résidus de la matière première dont certaines sont en suspension visible dans l'huile.

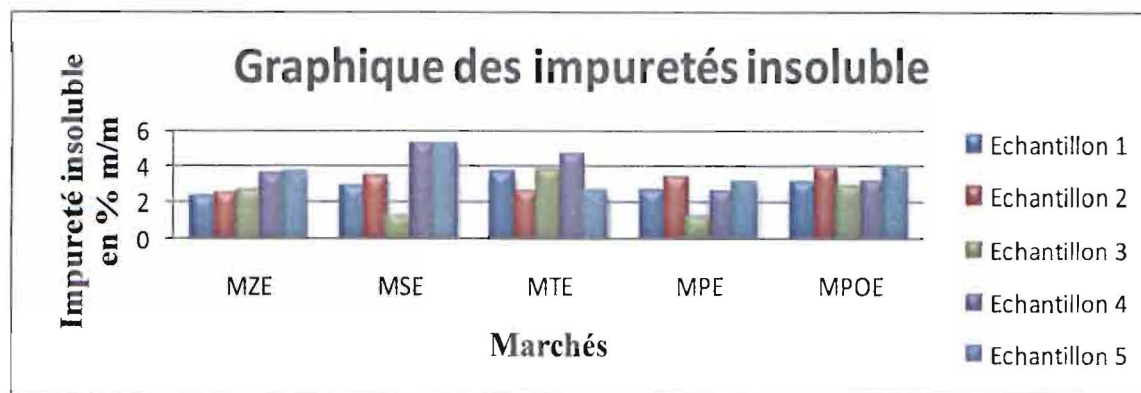


Figure 10 : Graphique de l'impureté insoluble

MTE : Marché Tanghin Echantillon (N° 1 huile de palmiste, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MSE : Marché Sankariaré Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palmiste, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

MPE : Marché Pissy Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile d'arachide, N°4 huile d'arachide, N°5 huile de palme)

MZE : Marché Zone 1 Echantillon (N°1 huile de coton, N°2 huile de coton, N°3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile d'arachide)

MPOE : Marché Patte d'Oie Echantillon (N°1 huile de palmiste, N°2 huile de palme, N° 3 huile de coton, N°4 huile de palme, N°5 huile de coton)

6. Détermination d'huiles minérales

En plus des huiles végétales et animales, il existe des huiles minérales (hydrocarbures) dont une seule est comestible l'huile de paraffine mais indigeste (SOMDA, 2008). La présence d'huile minérale est due à la contamination de l'échantillon par l'huile de moteur ou la graisse des machines utilisées pour la production de l'huile ou encore par les récipients de conditionnement souillés par l'huile minérale. Dans notre étude, aucun des échantillons d'huile ne présente de trace l'huile minérale. Ces résultats obtenus sont comparables à ceux du Laboratoire National de Santé Publique (SANKARA, 2011). Cela suppose que les huiles analysées ne présentent des huiles indigestes à l'Homme.

DISCUSSION GENERALE

A l'issu des manipulations l'indice d'iode présente des valeurs qui ne respectent pas les normes du codex alimentarius ; nous pouvons avoir la présomption que la faute est soit due à un mauvais raffinage soit à la contrefaçon. La majorité des huiles échantillonnées sur les marchés ne se prêtent pas à la friture au vu des résultats de la rancidité. Pour ce qui est des produits de dégradation qui restent dans l'huile lors de la friture, on les soupçonne d'être néfastes pour la santé, mais seulement s'ils sont consommés en grande quantité et à répétition pendant plusieurs années. Car les graisses oxydées provoquent des effets néfastes comme des dégâts au foie, au thymus et aux reins. D'une manière générale, l'ingestion d'acides gras oxydés et de cholestérol est associée à l'athérosclérose, au cancer et au dérèglement des fonctions métaboliques du foie (Dobarganes et Marquez-Ruiz, 2003).

