

#### REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

UNION - DISCIPLINE - TRAVAIL

#### MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

#### **UFR DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES**

Année: 2012 - 2013

THESE

N° 1571/13

Présentée en vue de l'obtention du

#### **DIPLOME D'ETAT DE**

#### **DOCTEUR EN PHARMACIE**

Par

MIIe KOUASSI BEKANTI EDWIGE FLAURE ALY

# DETERMINATION DE LA TENEUR EN VITAMINE A ET EVALUATION DE LA QUALITE PHYSICO – CHIMIQUE DES HUILES VENDUES PAR LES COMMERCANTS AMBULANTS DANS LA VILLE D'ABIDJAN(2012)

Soutenue publiquement le 05 Août 2013

# Composition du jury

Président : Madame le Professeur AKE Michèle, Professeur Titulaire

Directeur de thèse : Monsieur le Professeur MALAN Kla Anglade, Professeur Titulaire

Assesseurs : Monsieur le Professeur OGA Agbaya Serge, Professeur Agrégé

Assesseurs Madame le Docteur SANGARE TIGORI Béatrice, Maître Assistante

# ADMINISTRATION ET PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'UFR SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES

# I. HONORARIAT

Directeurs/Doyens Honoraires: Professeur RAMBAUD André

Professeur FOURASTE Isabelle

Professeur BAMBA Moriféré

Professeur YAPO Abbé †

Professeur MALAN Kla Anglade

Professeur KONE Moussa †

# II. ADMINISTRATION

Directeur Professeur ATINDEHOU Eugène

Sous-Directeur Chargé de la Pédagogie Professeur Ag INWOLEY Kokou André

Sous-Directeur Chargé de la Recherche Professeur Ag OGA Agbaya Serge

Secrétaire Principal Monsieur BLAY Koffi

Secrétaire Principal Adjoint Madame AKE Kouadio Api Eugénie

Documentaliste Monsieur N'GNIMMIEN Koffi Lambert

Intendant Monsieur GAHE Alphonse

Responsable de la Scolarité Madame DJEDJE Yolande

#### III.PERSONNEL ENSEIGNANT PERMANENT

#### 1. PROFESSEURS TITULAIRES

Mme AKE Michèle Chimie Analytique

M ATINDEHOU Eugène Chimie Analytique, Bromatologie

Mme KONE BAMBA Diéneba Pharmacognosie

MM KOUADIO Kouakou Luc Hydrologie, Santé Publique

MALAN Kla Anglade Chimie Ana., contrôle de qualité

MENAN Eby Ignace Parasitologie - Mycologie

MONNET Dagui Biochimie et Biologie Moléculaire

## IV. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mme ATTOUNGBRE HAUHOUOT M.L. Biochimie et Biologie Moléculaire

MM ABROGOUA Danho Pascal Pharmacologie

AHIBOH Hugues Biochimie et Biologie moléculaire

DANO Djédjé Sébastien Toxicologie.

Mme AKE EDJEME N'guessan Angèle Biochimie et Biologie moléculaire

MM INWOLEY Kokou André Immunologie

KABLAN Brou Jérôme Pharmacologie

KOFFI Angely Armand Pharmacie Galénique

Mme KOUAKOU SIRANSY N. Pharmacologie

MM KOUASSI Dinard Hématologie

LOUKOU Yao Guillaume Bactériologie-Virologie

OGA Agbaya Stéphane Santé publique et Economie de la santé

OUATTARA Mahama Chimie thérapeutique

Mme SAWADOGO Duni Hématologie

MM YAPI Ange Désiré Chimie organique, chimie thérapeutique

YAVO William Parasitologie - Mycologie

ZINZENDORF Nanga Yessé Bactériologie-Virologie

# MAITRES DE CONFERENCES (CAMES)

M YOLOU Séri Fernand Chimie Générale

# V. MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

M DIAFOUKA François Biochimie et Biologie de la Reproduction

# VI. <u>MAITRES ASSISTANTS</u>

Mme AFFI-ABOLI Mihessé Roseline Immunologie

MM AMARI Antoine Serge G. Législation

AMIN N'Cho Christophe Chimie analytique

Mme BARRO KIKI Pulchérie Parasitologie - Mycologie

MM BONY François Nicaise Chimie Analytique

CLAON Jean Stéphane Santé Publique

. DEMBELE Bamory Immunologie

DJOHAN Vincent Parasitologie -Mycologie

EZOULIN Miezan Jean Marc Toxicologie

GBASSI K. Gildas Chimie Minérale

Mme KOUASSI AGBESSI Thérèse Bactériologie-Virologie

MM OUASSA Timothée Bactériologie-Virologie

Mme SACKOU KOUAKOU Julie Santé Publique

MM YAYO Sagou Eric Biochimie et Biologie moléculaire

# VII. ASSISTANTS

MM ADJOUNGOUA Attoli Léopold Pharmacognosie

ADJAMBRI Adia Eusebé Hématologie

Mme AKA–ANY-GRA Armelle Adjoua S. Pharmacie Galénique

MM AMICHIA Attoumou Magloire Pharmacologie

ANGORA Kpongbo Etienne Parasitologie

Mme AYE YAYO Mireille Hématologie

MM BROU Amani Germain Chimie Analytique

CABLAN Mian N'Ddey Asher Bactériologie-Virologie

DALLY Laba Galénique

Mlle DIAKITE Aïssata Toxicologie

M DJADJI Ayoman Thierry Lenoir Pharmacologie

Mlle DOTIA Tiepordan Agathe Bactériologie-Virologie

M EFFO Kouakou Etienne Pharmacologie

Mlle FOFIE N'Guessan Bra Yvette Pharmacognosie

MmesHOUNSA Annita Emeline Epse Alla Sante Publique

IRIE N'GUESSAN Amenan Pharmacologie

MM KABRAN Tano Kouadio Mathieu Immunologie

KAMENAN Boua Alexis Thierry Pharmacologie

KACOU Alain Chimie Thérapeutique

KASSI Kondo Fulgence Parasitologie-Mycologie

Mlle KONATE Abibatou Parasitologie-Mycologie

M KONAN Konan Jean Louis Biochimie et Biologie moléculaire

Mme KONE Fatoumata Biochimie et Biologie moléculaire

MM KOUAKOU Sylvain Landry Pharmacologie

KOUAME Dénis Rodrigue Immunologie

KPAIBE Sawa Andre Philippe Chimie Analytique

LATHRO Joseph Serge Bactériologie-Virologie

Mme LEKADOU KORE Sylvie Santé Publique

MM MANDA Pierre Toxicologie

N'GUESSAN Alain Galénique

MmesN'GUESSAN-BLAO Amoin Rebecca J. Hématologie

OUAYOGODE-AKOUBET Aminata Pharmacognosie

POLNEAU VALLEE Sandrine Mathématiques biophysique

SANGARE Mahawa Biologie Générale

SANGARE TIGORI Béatrice Toxicologie

MM TRE Eric Serge Chimie Analytique

Mmes VANGA ABO Henriette Parasitologie-Mycologie

YAO ATTIA Akissi Régine Santé publique

M. YAPO Assi Vincent De Paul Biologie Générale

# VIII. <u>IN MEMORIUM</u>

Feu KONE Moussa Professeur Titulaire

Feu YAPO Abbé Etienne Professeur Titulaire

Feu COMOE Léopold Maître de Conférences Agrégé

Feu GUEU Kaman Maître Assistant

Feu ALLADOUM Nambelbaye Assistant

Feu COULIBALY Sabali Assistant

Feu TRAORE Moussa Assistant

Feu YAPO Achou Pascal Assistant

#### IX. ENSEIGNANTS VACATAIRES

#### 1. PROFESSEURS

M ASSAMOI Assamoi Paul Biophysique

M DIAINE Charles Biophysique

#### 2. MAITRES DE CONFERENCES

Mme TURQUIN née DIAN Louise Biologie Végétale

MM OYETOLA Samuel Chimie Minérale

YAO N'Dri Pathologie Médicale

ZOUZOU Michel Cryptogamie

#### 3. NON UNIVERSITAIRES

MM. AHOUSSI Daniel Ferdinand Secourisme

DEMPAH Anoh Joseph Zoologie.

KOUAKOU Tanoh Hilaire Botanique et Cryptogamie

N'GOZAN Marc Secourisme

KONAN Kouacou Diététique

KONKON N'Dri Gilles Botanique, Cryptogamie

OKPEKON Aboua Timothée Chimie Analytique, Chimie Générale.

Mme PAYNE Marie Santé Publique

COMPOSITION DES DEPARTEMENTS DE L'UFR DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES ET BIOLOGIQUES

I. <u>BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE</u>

Professeur LOUKOU Yao Guillaume Maître de Conférences Agrégé

Chef de département

Professeur ZINZENDORF Nanga Yessé Maître de Conférences Agrégé

Docteurs KOUASSI AGBESSI Thérèse Maître Assistante

OUASSA Timothée Maître Assistant

CABLAN Mian N'Dédey Asher Assistant

DOTIA Tiepordan Agathe Assistante

LATHRO Joseph Serge Assistant

# II. <u>BIOCHIMIE, BIOLOGIE MOLECULAIRE, BIOLOGIE DE LA</u> REPRODUCTION ET PATHOLOGIE MEDICALE

Professeur MONNET Dagui Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs AHIBOH Hugues Maître de Conférences Agrégée

AKE EDJEME N'Guessan Angèle Maître de Conférences Agrégée

DIAFOUKA François Maître de Conférences

HAUHOUOT ép. ATTOUNGBRE M.L. Maître de Conférences Agrégée

Docteurs YAYO Sagou Eric Maître Assistant

KONAN Konan Jean Louis Assistant

KONE Fatoumata Assistante

## III. BIOLOGIE GENERALE, HEMATOLOGIE ET IMMUNOLOGIE

Professeur SAWADOGO Duni Maître de Conférences Agrégé

Chef du Département

Professeurs INWOLEY Kokou André Maître de Conférences Agrégé

KOUASSI Dinard Maître de Conférences Agrégé

Docteurs DEMBELE Bamory Maitre-assistant

AFFI-ABOLI Mihessé Roseline Assistante

ADJAMBRI Adia Eusebé Assistant

AYE YAYO Mireille Assistante

KABRAN Tano K. Mathieu Assistant

KOUAME Dénis Rodrigue Assistant

N'GUESSAN-BLAO A. Rebecca S. Assistante

SANGARE Mahawa Assistant

YAPO Assi Vincent De Paul Assistant

# IV. CHIMIE ANALYTIQUE, CHIMIE MINERALE ET GENERALE, TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

Professeur ATINDEHOU Eugène Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeurs MALAN Kla Anglade Professeur Titulaire