Pour les paramètres sanitaires en prenant les échantillons individuellement pour le taux d'humidité on a 4% de non conformes ; pour l'indice de peroxyde, l'indice de d'acidité, les traces de savon chacun à 20% de non conformes enfin pour l'indice d'impuretés insolubles et la présence d'huiles minérales on a respectivement 100% et 0% de non conformes.

Hormis l'indice du taux d'impuretés insolubles, 60% échantillons est conforme sur l'ensemble des paramètres considérés pour le facteur qualité sanitaire. Quant au 40% non conforme on remarque que les non-conformités viennent soit de l'indice de peroxyde, soit l'indice d'acidité, soit l'indice trace de savon ; il faut noter que ces paramètres non-conformités vont ensemble, c'est à dire si l'un de ces trois (03) est non conformes il y aura un deuxième qui le saura aussi, voir même le troisième. Enfin les huiles analysées peuvent être hygiéniquement impropre à la santé aux sus de leurs taux élevés en impuretés et leurs prédispositions à être oxydées.

CONCLUSION RECOMMANDATIONS PERSPECTIVES

Cette étude nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les corps gras, d'acquérir des expériences professionnelles et d'atteindre les objectifs fixés. Les résultats obtenus montrent certaines huiles préjudiciables pour la santé des consommateurs au vu des peroxydes ou leurs prédispositions à oxyder en peroxydes. Surtout il ressort une non-conformité au niveau des valeurs d'indice d'impuretés insolubles, d'indice de peroxyde, d'indice d'acidité ou d'indice trace de savon. Il faut mentionner que les huiles sont mal exposées sur l'étale des marchés ; ce qui contribue à l'augmentation de leur taux d'impuretés insolubles à l'hexane. Aussi d'une manière générale les huiles ne se prêtent pas à la friture donc s'oxydent vite à la chaleur. Enfin la majorité des huiles échantillonnées sur les marchés ne se prêtent pas à la friture.

A la fin de notre étude nous formulons les suggestions, les recommandations et les perspectives suivantes :

- Nous suggérons à la ligue des consommateurs en collaboration avec le Laboratoire National de Santé Publique de faire des inspections fréquentes sur les places des marchés locaux ;
- Une sensibilisation des commerçants sur l'oxydation lors du stockage et l'exposition de l'huile à l'air libre pendant la vente ;
- Pour la friture, nous suggérons de surveiller à l'aspect de l'huile lors de la préparation ;
- Plus d'équipement de laboratoire à l'endroit du LNSP pour mieux exécuter sa mission d'analyse, de contrôler et mieux protéger la santé publique ;
- Nous recommandons à ceux qui vont se lancer dans l'analyse des huiles d'évaluer l'indice de para-anisidine pour mieux apprécier l'oxydation (évaluer les composés peroxydés non volatiles) ; en plus il faut ajouter les corrélations entre l'indice de réfraction et l'indice d'iode, puis l'indice d'insaponifiable des études peuvent être effectuées ;
- Comme perspectives plus d'autorités à l'endroit du Laboratoire National de Santé Publique (LNSP) de la part des gouvernants, afin que les fautes soient sanctionnées ;
- A l'endroit des consommateurs si leurs moyens les permettent, de payer les huiles dans les bidons bien ferment, bien étiquetées ou bien d'éviter les huiles qui ont une mauvaise odeur, aspect car la santé n'a pas de prix ;

Enfin, pour perspective valoriser l'huile d'arachide qui se prête bien à la friture.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adelaide M. H. B., 1998. Contribution à la connaissance de la qualité nutritionnelle des huiles et graisses consommées au Burkina Mémoire de DEA option biochimie et microbiologie appliquée. Pp 15 – 25.

Baynes et Kanner, 2007. Adverse effects of some natural constituents in fats and oils. Vol 1, p 400. (Memoire)

Belitz et Grosch, 1987. Métabolisme des lipides, manuel des corps gras, vol 1 : pp 531-560. (Memoire)

Codex Alimentarius (CAC/RCP 1-1969 rev. 4, 2003) ; Graisse, huiles et produits dérivés

Coton et developpement, 1993. Dossier huilerie pp 7 – 18.