AKE Michèle Professeur Titulaire

YOLOU Séri Fernand Maître de Conférences

Docteurs AMIN N'cho Christophe Maître Assistant

BONY Nicaise François Maître Assistant

GBASSI K. Gildas Maître Assistant

BROU Amani Germain Assistant

KPAIBE Sawa Andre Philippe Assistant

TRE Eric Serge Assistant

# V. <u>CHIMIE ORGANIQUE ET CHIM IE THERAPEUTIQUE</u>

Professeur YAPI Ange Désiré Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

Professeur OUATTARA Mahama Maître de Conférences Agrégé

Docteur KACOU Alain Assistant

# VI. PARASITOLOGIE, MYCOLOGIE, BIOLOGIE ANIMALE ET ZOOLOGIE

Professeur MENAN Eby Ignace H. Professeur Titulaire

Chef de Département

Professeur YAVO William Maître de Conférences Agrégé

Docteurs BARRO KIKI Pulchérie Maître Assistante

DJOHAN Vincent Maître Assistant

ANGORA Kpongbo Etienne Assistant

KASSI Kondo Fulgence Assistant

KONATE Abibatou Assistante

VANGA ABO Henriette Assistante

# VII. PHARMACIE GALENIQUE, BIOPHARMACIE,

COSMETOLOGIE, GESTION ET LEGISLATION PHARMACEUTIQUE

Professeur KOFFI Armand A. Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

Docteurs AMARI Antoine Serge G. Maître Assistant

AKA-ANY Grah Armelle A.S. Assistante

DALLY Laba Ismaël Assistant

N'GUESSAN Alain Assistant

VIII. <u>PHARMACOGNOSIE</u>, <u>BOTANIQUE</u>, <u>BIOLOGIE VEGETALE</u>, CRYPTOGAMIE,

Professeur KONE BAMBA Diénéba Professeur Titulaire

Chef de Département

Docteurs ADJOUGOUA Attoli Léopold Assistant

FOFIE N'Guessan Bra Yvette Assistante

OUAYOGODE-AKOUBET A. Assistant

IX. PHARMACOLOGIE, PHARMACIE CLINIQUE ET THERAPEUTIQUE, ET PHYSIOLOGIE HUMAINE

Professeurs KABLAN Brou Jérôme Maître de Conférences Agrégé

Chef de Département

ABROGOUA Danho Pascal Maître de Conférences Agrégé

KOUAKOU SIRANSY N'doua G. Maître de Conférences Agrégé

Docteurs AMICHIA Attoumou M Assistant

DJADJI Ayoman Thierry Lenoir Assistant

EFFO Kouakou Etienne Assistant

IRIE N'GUESSAN Amenan G. Assistante

KAMENAN Boua Alexis Assistant

KOUAKOU Sylvain Landry Assistant

X. PHYSIQUE, BIOPHYSIQUE, MATHEMATIQUES, STATISTIQUES ET INFORMATIQUE

Professeur ATINDEHOU Eugène Professeur Titulaire

Chef de Département par intérim

Docteur POLNEAU VALLEE Sandrine Assistante

#### XI. SANTE PUBLIQUE, HYDROLOGIE ET TOXICOLOGIE

Professeur KOUADIO Kouakou Luc Professeur Titulaire

Chef de département

Professeurs DANO Djédjé Sébastien Maître de Conférences Agrégé

OGA Agbaya Stéphane Maître de Conférences Agrégé

Docteurs CLAON Jean Stéphane Maître Assistant

EZOULIN Miézan Jean Marc Maître Assistant

SACKOU KOUAKOU J. Maître Assistante

DIAKITE Aïssata Assistante

HOUNSA-ALLA Annita Emeline Assistante

LEKADOU KORE Sylvie Assistante

MANDA Pierre Assistant

SANGARE TIGORI B. Assistante

YAO ATTIA A. Régine Assistante

# **DEDICACES**

Cette thèse est dédiée à ...

# A mon DIEU, LE TOUT PUISSANT

Père, tu m'as fait la grâce malgré toutes les difficultés rencontrées d'arriver au bout de ce travail et pour cela je te remercie.

Puisse ton amour, ta bonté, ta présence, ta sagesse et ta bénédiction m'accompagner davantage dans toutes mes entreprises et dans la réalisation des désirs les plus profonds de mon cœur.

Je te prie d'accorder ta grâce et ta bénédiction à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce projet.

Que la Gloire et l'Honneur te soient rendus pour l'Eternité! Amen!

#### A ma mère N'GUESSAN MARIE- YOLANDE

Tu as été toujours présente et tu m'as soutenue dans toutes les épreuves qui se sont mises au-devant de moi, et ce par tes prières et par ton amour.

Tu as toujours eu confiance en moi, et m'as encouragée dans tous mes choix y compris ces études pharmaceutiques. Merci pour l'éducation que tu m'as donnée.

Ce travail est le tiens et je te prie de l'accepter comme gage de mon amour et de ma reconnaissance pour tous les sacrifices consentis afin de me permettre de trouver ma voie.

Que Dieu te bénisse et te donne de vivre encore de nombreuses années afin d'apprécier l'ampleur de mon amour pour toi.

# A la mémoire de mon père feu ALI KOUASSI,

La confiance que tu avais en moi, a été ma plus grande source de motivation pendant tout mon cursus scolaire et universitaire.

Ce travail représente la réalisation de ta dernière volonté pour moi.

Merci pour toute l'affection à laquelle j'ai eu droit.

Cher père, repose en paix dans la grâce de Dieu pour le repos éternel car tu n'as pas vécu inutilement.

# A mon guide spirituel KOUAKOU AUGUSTIN,

Tes conseils éclairés m'ont permis de prendre de très bonnes décisions pour ma vie. Merci pour ta présence, tes prières et ton soutien.

L'aboutissement de ce travail est aussi de ton fait.

Merci pour tout.

# A mon chéri GNANGA Innocent,

Tu m'as accompagné durant toutes les étapes de ce travail et de par ton expérience j'ai bénéficié de certains conseils qui m'ont vraiment aidé.

Merci pour toute cette attention et pour ton soutien.

# A mon fils GNANGA Paul-Samuel Arris,

Tu as été ma source de motivation et à ta manière, tu as contribué à la rédaction de ce document.

Ce travail est le tiens, je t'aime.

# A mon oncle KOFFI-KOUMI Marcel,

Tu as été un second père pour moi et tu m'as prodiguée des conseils très précieux.

Tu m'as considérée comme ta propre fille en prenant soin de moi et en m'accordant ton affection. Je t'en suis vraiment très reconnaissante.

Ce travail t'appartient également. Merci.

# A mes Frères et sœurs,

Même étant loin de moi, vous m'avez encouragée et témoignée de votre soutien et de votre affection.

# A mes Oncles et Tantes,

Merci pour tout le soutien et l'affection que vous m'avez apportés.

Toute ma gratitude à vous qui m'avez soutenue et encouragée pendant ces années d'études.

# A mes Cousins et Cousines,

Je vous dédie ce travail avec toute mon affection.

Puisse cet ouvrage vous servir de modèle dans la vie.

# A mes Neveux et Nièces,

Je vous souhaite de faire mieux que moi.

A tous mes Amis,

MIEZOU Evrad, KOUASSI Marie-Merveille, ADJEY Manuella, OBODJE Leatitia... vous n'êtes pas très nombreux, mais les moments que nous passons ensemble sont plein de bonheur.

Puisse la vie nous combler au-delà de toutes nos espérances et renforcer cette amitié qui nous lie.

A la 29ème promotion de l'UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques,

Nous avons partagé ensemble des moments de joie et de douleur à la faculté de pharmacie.

Merci pour tout votre soutien. Je vous souhaite une excellente carrière pharmaceutique et une heureuse vie de famille.

Que Dieu nous bénisse et nous guide davantage dans tous nos projets.

A tous les enseignants de l'UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques,

Vous trouverez ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce que vous m'avez appris.

A tous ceux qui pourraient trouver plaisir à l'existence de cette thèse.

# **REMERCIEMENTS**

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui nous ont soutenu dans le cadre de nos études et tous au long de ces années de recherche.

#### - A Docteur SANGARE TIGORI Béatrice

Votre contribution à la réalisation de ce travail a été déterminante. Votre disponibilité et vos conseils ont été très appréciables. Je vous suis infiniment reconnaissante.

- A Docteur KISSIEDOU Rachelle du laboratoire National

Vous avez su m'orienter et me guider dans mes différentes manipulations et dans la réalisation de ce travail d'une manière générale. Que cette thèse soit pour vous un motif d'encouragement.

#### - A Docteur POLNEAU VALLEE Sandrine

Trouvez ici, l'expression de toute ma gratitude pour votre disponibilité et vos conseils.

- A tous nos maîtres de l'UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques

- Au personnel administratif de l'UFR des sciences pharmaceutiques et biologiques
- A tout le personnel du Laboratoire National de Santé Publique de Côte d'Ivoire
- A Docteur KOFFI AISSATOU CISSE, Pharmacie Angré
- A Docteur DIAKITE SERIE Marie-Cécile, Pharmacie Ste Famille

Merci pour votre soutien, votre confiance et pour tous vos conseils avisés.

- A tous ceux qui n'ont pas été nommés individuellement

# A NOS MAITRES ET JUGES

# A NOTRE MAITRE ET PRESIDENTE DU JURY.

# Madame le Professeur AKE Michèle

- Docteur en pharmacie ;
- DESS en Nutrition, Diététique et Contrôle des Aliments Université Paris XI;
- DEA option Sciences des aliments de l'université de Montpellier I, option sciences des aliments;
- Doctorat de l'Université de Montpellier I, option Sciences des Aliments;
- ➤ Professeur Titulaire en chimie analytique à l'UFR des Sciences

  Pharmaceutiques et Biologiques d'Abidjan;
- Pharmacien chef de la pharmacie et du laboratoire de nutrition de l'INSP d'Abidjan;
- Membre de la Société Ouest Africaine de Chimie ;

- ➤ Membre de l'Association of Official Analytical Chemists (AOAC)
- ➤ Membre de la Société des Experts Chimistes de France.