Danel P., 2005. Etude de la Consommation Alimentaire à Ouagadougou, Burkina Faso

Delacharlerie S., de Biourge S., Chéné C., Sindic M., Deroanne C., 2008. HACCP organoleptique : guide pratique. Publié à l'aide du ministère de la région Wallonne (Belgique) page 33.

Doborganes et Marquez-Ruiz, 2003. Analyse des produits d'oxydation des corps gras alimentaires.

Ducimetiere P., 2006. Rôle des lipides alimentaires dans l'apparition et la prévention de la maladie des coronaires et de certains cancers : approche épidémiologique. Manuel des corps gras, vol 1: pp 608-619.

Figarella J., 2002. Microbiologie et qualité des aliments dans les industries agroalimentaires, p 11.

Frenot et Vierling, 2001. Biochimie des aliments- diététique du sujet bien portant.

Guiguemé E., 2006. Contrôle de la qualité des huiles alimentaires commercialisées à Ouagadougou et Bobo Dioulasso. Mémoire de Diplôme Universitaire de Technologie.

Hochard J. M., 2008. Réglementation concernant les corps gras alimentaires, manuel des corps gras, vol 1: pp 46 – 65.

Institut des corps gras (Iterg), centre technique industriel, 2002. Rôle biologique et nutritionnel des lipides et de leurs principaux constituants.

ISO 6886. Évaluation de la stabilité oxydative des matières grasses : Test au rancimat

ISO/DIS 8202-IC X 50 -120 : Définition de la qualité.

Journal officiel, 1994. LA LOI 23-94/ADP. PP 3 – 58.

Judde A., 2004. « Prévention de l'oxydation des acides gras dans un système cosmétique : mécanismes, conséquences, moyens de mesure, quels antioxydants pour quelles applications » ? OCL 11 (6) : pp 414 – 418.

Kanner, 2007. Adverse effects of some natural constituents in fats and oils. vol 1, p 400.

Karleskind A. et Guthmann J., 1992. Manuel des corps gras, Tome 1 & 2. Edition Technique et Documentation. Paris.

Kinda P., 2003. Contrôle de la qualité d'huile et de mangues séchées : analyse de quelques paramètres physico-chimiques et microbiologiques. Diplôme Universitaires de Technologie. Pp 21 – 25.

L'Avant-Projet de textes normatifs dans le domaine des oléagineux 2006 BF XX XXX 2006

Livernais L. et Seattel, 2000. Les acides gras indispensables.

Maun Cost Fondation, 1979. Oils Fats and Oilseeds, commodity statistics: propriétés physiques des principales huiles végétales commerciales. Vol. 1, Rotterdam.

Mensier P. H., 1957. Dictionnaire des huiles végétales. Paris : Ed. Paul Chevalier. pp108 – 110.

Multon J. L., 1980. Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Le contrôle de la qualité : principe généraux et aspect législatifs éd. Tech et Doc. Lavoisier, vol 1- pp 244.

Normes Codex pour les graisses et les huiles comestibles non visées par des Normes individuelles Codex STAN 191981 (Rev, 2-1999) ;

Normes Codex pour les huiles végétales portant un nom spécifique Codex STAN 210-1999 ; 13 pages) ;

OMS, 2010. Statistiques sanitaires mondiales. P 19. pp 79-105.

Ramdé W., 2009. Evaluation de la teneur en palmitate de rétinol des huiles conditionnées, commercialisées à Ouagadougou et Bobo Dioulasso (Burkina Faso). (Memoire)

Rapport FAO/OMS, 1977. Rôle des graisses et huiles alimentaires en nutrition humaine.

Roger F., 1980. Les industries des corps gras : Biochimies -Extraction- Raffinage. Nuisance et réglementation. Industrie Production Environne (IPE) France Revue N° 8 : 2 – 37.

SANKARA S 2011. Appréciation de la qualité générale des huiles utilisées en friture dans la ville de Ouagadougou (BURKINA FASO) (Memoire)

SOMDA A. Effet de la température sur les paramètres physicochimiques des huiles utilisées pour la friture à Ouagadougou, mars 2008 ; (Memoire)

SPAA, 2013. Analyse des incitations et pénalisation pour l'huile de coton au BURKINA FASO, 37p.