#### Cher Maitre,

Nous avons eu l'occasion d'apprécier vos qualités d'honnêteté et de rigueur dans le travail ; et votre brillant parcours ne nous laisse pas indifférente.

Merci cher Maitre d'avoir accepté de présider le jury de cette thèse.

# A NOTRE MAITRE ET DIRECTEUR DE THESE

# Monsieur le Professeur MALAN Kla Anglade

- Professeur titulaire de chimie analytique à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques;
- ➤ Doyen honoraire à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;
- Directeur du Laboratoire National de la Santé Publique ;
- Membre du conseil national de l'ordre des Pharmaciens ;
- Responsable du DESS contrôle de qualité des médicaments, aliments et produits cosmétiques;
- Membre de l'Académie National de Pharmacie de France ;
- Membre de l'académie des sciences, des cultures, des arts et de la

diaspora (ASCAD);

- ➤ Membre de la Société des Experts Chimistes de France ;
- ➤ Officier dans l'ordre du mérite de l'enseignement Supérieur ;
- Commandeur de l'ordre de l'enseignement supérieur ;
- Chevalier dans l'ordre de la Santé Publique ;
- Expert de l'OMS.

#### Cher Maitre,

Nous avons bénéficié de votre part d'un encadrement qui nous a permis de mener ce travail à son terme. Nous avons été sensibles à votre compréhension et à votre grande disponibilité malgré vos nombreuses obligations.

Veuillez trouver ici l'expression de notre profond respect et de notre gratitude.

# A NOTRE MAITRE ET JUGE

# Monsieur le Professeur OGA AGBAYA STEPHANE

- Docteur en pharmacie diplômé de l'université de Cocody ;
- Professeur Agrégé chargé de cours au département de santé publique, hydrologie et toxicologie;
- ➤ Sous-Directeur chargé de la recherche et de l'équipement à l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques de l'Université Félix Houphouët Boigny d'Abidjan ;

- ➤ Chargé de la recherche épidémiologique et statistique à l'Institut National de la Santé Publique ;
- Ancien interne des hôpitaux ;
- ➤ Membre du secrétariat des rédactions de la revue CAHIER SANTE PUBLIQUE ;
- Membre de l'association des épidémiologistes de langue française (ADELF)

## Cher Maitre,

La rigueur scientifique qui vous caractérise et votre disponibilité ne sont plus à démontrer.

C'est pour nous un honneur de vous compter parmi les membres de ce jury.

Sincères remerciements.

# A NOTRE MAITRE ET JUGE

# Madame le Docteur SANGARE TIGORI Béatrice

- Docteur d'Etat en Pharmacie ;
- ➤ DESS en toxicologie et hygiène agro-industrielle ;

- ➤ DEA en valorisation des Médicaments issus de la Pharmacopée Africaine ;
- ➤ Maître-Assistante du Département de Santé Publique, Hydrologie et Toxicologie de l'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques ;
- Pharmacienne au Laboratoire National de Santé Publique ;
- > Expert Toxicologue des Tribunaux de Côte d'Ivoire.

## Cher Maitre,

La thèse que je présente est la vôtre car c'est vous qui l'avez initiée.

Au cours de ce travail, j'ai pu bénéficier de votre encadrement, de vos conseils et de votre soutien.

Trouvez ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je vous souhaite une brillante réussite dans votre carrière d'enseignante.

#### LISTE DE FIGURES

Figure 1 : Schéma d'extraction des huiles végétales	11
Figure 2 : Structure des tocophérols	15

Figure 3 : Oxydation des acides gras	20
Figure 4 : Formule développée de la vitamine A	.31
Figure 5: Métabolisme de la vitamine A	.40
Figure 6 : Misse en œuvre du processus d'enrichissement des aliments	57
Figure 7 : Principe d'enrichissement de l'huile	59
Figure 8 : Schéma du circuit direct	54
Figure 9 : Schéma du circuit court	65
Figure 10 : Schéma du circuit long traditionnel	66
Figure 11 : Schéma du circuit intégré	66
Figure 12 : Droite de linéarité de la vitamine A	.72
Figure 13 : Répartition des huiles en fonction de leur caractère organoleptiques	
Figure 14 : Répartition des huiles en fonction de leur teneur en vitamine A	
Figure 15 : Répartition des huiles en fonction de leur acidité	91
Figure 16 : Représentation des moyennes d'acidité des huiles des différentes communes	
Figure 17 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de peroxyde	
Figure 18 : Représentation des moyennes des indices de peroxyde des différentes commune	
Figure 19 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de saponification	
Figure 20 : Représentation des moyennes des indices de saponification des huiles des différentes communes	
Figure 21 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de réfraction	
Figure 22 : Représentation des moyennes des indices de réfraction des huiles des différentes communes	

Figure 23 : Répartition des huiles en fonction de l'humidité	03
Figure 24 : Représentation des moyennes de l'humidité des huiles des différentes communes	
Figure 25 : Répartition des huiles en fonction de leur densité	7
Figure 27 : Représentation des moyennes de la densité des huiles des différentes communes	

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Teneur en acides gras essentiels de certaines huiles végétales en pourcentage
Tableau II : Principaux composés du groupe de la vitamine A
Tableau III : Tableau de la composition en vitamine A d'aliments consommés en Afrique
Tableau IV : Influence des traitements culinaires, domestiques ou industriels sur la vitamine A
Tableau V : Rations quotidiennes de vitamine A recommandées par la FAO et l'OMS
Tableau VI : Classification de la Xérophtalmie45
Tableau VII : Valeurs des surfaces de la gamme étalon lues au HPCL71
Tableau VIII : Résultats obtenus à partir de l'échantillon A73
Tableau IX : Résultats obtenus à partir d'échantillon d'huile disponibles au laboratoire national
Tableau X : Résultats obtenus à partir des dilutions au demi (1/2) d'une solution de référence
(128,125 μg/ml)
Tableau XI : Expression du taux de recouvrement pour les différentes concentrations
Tableau XII : Caractères organoleptiques
Tableau XIII : Teneur en vitamine A des 100 échantillons
Tableau XIV : Répartition de la teneure en vitamine A des échantillon en fonction des communes
Tableau XV : Acidité des huiles90
Tableau XVI : Répartition des moyennes de l'acidité en fonction des communes91
Tableau XVII : Indice de peroxyde des huiles
Tableau XVIII : Répartition des moyennes de l'indice de peroxydes en fonction des communes95

Tableau XIX : Indice de saponification des huiles	96
Tableau XX : Répartition des moyennes des indices de saponification en fonction des communes	98
Tableau XXI : Indice de réfraction des huiles	99
Tableau XXII : Répartition des moyennes de l'indice de réfraction des huiles en foncti communes	
Tableau XXIII : Humidité des huiles	102
Tableau XXIV : Répartition des moyennes de l'humidité des huiles en fonction des communes	104
Tableau XXV : Densité des huiles	106
Tableau XXVII : Répartition des moyennes de la densité des huiles en fonction des communes	107

# LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

**AFNOR :** Association Française de Normalisation

AGE: Acide Gras Essentiel

AGI: Acide Gras Insaturé

AGMI: Acide Gras Mono-insaturé

**AGPI:** Acide Gras Poly-insaturé

AGS: Acide Gras Saturé

**AOCS**: Amerian Oil Chemists' Society

**AOAC**: Association of Official Analytical Chemists

**BSI**: Brittish Standards Institution

**CCM:** Chromatographie en Couches Minces

CEDEAO: Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest

**CPG**: Chromatographie en Phase gazeuse

**DIN**: Deutsches Institut für Norming

**FAO:** Food and Agriculture Organization

FIL: Fédération International de Laiterie

**HKI**: Helen Keler International

**HPLC**: Chromatographie Liquide Haute Performance

**ISO**: International Organization for Standardization

LNSP: Laboratoire National de la Santé Publique

MSLS: Misnistère de la Santé et de Lutte contre le Sida

OMS: Organisation Mondiale de la Santé

**OCDE**: Organisation de Coopération et de développement

PATO: Produits d'Altération Thermoxydation

PED: Pays en développement

**PNN**: Programme National de Nutrition

UICPA: Union International de Chimie Pure et Appliquée

**RBP**: Retinol Banding Protein

### TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION	5
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	8
CHAPITRE 1: LES HUILES ALIMENTAIRES	9
I- DEFINITIONS	10
II- CLASSIFICATION DES HUILES VEGETALE	ES10
III- COMPOSITION DES HUILES VEGETALES.	12
1. Les acides gras	12
2. Les constituants mineurs	14
3. Les substances anti-nutritives et toxiques	15
IV- PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES	17
1. Propriétés physiques	
2. Propriétés chimiques	18
V- LEGISLATION ET CONTROLE DES LIPIDE	ES
ALIMENTAIRES DANS LE COMMERCE	
INTERNATIONAL	20
1. Terminologie: Lipides, matière grasse	20
2. Procédure du codex alimentarus	
3. Analyse des lipides	22
VI- LES HUILES EN ALIMENTATION	24
1. Huiles de cuisson	24
2. Propriétés biologiques des corps gras chauffés	25
3. Conservation des matières grasses	
VII- ROLES DES LIPIDES DANS LA NUTRIRION	J26
1. Source d'énergie	27
2. Source d'acide gras essentiels	
3. Source de vitamines	
CHAPITRE 2 : LA VITAMINE A	30
I- ORIGINE, DEFINITION, STRUCTURE CHIMIQU	E31
II- SOURCES NATURELLES	
III- STABILITE DE LA VITAMINE A	
IV- BESOINS NUTRITINNELS	