Wolf J.P., 1982. Manuel d'analyse des corps gras. Ed. Azoulay, Paris. pp 255 – 254.

LIENS ELECTRONIQUES

1. www.dictionnaire.sensagent.com Consulté le 3 juillet 2015

2. <http://saveurpassion.over-blog.com/article-19651325.html> Consulté le 04 juillet 2015

3. <http://www.memoireonline.com/08/11/4795/Valorisation-de-residus-de-transformation-industrielle-de-tomates-extraction-et-caracterisation-.htm>, consulté le 20 septembre 2015

ANNEXE

Annexe : Caractéristiques organoleptiques des huiles collectées des marchés de Ouagadougou.

NB : hormis les huiles d'arachide qui sont des huiles artisanales, toutes les autres huiles sont des industrielles.

Echantillons	Couleur	Odeur	Saveur	Aspect
MTE – 1 Date : 14/08/14 Heure: 10H 50 Prod : 02/2014 Exp : 02/2016 Lot : 201433	Jaune or	Léger, caractéristique huile végétale	Douce et fade	Peu brillant, transparente, assez fluide
MTE – 2 Date : 14/08/14 Heure: 10H 57 Prod : 23/07/13 Exp : 22/07/20 Lot : 000120	Jaune brune	Piquante caractéristique huile de coton	Douce et fade	Assez fluide, transparente, brillante, pas de prise de masse à la température ambiante
MTE – 3 Date : 14/08/14 Heure: 11H 05 Prod : - Exp : - Lot : -	Jaune or	Piquante, caractéristique huile d'arachide	Douce et fade	Très fluide, très brillante, transparente, pas de prise à la température ambiante
MTE – 4 Date : 14/08/14 Heure: 11H 13 Prod : - Exp : 03/05/15 Lot : 61N1B2142	Jaune or	Légère, caractéristique huile de palme	Douce et fade	Très fluide, très brillante, transparente, pas de prise de masse à la température ambiante
MTE – 5 Date : 14/08/14 Heure: 11H 20 Prod : 05/2014 Exp : 05/2016 Lot : 107029 PALM OLEIN	Jaune paille	Légère, caractéristique huile végétale	Douce et fade	Peu fluide, peu brillante, non transparente, pas de prise de masse à la température ambiante
MPE – 1 Date : 14/08/14 Heure: 14H 02 Prod : - Exp : - Lot : -	Jaune	Légère, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Fluide, transparente, prise de masse à la température ambiante
MPE – 2 Date : 14/08/14 Heure: 14H 10 Prod : - Exp : - Lot : -	Jaune or	Légère, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Très fluide, très transparente, pas de prise de masse à la température ambiante