	V -		METABOLISME	39
		1.	Absorption	41
		2.	Mise en réserve.	41
		3.	Transport plasmatique et élimination	42
	VI-		ROLES ET FONCTION DE LA VITAMINE A	42
		1.	Vitamine A et vision	42
		2.	Fonction cellulaire	42
		3.	Autres rôles	43
	VII	_	PATHOLOGIES LIEES A LA VITAMINE A	43
		1.	Les carences en vitamine A	43
			1.1. Au niveau des yeux	44
			1.2. Au niveau de la peau et des muqueuses	45
			1.3. Au niveau de la reproduction	46
			1.4. Au niveau du système immunitaire et du sang	46
			1.5. Facteurs favorisant la carence en vitamine A	46
		2.	Hypervitaminose A	47
	VII	I-	STRACTEGIE DE LUTTE CONTRE L'AVITAMINOSE A	
				48
		1.	La supplémentation	49
		2.	L'amélioration du régime alimentaire	50
		3.	L'allaitement et l'alimentation de complément	51
		4.	La fortification alimentaire	52
			4.1. Définition et historique	52
			4.2. Différentes approches	53
			4.3. Les étapes de la fortification alimentaire	55
			4.4. Le principe de la fortification des huiles végétales	58
CE	IAPIT	'RI	E III : LE COMMERCE	60
	I-	Dl	EFINITION DU COMMERCE	61
	II-	ΤŊ	PES ET FORMES DE COMMERCE	61
		1.	Les types de commerce	61
		2.	Les formes de commerce	62
	III-	CI	RCUITS DU COMMERCE	63
		1.	Le circuit direct	63
		2.	Le circuit court	64
		3.	Le circuit long	65

DEUX	IEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE	67
I.	METHODOLOGIE	68
	1. Type et cadre de l'étude	68
	2. Echantillonnage	68
II.	MATERIELS ET REACTIFS	69
	1. Matériels	69
	2. Réactifs	69
III.	METHODES D'ANALYSE	70
	A. DOSAGE DE LA VITAMINE A	70
	1. Principe	70
	2. Validation de la méthode de dosage de la vitamine A par Hl	
	3. Condition chromatographique	
	4. Mode opératoire	
	5. Expression des résultats	
	B. DETERMINATION DES INDICES CARACTERISTIQUE	
	1. Indice de réfraction	
	2. Indice d'acide : Acidité	
	3. Indice de peroxyde	
	4. Indice de saponification	
	C. DERTERMINATION DE L'HUMIDITE	
IV.	D. DETERMINATION DE LA DENSITE	
1 V .		
	<ol> <li>Caractères organoleptiques</li> <li>Teneur en vitamine A</li> </ol>	
	3. Les différents Indices déterminés	
	3.1. Acidité des huiles	
	3.2. Indice de peroxyde	
	3.3. Indice de saponification	
	3.4. Indice de réfraction	
	4. Humidité	
	5. Densité	
		- 0
$V_{-}$	DISCUSSION	109

CONCLUSION	116
RECOMMANDATIONS	119
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	121
ANNEXES	128

### **INTRODUCTION**

La vitamine A est un micronutriment existant en très petite quantité dans certaines matières nutritives. Elle est indispensable au développement de l'individu et au maintien de la santé, cependant elle n'a aucune valeur énergétique propre. Un défaut d'apport de cette vitamine pourrait être à l'origine de l'apparition de maladies dites par carence comme la xérophtalmie [14].

Dans les pays du tiers monde en particulier en Afrique où 25 à 35% des cas sont recensés, la carence en vitamine A concerne 127 millions d'enfants d'âge préscolaire et 20 millions de femmes enceintes [49]. La carence en vitamine A est la principale cause de cécité et de troubles visuels, en effet 4,4 millions d'enfants d'âge préscolaires présentent des signes de xérophtalmie [49]. Elle augmente le risque de morbidité et de mortalité probablement par un effet sur l'intégrité de la barrière épithéliale et des fonctions immunologiques [45]. En Côte d'Ivoire, une enquête couvrant trois zones rurales et une zone urbaine a montré des carences graves en vitamine A (<10 µg/dl), chez 24% des enfants âgés de 0 à 59 mois, chez 17% des enfants en âge scolaire, et chez 7% des femmes en âge de procréer [47].

Aussi pour faire face à l'épineux problème de la carence en vitamine A et au-delà au problème de la malnutrition, en Côte d'Ivoire, le Ministère en charge de la Santé a mis en place plusieurs stratégies dont la fortification en vitamine A de l'huile de palme alimentaire. L'huile de palme étant un aliment de grande consommation, il convient de s'assurer de sa qualité à travers un contrôle de qualité afin de garantir que la valeur nutritive des aliments n'est pas détruite par :

- un traitement de falsification, en l'occurrence l'élimination d'éléments constitutifs importants ou par l'ajout de substances d'une valeur nutritive faible ou nulle.
- l'entreposage dans des conditions de stockage pouvant provoquer la disparition ou la dégradation de principes nutritifs de grande valeur.

Depuis l'année 1994 avec la dévaluation du franc CFA qu'a connue la Côte d'Ivoire, le circuit d'approvisionnement en huile végétale des ménages sur toute l'étendue du territoire national a été désorganisé. Cette situation a favorisé l'entrée frauduleuse et la fabrication locale et artisanale d'huiles végétales en Côte d'Ivoire d'huiles et a surtout renforcé les circuits parallèles de distribution et de ventes de ces huiles. Face à cette situation qui existe depuis plusieurs années il nous a paru utile de procéder au contrôle de la qualité de cette denrée alimentaire pour prévenir les risques menaçant la santé et le bien-être des populations.

Notre étude a pour **objectif général** d'évaluer la qualité des huiles vendues dans le commerce ambulant dans la ville d'Abidjan et de déterminer leur teneur en vitamine A. **Les objectifs spécifiques** sont de :

- Prélever les échantillons ;
- Déterminer les paramètres distinctifs des huiles (densité, les indices de réfraction et de saponification);
- doser les paramètres de qualité des huiles (acidité, humidité, indice de peroxyde);
- doser la vitamine A dans les huiles ;
- s'assurer que la qualité des huiles vendues satisfait aux besoins de santé des consommateurs.

Pour se faire nous utiliserons des méthodes de dosage et d'analyses conventionnelles disponibles au Laboratoire National de Santé Publique (LNSP).

Le plan de ce travail se présente comme suit :

La première partie sera consacrée aux généralités sur les huiles végétales alimentaires, la vitamine A et le commerce.

Dans la deuxième partie, seront présentés les résultats des analyses expérimentales, leur commentaire et la discussion.

Cette étude se terminera par une conclusion générale.

### PREMIERE PARTIE:

# ETUDES BIBLIOGRAPHIQUES

# CHAPITRE 1: LES HUILES ALIMENTAIRES

### I. **DEFINITIONS**

Les lipides sont les nutriments constitutifs des corps gras: huiles, graisses animales ou végétales. Ils sont formés pour la plupart de squelettes de carbone (enchaînés comme des vertèbres empilés les unes sur les autres) qui sont les acides gras [44].

Les lipides constituent un groupe de nutriments hétérogènes. Ils diffèrent entre eux par:

- La longueur du squelette ;
- La structure de leurs acides gras ;

Les principales sources de lipides sont:

- ✓ Les huiles végétales (arachide, olive, tournesol, maïs...)
- ✓ Les graisses végétales (palme, palmiste, coco)
- ✓ Les graisses animales qui sont apparentes (beurre, saindoux, suif), ou cachées (car faisant partie intégrante de la viande).

Il existe d'autres types de lipides dont les plus connus: le cholestérol présent dans les graisses d'origine animale et que le foie est capable de synthétiser, les lécithines présentes en particulier dans le jaune d'œuf très utilisées dans l'industrie alimentaire [44].

### II. CLASSIFICATION DES HUILES VEGETALES

Du point de vue général :

Les huiles grasses végétales sont principalement des triglycérides d'acide gras sous forme solide ou liquide. Elles peuvent contenir de petites quantités d'autres lipides tels que des cires, des acides gras libres des glycérides partiels ou des substances insaponifiables.

Du point de vue pratique, c'est le résultat que l'on peut obtenir par pression de plantes oléagineuses dont la composition est essentiellement lipidique (ou grasse).

- ➤ Les huiles vierges sont des huiles obtenues à partir de matières premières d'une qualité particulière par des moyens mécaniques appropriés (pression à froid, centrifugation).
- Les huiles raffinées sont des huiles obtenues par pression et/ou extraction au moyen de solvant, suivie soit d'un raffinage alcalin puis d'une décoloration et d'une désodorisation, soit d'un raffinage physique.

L'huile raffinée est une huile comestible, stable à l'oxydation et présente une possibilité de friture.

Cette classification est obtenue à partir des différents procédés d'extraction des huiles, que l'on résume dans la figure suivante

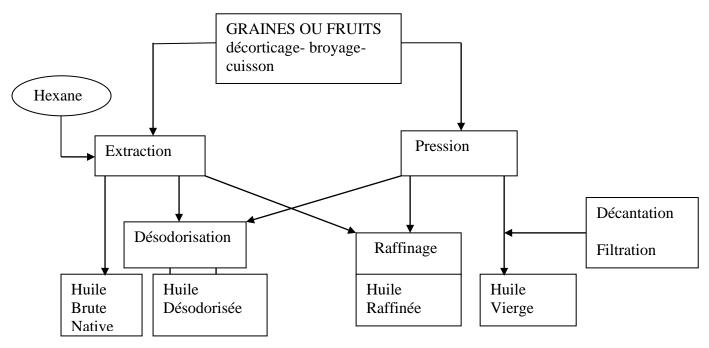


Figure 1 : Schéma de l'extraction des huiles végétales [35]

### III. COMPOSITION DES HUILES VEGETALES

Les matières grasses végétales sont essentiellement constituées d'acides gras représentés par les triglycérides. A ces acides gras s'ajoutent d'autres constituants non glycéridiques encore appelés constituants mineurs et quelques substances antinutritives.

### 1. Les acides gras

Les triglycérides représentent au moins 95% du poids des huiles ou graisses brutes et 98 % du poids des huiles ou graisses raffinées. Ces triglycérides résultent de la combinaison d'une molécule de trialcool (glycérol) avec trois molécules d'acide gras. Chaque molécule d'acides gras (R-COOH) possède une fonction acide (-COOH) qui peut réagir par estérification avec l'une des trois fonctions alcool (-OH) du glycérol pour former un triester (triglycéride) [11].