MPE – 3 Date : 14/08/14 Heure : 14H 18 Prod : - Exp : - Lot : -	Jaune brune	Piquante, caractéristique huile d'arachide	Douce et forte	Assez fluide, peu transparente, peu brillante, dépôt de matière à la température ambiante
MPE – 4 Date : 14/08/14 Heure: 14H 18 Prod : - Exp : - Lot :	Jaune or	Piquante, caractéristique huile d'arachide	Douce et forte	Très fluide, assez transparente, assez brillante, pas de masse à la température ambiante, dépôt de matière première
MPE – 5 Date : 14/08/14 Heure: 14H 30 Prod : - Exp : 02/04/15 Lot :-	Jaune paille	Légère, caractéristique huile de palme	Douce et fade	Assez fluide, peu brillante, peu transparente, prise de masse à la température ambiante
MSE – 1 Date : 14/08/14 Heure: 11H 43 Prod : - Exp : 2016 Lot :B117MFG APR 201	Jaune	Légère, caractéristique huile végétale	Douce et fade	Assez fluide, peu transparente, peu brillante, peu de dépôt de masse à la température ambiante
MSE – 2 Date : 14/08/14 Heure: 11H 54 Prod : 2014 Exp : 2016 Lot :B085 MFG APR	Jaune or	Légère, caractéristique huile végétale	Douce et fade	Fluide, très transparente, très brillante, dépôt de masse à la température ambiante
MSE – 3 Date : 14/08/14 Heure: 12H 17 Prod : 21/04/14 Exp : 20/04/16 Lot : 03101HG 2021G4	Jaune or	Légère, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Très fluide, très brillante, très transparente, léger dépôt de masse à la température ambiante
MSE – 4 Date : 14/08/14 Heure: 12H 26 Prod : - Exp : 08/08/15 Lot :6202A2192	Jaune or	Légère, caractéristique huile de palme	Douce et fade	Très brillante, très transparente, très fluide, pas de dépôt de masse à la température ambiante
MSE – 5 Date : 14/08/14 Heure: 12H 30 Prod : - Exp : - Lot : -	Rouge brune	Piquante, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Assez transparente, assez brillante, assez fluide, limpide, pas de dépôt de masse à la température ambiante
MZE – 1 Date : 16/08/14 Heure: 13H 51 Prod : 04/2014 Exp : 04/2016 Lot : 114 MFG	Jaune	Légère, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Assez fluide, transparente, assez brillante, limpide, dépôt de masse à la température ambiante
MZE – 2 Date : 16/08/14 Heure: 13H 55 Prod : - Exp : -	Rouge brune	Piquante, caractéristique huile de coton	Douce et fade	Fluide, très transparente, assez brillante, dépôt de masse à la température ambiante

Lot : -				
MZE - 3				
Date : 16/08/14				
Heure: 14H 00	Rouge	Piquante,	Douce et	Assez transparente, assez
Prod : -	brune	caractéristique	fade	fluide, assez brillante, dépôt
Exp : -		de coton		de masse à la température
Lot : -				ambiante
MZE - 4				
Date : 16/08/14				
Heure: 14H 06	Jaune or	Légère,	Douce et	Très fluide, très brillante, très
Prod : -		caractéristique	fade	transparente, limpide, pas de
Exp : 14/08/15		de palme		dépôt de masse à la
Lot : 65N2A2251				température ambiante
MZE - 5				
Date : 17/08/14				
Heure: 07H 50	jaune	Piquante,	Douce et	Assez fluide, assez brillante,
Prod : -		caractéristique	fade	transparente, dépôt de la
Exp : -		d'arachide		matière première
Lot :				
MPOE - 1				
Date : 14/08/14				
Heure: 15H 13	Jaune	Légère,	Douce et	Peu fluide, peu brillante, pas
Prod : 05/2014	paille	caractéristique	fade	transparente, trouble, pas de
Exp : 05/2016		végétale		dépôt de masse à la
Lot : B189MFG				température ambiante
MPOE - 2				
Date : 14/08/14				
Heure: 15H 20	Jaune or	Légère,	Douce et	Très fluide, très brillante, très
Prod : -		caractéristique	fade	transparente, très limpide,
Exp : 16/05/2015		de palme		pas de dépôt de masse à la
Lot : 40N2A1352 2				température ambiante
MPOE - 3				
Date : 14/08/14				
Heure: 15H 30	Jaune	Légère,	Douce et	Peu fluide, peu brillante, pas
Prod : -	paille	caractéristique	fade	transparente, dépôt de masse
Exp : -		coton		à la température ambiante
Lot : -				
MPOE - 4				
Date : 14/08/14				
Heure: 15H 45	Jaune	Légère,	Douce et	Peu fluide, assez brillante,
Prod : 11/04/14	paille	caractéristique	fade	non transparente, pas de
Exp : 10/04/16		de palme		dépôt de masse à la
Lot : 51514A-12				température ambiante,
				trouble
MPOE - 5				
Date : 14/08/14				
Heure: 16H 03	Jaune	Légère,	Douce et	Assez fluide, assez brillante,
Prod : -	paille	caractéristique	fade	peu transparente, dépôt de
Exp : -		végétale		masse à la température
Lot : -				ambiante