On classe les acides gras selon la longueur de la chaîne carbonée et selon le degré d'insaturation de la chaîne carbonée:

✓ Selon la longueur de la chaîne carbonée

Les longueurs des chaînes couvrent un large éventail, depuis un acide à 4 atomes de carbone contenu dans le lait jusqu'aux acides gras à 30 atomes de carbone qu'on trouve dans certaines huiles de poissons. Ainsi, on distingue:

- Les acides gras à chaîne courte comportant 4 à 8 atomes de carbone;
- Les acides gras à chaîne moyenne comportant 8 à 12 atomes de carbone;
- Les acides gras à chaîne longue comportant 14 à 18 atomes de carbones;

• Les acides gras à chaîne très longue renfermant 20 atomes de carbones et plus.

Cette classification présente l'avantage de recouper des différences concernant les caractéristiques physiques, métaboliques et fonctionnelles des acides gras. Ainsi, les acides gras alimentaires à chaîne courte et moyenne sont directement résorbés au cours de la digestion et constituent uniquement une source d'énergie pour l'organisme humain. Les acides gras à chaine longue et très longue quant à eux empruntent la voie lymphatique et interviennent pour la plupart dans l'élaboration structurale de membrane cellulaire.

✓ Selon le degré d'insaturation de la chaîne carbonée

Le nombre de double liaison détermine trois groupes d'acide gras :

- Les acides gras saturés (AGS): dans un acide gras saturé chaque atome de carbone a ses 4 valences engagées dans des liaisons avec d'autres atomes de carbone ou d'hydrogène(ou d'oxygène pour le carbone du groupe carboxyle). Les principaux acides saturés dans les huiles végétales sont l'acide palmitique(C 16) et l'acide stéarique (C 18), accessoirement les acides myristique (C 14) et laurique (C 12).
- Les acides gras mono-insaturés (AGMI): il s'agit d'acides gras dans lesquels deux atomes de carbone adjacents de la chaîne ont chacun une valence libre, non saturée, qu'ils mettent en commun de telle sorte que deux atomes de carbones soient réunis par une double-liaison.

  Les principaux acides gras mono-insaturés dans les huiles végétales sont l'acide palmitoléique (C16) et surtout l'acide oléique (C18) qui représentent 30 % des acides gras fournis par l'alimentation. Dans la plupart des acides gras mono-insaturés alimentaires, la double-liaison se situe entre les carbones 9 et 10 [11].

• Les acides gras poly-insaturés (AGPI) : ce sont les acides gras à 18, 20 et 22 atomes de carbone qui présentent dans leurs chaînes deux ou plusieurs double- liaisons séparées par un groupement méthylène (CH<sub>2</sub>). Les principaux AGPI sont l'acide linoléique (18 : 2), l'acide linolénique (18 : 3) et l'acide arachidonique (20 : 4).

Dans le groupe des AGPI on distingue les **acides gras essentiels** (AGE), ce sont des acides gras indispensables à l'homme qui ne peut ni les synthétiser ni s'en passer, ils sont donc apportés par l'alimentation. Ce sont les acides **linoléique, alpha-linoléique et arachidonique.** 

### 2. Les constituants mineurs

Outre les triglycérides, les huiles contiennent une gamme de constituants qui sont importants pour le maintien de la santé. Ce sont les constituants non glycéridiques des lipides ou constituants mineurs.

### a. Les vitamines liposolubles

La vitamine E: Beaucoup d'huiles végétales contiennent des concentrations appréciables de vitamine E (tocophérol). Cette vitamine E se compose d'un mélange de phénols liposolubles caractérisés par un noyau aromatique en bout de chaîne et une chaîne latérale de 16 atomes de carbone (tocophérol). (Figure 2)

$$R_2$$
 $O$ 
 $R_1$ 

$\alpha$ -tocopherol	$R_1=CH_3$	$R_2=CH_3$
$\beta$ -tocopherol	$CH_3$	Н
γ-tocopherol	Н	$CH_3$
δ-tocopherol	Н	Н

**Figure 2: Structure des Tocopherols**[34]

### b. Les antioxydants

Il existe des substances autres que la vitamine E qui agissent comme antioxydant :

- Le tocotrienol : c'est un analogue structure du tocophérol qui a certaines propriétés physiologiques qu'on n'observe pas chez le tocophérol, par exemple son activité hypocholestérolémiante.
- Les phytostérols : ce sont des stérols de produits végétaux; ils ne sont pas bien absorbés par l'homme et peuvent inhiber l'absorption du cholestérol et des acides biliaires entraînant des effets appréciables sur le taux de cholestérol des LDH.

### 3. Les substances anti-nutritives et toxiques

Elles se subdivisent en substances endogènes et en substances exogènes [19].

### a. Les substances endogènes

### L'acide cycloprénique:

Les acides gras dérivés du cyclopropène sont caractéristiques des végétaux appartenant à l'ordre des Malvacées. L'huile de coton et l'huile Kapok crues contiennent respectivement 1-2 % et 24 % d'acides cyclopropènoïdes totaux, à savoir dans ce cas particulier, l'acide malvique et l'acide sterculique [14]. La désodorisation, comme l'hydrogénation partielle la diminue considérablement. Après raffinage, la teneur résiduelle en acides cyclopropenoïdes est suffisamment basse et n'entraîne pas d'effets adverses chez l'homme [19].

### L'acide érucique :

Il est retrouvé dans les huiles de colza, provoque le retard de la croissance chez certains animaux de laboratoire et divers organes en subissent les effets adverses sur le plan morphologique, biochimique et fonctionnel [19].

### Les produits d'oxydation:

Il a été prouvé que les matières grasses oxydées sont toxiques. La formation de peroxyde est un risque potentiel à éviter bien que des indices de peroxydes aussi élevés ne se rencontrent pas au cours du traitement normal.

### b. Les substances exogènes

Ce sont essentiellement les résidus de pesticides et les mycotoxines.

Les résidus de pesticides: Les composés organochlorés sont aujourd'hui universellement répandus et les résidus de pesticides de ce type, de même que les diphénylpolychlorés se trouvent souvent dans les huiles végétales non

raffinées dans les proportions de 3 à 10 fois supérieures à leur seuil de détection. Les techniques de raffinage actuelles réduisent la teneur en ces composés à des proportions insignifiantes dans les huiles végétales raffinées

**[30]**.

On trouve également, dans l'huile de palme, l'anthracène et le phénanthrène qui sont des hydrocarbures aromatiques possédant des propriétés cancérigènes.

Les mycotoxines: Elles sont des contaminants fréquents dans les produits alimentaires et sont responsables de nombreuses intoxications chez l'homme ou l'animal. Parmi elles, les plus fréquentes sont les aflatoxines qui se rencontrent essentiellement dans les produits végétaux comme l'arachide, le copra, le lin, le soja ...

### IV. PROPRIETES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

### 1. Propriétés physiques

La solubilité et le point de fusion sont les deux principales propriétés physiques des lipides.

### a. Solubilité

En règle générale, les lipides sont insolubles dans l'eau, solubles dans la plupart des solvants organiques (éther, chloroforme, alcool, acétone, sulfures de carbone, tétrachlorure de carbone ...).

### b. Les points de fusion

Le point de fusion d'un triglycéride dépend de plusieurs paramètres:

• Il augmente avec la longueur de la chaîne

Exemples :  $44^{\circ}$  C pour l'acide laurique. C12 = 0

62.7 ° C pour l'acide palmitique : C16= 0

69,6 ° C pour l'acide stéarique: C 18 = 0

• Il diminue avec le nombre de double-liaisons CIS, pour une longueur de chaîne donnée.

Exemples : 13° C pour l'acide oléique 18 :1(isomère cis)
5 ° C pour l'acide linoléique 18 : 2 (isomère cis)

• A longueur de chaîne et nombre de double-liaisons identiques, le point de fusion d'un isomère trans est supérieur à celui d'un isomère cis et se rapproche de celui de l'acide gras saturé de même longueur de chaîne.

Exemples : 13 ° C pour l'acide oléique 18 : 1 (isomère cis)
44 °C pour l'acide oléique 18 : 1 (isomère trans)
69,6 ° C pour l'acide stéarique 18 : 0

En résumé, les corps gras étant pour l'essentiel composés de triglycérides, leur température de solidification sera en grande partie fonction de leur composition en acides gras.

### 2. Propriétés chimiques.

Elles résultent de la structure des acides gras qui ont un groupement carboxyle et éventuellement comporte une ou plusieurs double-liaisons.

### a. Propriétés dues à la fonction carboxylique.

Les acides gras réagissent avec les hydroxydes métalliques pour donner des sels d'acides gras appelés « savons» (saponification).

De plus, les sels de cations lourds comme le plomb, le calcium et le magnésium et d'acides gras donnent également des savons insolubles dans l'eau. Aussi,

l'addition de ces sels à des savons alcalins provoquent- t-il la précipitation des acides gras.

## b. Propriétés dues à la présence éventuelle d'une double-liaison

Chaîne hydrocarbonée des acides gras est chimiquement inerte, mais la présence de double-liaisons dans un lipide permet de l'hydrogéner et entraîne souvent son oxydation.

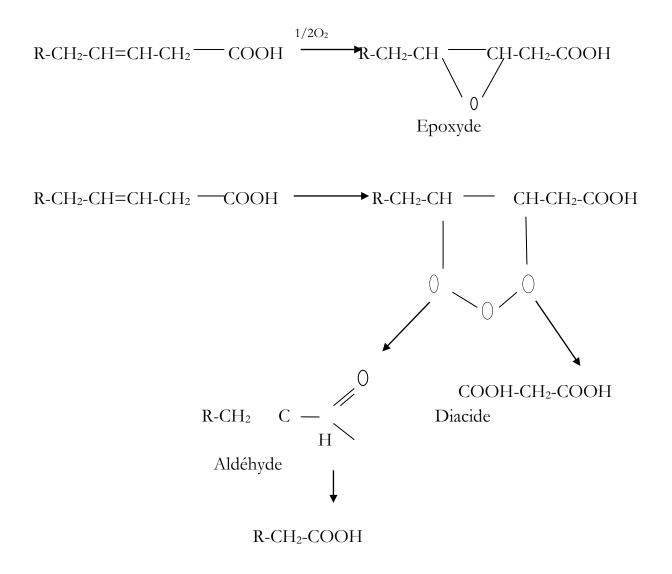
### > Hydrogénation et halogénation:

L'hydrogénation concerne les acides gras insaturés qui peuvent fixer l'hydrogène en donnant des acides gras saturés. Cette réaction est utilisée dans la technologie des corps gras pour relever le point de fusion des produits.

Les acides gras insaturés peuvent fixer aussi des halogènes comme le brome et l'iode. Ainsi, pour apprécier le degré d'insaturation des acides gras d'un lipide, on détermine son indice d'iode.

### > Oxydation :

Les double-liaisons sont des zones fragiles, ainsi, les oxydants peuvent les oxygéner en formant des époxydes et des peroxydes. La formation des peroxydes s'accompagne de l'apparition de produits secondaires (aldéhydes, cétones, acides et peroxydes) responsables du rancissement. On mesure expérimentalement l'indice de peroxyde d'un lipide pour apprécier ses qualités de conservation. La **figure 3** illustre bien l'oxydation des acides gras.



**Figure 3**: Oxydation des acides gras

# V. LEGISLATION ET CONTROLE DES LIPIDES ALIMENTAIRES DANS LE COMMERCE INTERNATIONAL

### 1. Terminologie: Lipides, Matière grasse

Le mot « lipide» est rarement employé dans les industries agro-alimentaires. Les normes nationales et internationales lui préfèrent le plus souvent « matière grasse totale; matière grasse libre; huile extractible à l'hexane ou à l'oxyde diéthylique» [52].

Ce manque de rigueur de la terminologie est dû aux différences de composition chimique des «lipides» obtenus suivant la technique d'extraction employée et la nature de la matière première analysée.

### 2. Procédure du Codex Alimentarus

Le programme mixte FAO/OMS [18] sur les normes alimentaires a pour but:

- a) de protéger la santé des consommateurs et assurer les pratiques loyales dans le commerce alimentaire;
- b) de promouvoir la coordination de tous les travaux en matière de normes alimentaires entrepris par des organisations internationales gouvernementales et non gouvernementales;
- c) d'établir un ordre de priorité et prendre l'initiative et la conduite du travail de préparation des projets de normes, par l'intermédiaire des organisations compétentes et avec leur aide;
- d) mettre au point les normes préparées comme il est dit au paragraphe précédent et, après leur acceptation par les gouvernements, les publier dans un *Codex Alimentarus*, soit comme normes régionales, soit comme normes mondiales; ensemble avec les normes alimentaires déjà mises au point par d'autres organismes.
- e) après une étude appropriée, modifier les normes déjà publiées à la lumière de la situation.

Les normes établies par la commission du *Codex Alimentarus* servent de bonnes références pour le contrôle d'une huile alimentaire. Nous avons adopté pour l'étude de nos échantillons, les normes du *Codex Alimentarus* [19]

### 3. Analyse des lipides

L'analyse des lipides dans les industries agro-alimentaires vise trois objectifs bien distincts [52]:

- doser la teneur globale en lipides du produit analysé,
- déterminer la composition de ces lipides et
- apprécier leur qualité.

### a. Détermination de la teneur en matière grasse

- Pour les produits renfermant plus de 80 % de corps gras (huiles, graisses, beurres, margarines), on détermine le plus souvent la teneur en matière grasse par différence en dosant les éléments non gras (eau, impuretés, sel, caséine) mais on peut aussi procéder à un dosage direct.
- Pour les produits contenant moins de 80 % de matière grasse, on procède toujours au dosage direct. Celui-ci peut être fait par extraction de la matière grasse à l'aide d'un solvant sur le produit tel quel, séché ou plus ou moins transformé par hydrolyse acide ou alcaline.
- Par contre, les méthodes de détermination de la composition et de la qualité des corps gras sont dans l'ensemble les mêmes quelle que soit l'origine des matières grasses étudiées.

### b. Facteurs essentiels de composition et de qualité

Composition

L'étude de la composition d'une huile a essentiellement deux objets:

✓ Contrôler la pureté de l'huile qui, en raison de sa provenance, peut avoir été édultérée accidentellement ou volontairement;

✓ Déterminer dans la mesure du possible la composition d'un corps gras provenant d'un produit élaboré.

Depuis vingt ans, les méthodes d'analyses ont subi une modification radicale.

A la chimie des indices (indice de saponification qui mesure la longueur moyenne des chaînes grasses, indice de REICHERT-POLENSKE-KIRSCHNER spécifique des acides à chaînes courtes, indice d'iode qui mesure l'insaturation moyenne des chaînes) se sont progressivement substitués:

- La détermination de la composition des acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG); le fractionnement de l'insaponifiable par chromatographie sur couche mince (CCM) et l'analyse par chromatographie en phase gazeuse des fractions aussi obtenues : stérols, alcool gras, alcools terpéniques, tocophérols,...;
- L'étude de la structure glycéridique par chromatographie en phase gazeuse, par chromatographie liquide haute performance (**HPLC**) et par voie enzymatique.

La plupart de ces méthodes sont normalisées sur le plan national dans les pays comme la France (**AFNOR**); le Royaume-Uni (**BSI**); les Etats-Unis d'Amérique **AOCS** ou **AOAC**); l'Allemagne (**DIN**) et sur le plan international par plusieurs organisations comme la commission des matières grasses de l'**ISO**, l'**UICPA**, le **FIL**, l'**OICC**.

A de rares exceptions près, les différentes normes nationales sont basées sur les mêmes principes dans tous les pays et sont en accord avec les normes internationales : en particulier, les tests relatifs à l'analyse des acides gras par chromatographie en phase gazeuse en utilisant des colonnes remplies, sont communs à l'ISO, l'UICPA, le FIL, et l'AFNOR.

### Qualité

Le mot qualité revêt plusieurs aspects:

- il peut concerner l'état d'altération plus ou moins important d'un corps gras,
- il peut traduire la volonté de classer les corps gras en différentes catégories: huiles brutes, huiles raffinées, huiles vierges, etc ...
- dans le cas de corps gras raffinés, transformés ou conditionnés, il peut correspondre à un jugement de valeur sur la façon dont l'opération technologique a été conduite,
- il peut définir l'aptitude du corps gras à l'emploi auquel on le destine.

Dans le cadre de notre étude la qualité correspond à l'aptitude des huiles à l'emploi auquel on les destine tout en s'intéressant à certains caractères physicochimiques : l'impureté, l'humidité, l'indice de réfraction, la densité(ou masse volumique), l'indice d'acide, l'indice de peroxyde, l'indice de saponification.

### VI. LES HUILES EN ALIMENTATION

Les lipides sont les principaux constituants des margarines, de la matière grasse du beurre, des graisses culinaires et des huiles utilisées pour la salade et la cuisine.

### 1. Huiles de cuisson

Pour la cuisine, l'huile est principalement utilisée en friture où elle sert d'intermédiaire pour transférer la chaleur et confère aux aliments leur saveur et leur texture. L'une des exigences pour une huile de cuisson est qu'elle reste stable à des températures maximales de 150°C. Si l'on fait frire les aliments à une température trop basse, l'absorption de lipides augmente [33].

L'eau qui provient des aliments frits dans une huile accentue la décomposition des acides gras qui se produit pendant que l'huile chauffe détruisant la qualité de l'huile. Lors du chauffage, l'huile subis aussi une polymérisation, la rendant visqueuse et aisément absorbée par les aliments et

fournissant un produit graisseux. Plus une huile est saturée (solide), plus elle est stable vis-à-vis de la décomposition par oxydation et hydrolyse et moins elle risque de subir une polymérisation [33].

### 2. Propriétés biologiques des corps gras chauffés

Le chauffage des huiles au cours des fritures entraîne la formation de produits d'altération thermoxydative (PATO) dont certains sont volatils (aldéhydes, cétones...) d'autres non volatils (monomères oxydés, monomères cycliques, polymères). Seuls les PATO non volatils restent dans les huiles de friture et sont donc susceptibles d'être ingérés par l'homme avec les aliments frits. Les études nutritionnelles conduites sur des animaux montrent que l'essentiel des polymères ingérés (entre 88 % et 99 % selon leur nature) est retrouvé dans les fèces, par suite des difficultés de la lipase pancréatique à hydrolyser les triglycérides correspondants dans l'intestin [33]. Il en résulte que l'ingestion par des animaux, d'huiles chauffées dans des conditions normales de friture, n'entraîne pas d'incorporation de polymères au sein des tissus corporels.

Les triglycérides renfermant des PATO monomères sont mieux hydrolysés par la lipase pancréatique et absorbés au niveau de la muqueuse intestinale à des taux compris entre 50% et 95% (selon leur nature). Ces monomères oxydés et ces monomères cycliques sont donc susceptibles d'être incorporés dans les lipides tissulaires mais ils ne s'y accumulent pas [21].

### 3. Conservation des matières grasses

Les « agresseurs» des corps gras peuvent être d'origine chimique ou d'origine microbiologique [4].

### Les dangers d'origine chimique :

l'oxygène attaque les molécules d'acide gras au niveau des doubles liaisons en donnant d'abord des peroxydes dénués d'odeur et détruits par la chaleur, puis des radicaux libres susceptibles d'entretenir la réaction d'oxydation (c'est l'auto-oxydation) et donnant lieu à des produits d'oxydation: les aldéhydes qui sont des corps volatils, parfumés, de façon diverse.

La matière grasse parvenue au stade de rancidité prend généralement une odeur de suif ou de chandelle. Pour des concentrations extrêmement faibles de ces aldéhydes, le corps gras devient, organo-leptiquerment inconsommable. Ces réactions sont activées par la chaleur et surtout par la lumière, notamment les rayons ultraviolets. C'est la raison de l'emploi des emballages opaques (combinés papier aluminium, banquettes, bouteilles opaques, etc...), d'autant plus nécessaires que le corps gras est plus insaturé.

### > Les agressions d'ordre microbiologique :

Elles ne concernent pas les corps gras rigoureusement anhydre qui sont toujours stériles car l'action des microorganismes suppose la présence d'eau et aussi d'autres nutriments. Les corps gras émulsionnés: crème, beurre, margarine, sauces sont donc seuls en cause.

### VII. ROLE DES LIPIDES DANS LA NUTRITION

La croissance, le développement et le maintien de l'organisme humain peuvent être affectés aussi bien par la qualité des lipides alimentaires que par leur quantité. Ces influences sont exercées par les niveaux énergétiques et par l'action de certains acides gras et de divers constituants non glucidiques des lipides tels que les vitamines liposolubles. En effet, des qualités importantes de lipides sont nécessaires, voire indispensables, pour la bonne santé de l'individu. Mais on a associé un apport excessif de lipides alimentaires à un accroissement du risque d'obésité, de cardiopathie coronarienne et de certains types de cancer. Les mécanismes d'association sont complexes, variés et dans bien des cas, mal compris. Des niveaux élevés de cholestérol et de LDH sériques constituent d'importants facteurs de risques pour l'athérosclérose et la coronaropathie.

Ces facteurs de risques et d'autres facteurs peuvent agir à des degrés divers selon, notamment, le type et le niveau d'apports en acides gras, le pourcentage d'énergie provenant des lipides totaux, les niveaux de lipoprotéines, l'apport d'antioxydants et de fibres alimentaires, le niveau d'activité et l'état de santé.

### 1. Source d'énergie

L'homme tire son énergie de l'oxydation des trois éléments nutritifs essentiels: les protides, les lipides et les glucides. Les lipides, par les acides gras, fournissent la plus forte quantité d'énergie (9 Kcal/g = 37.7 KJ/g), par rapport aux protides (4Kcal/g = 16.7 KJ/g) et aux glucides (4 Kcal/g = 16.7 KJ/g).

Les lipides fournissent une grande quantité d'énergie sous un faible volume.

Forme de réserve des surplus alimentaires, ils sont stockés dans les tissus adipeux, puis libérés dans le sang et répartis dans les tissus en fonction des besoins. Ces besoins en énergie varient suivant la taille et le poids, suivant le sexe, pendant la grossesse et l'allaitement, surtout en fonction de l'activité physique.

### 2. Source d'Acides Gras Essentiels

Les Acides Gras Essentiels(AGE) sont forcément fournis par l'alimentation et ce sont les lipides et surtout les huiles végétales qui représentent la principale source. Il s'agit essentiellement de l'acide linoléique et de l'acide alpha linolénique.

<u>Tableau I</u>: Teneur en acides gras essentiels de certaines huiles végétales en pourcentage [4]

HUILES GRASSES VEGETALES	ACIDE LINOLEIQUE (C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub> )	ACIDE LINOLENIQUE (C <sub>18</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub> )
Arachide	20-29	Trace
Colza	12-16	7-9
Coprah	2 ,5	Trace
Noix	69-78	3-13
Olive	7	Trace
Palme	10	Trace
Soja	50-60	6-10
Tournesol	55-65	Trace
Maïs	40-50	Trace

Ces AGE jouent un rôle primordial dans la structure membraneuse et comme précurseurs des éicosanoïdes qui sont des composés puissants et hautement réactifs. Ces éicosanoïdes agissent sur les cellules des muscles lisses, l'agrégation plaquettaire, les paramètres vasculaires (contractilité, perméabilité) et aussi sur les phénomènes inflammatoires et le système immunitaire.

Les AGE sont particulièrement importants pour la croissance et le développement normal du fœtus et du nourrisson, notamment pour le développement du cerveau et de l'acuité visuelle.

Les acides linoléiques et alpha-linoléniques diffèrent sur le rapport de leurs activités biologiques. Puisqu'ils sont en concurrence pour les mêmes enzymes et ont un rôle différent du point de vue biologique, l'équilibre entre les acides gras de la série n-6 et ceux de la série n-3 dans le régime alimentaire, peut avoir une grande importance. Ainsi, on pense que le rapport de l'acide linoléique à l'acide alpha linoléique doit se situer entre 5/1 et 10/1 [18].

Chez le nourrisson, un apport énergétique alimentaire d'au moins 3% sous forme d'acide linoléique peut être considéré comme convenable. Chez l'homme adulte, un apport énergétique alimentaire d'au moins 3% sous forme d'AGE est recommandé [29].

### 3. Source de vitamines

Les matières grasses servent également de véhicules pour certaines vitamines liposolubles. Presque toutes les huiles végétales contiennent de la vitamine E et représentent sa source la plus riche dans de nombreux régimes. Quelques huiles, par exemple l'huile de palme rouge, renferment des quantités notables de caroténoïdes (provitamine A) que l'on trouve également dans bon nombre de légumes et de fruits. Certaines vitamines contribuent à la protection «exogène» contre les agresseurs cancérogènes.

### CHAPITRE 2:

## L& VIT&MINE &

### I. ORIGINE, DEFINITION, STRUCTURE CHIMIQUE

La vitamine A est une substance biochimique indispensable aux mécanismes vitaux de l'organisme que celui-ci ne peut synthétiser. Elle doit donc être fournie par l'alimentation [1].

Le terme vitamine A est utilisé pour les dérivés  $\beta$ -ionone (autres que les caroténoïdes) qui possèdent une structure ou une activité biologique comparable à celle de la molécule de base : le trans-rétinol(ou rétinol).

$$\begin{array}{c|c} & & \\ & &$$

### Figure 4 : Formule développée de la vitamine A [1]

Le terme de provitamine A est utilisé pour tous les caroténoïdes possédant une activité biologique comparable à celle de la vitamine A. Le plus important est le trans-β carotène.

Tous ces composés doivent être protégés de la lumière, de l'humidité et de la chaleur afin d'éviter toute dégradation (voir **tableau II**).

### II. SOURCES NATURELLES

La vitamine A est présente dans les aliments sous deux formes :

- Les esters de rétinyl, fournis uniquement par les aliments d'origine animale tels le foie, le lait, le beurre, les œufs, le poisson.

- Les provitamines A (caroténoïdes), fournis par le règne végétal, notamment certains fruits (papaye, mangue, melon ...) et légumes (épinard, choux verts, carottes, feuilles de manioc...).

Il faut aussi souligner la haute teneur en  $\beta$ -carotène de l'huile de palme non raffinée.

Le tableau III illustre la composition en vitamine A d'aliments consommés en Afrique.

<u>Tableau II</u>: Principaux composés du groupe de la vitamine A [3]

		Jt.
TERMES RECOMMANDE	SYNONYMES	FORMULES
Rétinol	Vitamine A <sub>1</sub>	3 5 CH <sub>2</sub> OH
Rétinal	Vit. A <sub>1</sub> Aldéhyde	СНО
Acide 2 rétinoïque	Vit. A <sub>1</sub> acide	Соон
3 déhydrorétinol	Vit. A <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> OH
Rétinyl phosphate	Vit. A phosphate	CH <sub>2</sub> OPO <sub>3</sub> H <sub>2</sub>
Rétinyl palmitate	Vit. A palmitate	CH <sub>2</sub> OCC <sub>15</sub> H <sub>31</sub>
Rétinyl 3-glucuronide	Vit. A acide β-glucuronide	но о о о о о о о о о о о о о о о о о о
11 Cis rétinal	11 Cis vit. A	СНО
ans β-carotène		2000

<u>Tableau III</u> : Tableau de composition en vitamine A d'aliments consommés en Afrique [50]

	TENEUR
TYPE D'ALIMENTS	EN VITAMINE A (μg/100g)
<u>Céréales</u>	
- Maïs, jaune immature sur pied, frais	60
- Maïs, grain entier jaune, séché	25
- Maïs, grain entier blanc séché	0
<ul><li>Maïs, blanc sur pied, grillé</li><li>Farine de maïs</li></ul>	0
<ul><li>Farine de mais</li><li>Mil en grain entier</li></ul>	4
- Riz	4
- Sorgho en grain entier	0 3
- Blé entier	0
Bic circles	U
<u>Féculents – tubercules – fruits</u>	
- Cassave fraîche	5
- Pomme de terre	4
- Pomme de terre douce, jaune, crue	300
- Pomme de terre douce, blanche, crue	0
- Pois chiche cru séché	10
- Igname	2
<u>Légumes</u>	
- Haricot frais	20
- Haricot séché	2
- Lentille séché	19
- Haricot de soja séché	9
- Carotte séchée	1100

### **Tableau III:** (suite)

Noix et graines		
Noix et grames		
- Noix de coco fraîche immature	0	
- Graine de melon	0	
- Graine de citrouille	3	
- Graine de tournesol	0	
<u>Végétaux</u>		
- Feuille d'amarante séchée	380	
- Feuille d'amarante cuite	505	
- Feuille de baobab séchée	0	
<ul> <li>Feuille de manioc séchée</li> </ul>	800	
- Feuille de haricot séchée	450	
- Laitue séchée	325	
- Feuille de pomme de terre séchée	510	
<u>Fruits</u>		
- Avocat sec	90	
- Baobab mûr sec	12	
- Banane mûre séchée	20	
- Citron et orange séchée	120	
- Mangue mûre dans la peau	400	
- Mangue immature sans la peau	60	
- Papaye séchée	75	
- Tomate séchée	75	
<u>Viandes – volailles – œufs</u>		
- Bacon	0	
- Bœuf	0,26	
- Œuf	200	
- Cœur de bœuf	42	
- Reins de bœuf	300	
- Foie de bœuf	840	

**Tableau III:** (Suite et fin)

Poissons	
<ul><li>Crustacés</li><li>Poisson séché</li></ul>	100 0
Laitages	
<ul><li>Lait de vache</li><li>Lait de vache en poudre</li><li>Beurre</li></ul>	40 300 730
<u>Divers</u>	
<ul> <li>Huile de foie de poisson</li> <li>Margarine fortifiée</li> <li>Huile de palme fraîche</li> <li>Huile de vieillie</li> <li>Pain blanc</li> </ul>	154.000 680 13.000 2.400 0

#### III. STABILITE DE LA VITAMINE A

Il est important de rappeler qu'en fonction du mode de cuisson et des techniques de conservation, la teneur en vitamine A des aliments préparés varie du fait de sa sensibilité à la chaleur et à la lumière (**Tableau IV**).

Plusieurs facteurs peuvent influencer la stabilité de la vitamine A. En effet, la vitamine A est hautement instable en présence d'oxygène (ou d'oxydants) et se décompose en quelques jours à l'air libre. La vitamine A est aussi très sensible à la lumière et à la chaleur : la lumière catalyse l'isomérisation des doubles liaisons et lorsqu'elle est très intense d'autres réactions photochimiques plus drastiques ont lieu, provoquant une dimérisation et amenant à la formation de kitol et autres dimères. En absence d'oxygène, la formation de kitol ou la

dégradation de la vitamine A sera beaucoup plus rapide si les échantillons sont exposés à la lumière. Et même dans des conditions parfaitement inertes, la stabilité de la vitamine A dans le noir n'est pas infinie ceci est due à la formation de kitol induite par la chaleur [46]

<u>Tableau IV</u>: Influence des traitements culinaires domestiques ou industriels sur la Vitamine A [16]

TRAITEMENT	VITAMINE A
BROYAGE	S
LAVAGE	S
TRAITEMENT THERMIQUE DANS L'EAU	D
CUISSON A LA VAPEUR	D
OXYDATION	D
SECHAGE A L'AIR	D
PHOTOSENSIBILITE	d
IRRADIATION	D

**D**: destruction importante

d: destruction minime

S: sans influence

#### IV. BESOINS NUTRITIONNELS

Les besoins en vitamine A varient selon l'âge, le sexe, les conditions physiologiques (grossesse, allaitement).

Les rations quotidiennes recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), la FAO (Food and Agriculture Organization) sont indiquées dans le tableau V.

<u>Tableau V</u>: Rations quotidiennes de vitamine A recommandées par la FAO et L'OMS [28]

GROUPES	AGE(Années)	QUANTITES: microgrammes/24 h
	0 - ½	(a)
NOURISSONS	1/2 - 1	300
	1 - 3	250
	4 - 6	300
	7 - 9	400
ENFANTS	10 - 12	575
	13 - 15	725
	16 - 19	750
ADULTES	> 19	750

(a) : la ration est satisfaite chez le nourrisson alimenté par le lait maternel lorsque la mère est bien nourrie.

Les valeurs des besoins journaliers varient selon les auteurs. Ainsi MUNNICH [41] propose 300 à 1000 microgrammes de rétinol par jour soit 1000 à 3300 UI de vitamine A. Quant à CUISINIER et DUCORPS [13], ils estiment les besoins journaliers à 1500 UI chez l'enfant et à 3000 UI chez l'adulte.

L'OMS et la FAO recommandent ces apports dits de sécurité dans le but d'assurer aux individus une bonne santé à moyen terme et de permettre à leur organisme de réaliser des réserves en vitamine A suffisantes pour couvrir leurs besoins journaliers.

#### V. METABOLISME

Le métabolisme de la vitamine A est résumé dans la figure 5 [3].

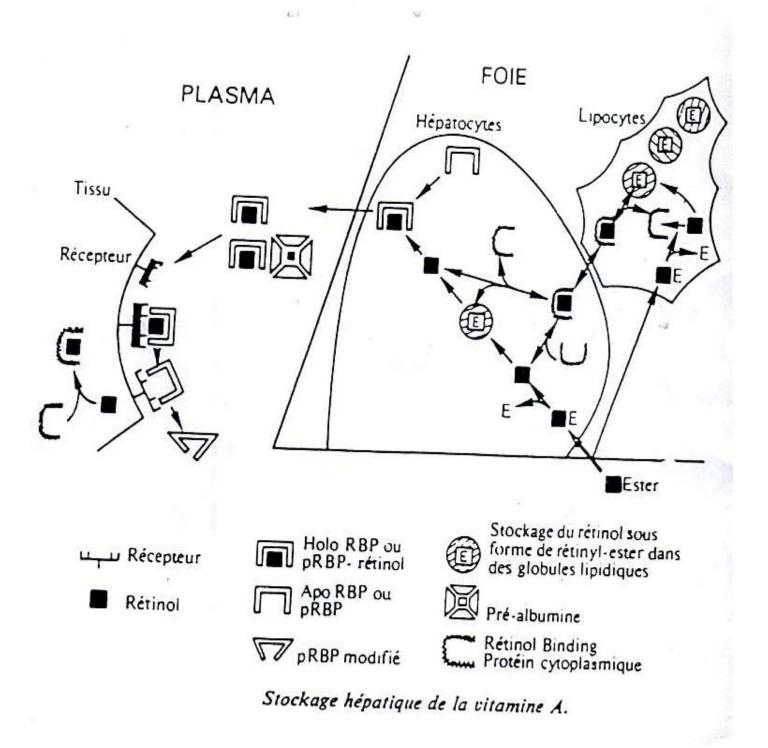


Figure 5 : Métabolisme de la vitamine A [3]

#### 1. Absorption

Après passage dans l'estomac, la vitamine A apportée par l'alimentation sous toutes ses formes (rétinol, esters de rétinol, carotènes, provitamines) parvient dans l'intestin. Seul le rétinol a la propriété de franchir la barrière intestinale; les autres formes, en particulier les esters de rétinol, subissent une hydrolyse dans la lumière intestinale. Dans la cellule intestinale, le rétinol subit ensuite une estérification par l'acide palmitique. Les esters de rétinol s'introduisent ensuite dans le noyau des chylomicrons et sont sécrétés dans la circulation générale, provoquant ainsi un pic de vitaminémie A, environ 4 heures après l'administration. Le taux sanguin baisse ensuite rapidement au fur et à mesure que s'effectue le stockage dans le foie [27].

#### 2. Mise en réserve

Le foie contient environ 90% de la vitamine A corporelle. 40% sont utilisés au fur et à mesure et le reste est mis en réserve dans les lipocytes [24].

Au niveau du foie, le palmitate de rétinol provenant de la circulation générale est hydrolysé en rétinol qui peut :

- Soit se lier à la RBP plasmatique libre (ou apo-RBP) pour former un complexe appelé holo-RBP qui passe dans le plasma. Il constitue le pool de rétinol libre, rapidement disponible,
- Soit être pris en charge par la RBP cytoplasmique et stocké sous forme d'ester de rétinol dans les lipocytes. Ce pool représente la réserve principale de vitamine A, à métabolisme plus lent.

Il existe d'autres voies métaboliques du rétinol à partir du foie.

#### 3. Transport plasmatique et élimination

La vitamine A est libérée du foie après hydrolyse et distribuée dans le courant sanguin. Dans le plasma, l'holo-RBP se lie à la préalbumine sécrétée par l'hépatocyte. Le rétinol ainsi protégé d'une dégradation rénale est véhiculé jusqu'aux organes cibles (œil, poumon, testicules...) [39]. Après liaison à des récepteurs spécifiques à la vitamine A, le rétinol entre dans la cellule et la RBP est mise en circulation puis dégradée ou recyclée. Dans la cellule, le rétinol se fixe à la RBP cytoplasmique qui le transporte jusqu'au site d'action. Jusqu'à ce que le foie soit saturé, l'administration de vitamine A se traduit par un accroissement des réserves, et non par une élévation du taux sanguin [39].

L'élimination de la vitamine A se fait essentiellement par voie urinaire après un cycle entéro-hépatique [39].

#### VI. ROLES ET FONCTIONS DE LA VITAMINE A

#### 1. Vitamine A et vision

Dans les cellules en bâtonnets de la rétine, l'isomérisation du rétinol en 11cis rétinal en présence de rhodopsine est un phénomène physico-chimique constituant le support universel de la vision [39].

#### 2. Fonctions cellulaires

L'acide rétinoïque, en agissant directement sur l'expression du génome a une grande importance dans les phénomènes d'embryogenèse. Ce mécanisme explique :

- l'importance de la vitamine A dans la régulation et la différenciation des tissus épithéliaux ;
- le rôle de la vitamine A dans le développement du cancer [39].

La synthèse de certaines protéines (tissulaires et musculaires) serait ainsi sous la dépendance de la vitamine A [39].

#### 3. Autres rôles

- La vitamine A et le β-carotène font partie des nutriments ayant un effet protecteur vis-à-vis de la cancérogénèse. La vitamine A joue un rôle important dans la reproduction car elle stimule la spermatogénèse.
- La vitamine A est indispensable à la croissance. Elle augmente aussi la résistance de l'organisme aux infections [3].
- Le métabolisme de la vitamine A est lié à celui de la vitamine E, du fer et du zinc. Ainsi un déficit en vitamine A provoque une anémie et une hyposidérémie.

#### VII. PATHOLOGIES LIEES A LA VITAMINE A

#### 1. Les carences en vitamine A

La carence en vitamine A fait partie des carences en micronutriment les plus fréquentes dans le monde. Cette carence mène à la morbidité accrue, la mortalité, la cécité et les problèmes de développement. L'OMS a estimé que 100 à 140 millions d'enfants souffrent de carence en vitamine A dans le monde entier ; jusqu'à 500 000 personnes deviennent aveugles chaque année, dont 50% meurent dans les 12 mois après avoir perdu la vue [51].

Dans les pays de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest(CEDEAO), 42% des enfants sont à risque de carence en vitamine A [2].

En Côte d'Ivoire une enquête nationale en 1996 a estimé les chiffres de carence en vitamine A à 30% pour les enfants d'âge préscolaire [26]. Une enquête nationale a indiqué des carences graves en vitamine A (<10ug/dl) de 24%, 17% et de 7% pour respectivement les enfants d'âge préscolaire, les enfants en âge scolaire et les femmes en âge de procréation [47].

#### 1.1. Au niveau des yeux

Les signes de carence en vitamine A les plus importants et les plus constants sont oculaires. Le premier est la nyctalopie, qui est la diminution de la vision crépusculaire. L'évolution se fait vers la xérophtalmie, puis vers les ulcérations cornéennes, pouvant aboutir à la cécité [35].

Le terme de xérophtalmie regroupe l'ensemble des manifestations oculaires liées à l'hypovitaminose A et classé dans **le tableau VI**:

<u>Tableau VI</u>: Classification de la xérophtalmie [3]

STADES	ATTEINTES CORRESPONDANTES
XN	Héméralopie
X1A	Xérosis conjonctival (kératinisation)
X1B	Tache de Bitot avec xérosis conjonctival
X2	Xérosis cornéen 4
X3A	Ulcération cornéenne<1 / 3 surface de la cornée
ХЗВ	Ulcération cornéenne ou kératomalacie>1/3 surface de la cornée
XF	Fond d'œil xérophtalmique
XS	Cicatrices cornéennes ou leucomes

#### 1.2. Au niveau de la peau et des muqueuses

Les signes cutanéo-muqueux sont très divers :

- Sécheresse et kératinisation de la peau avec éruption papillaire, liée à l'atrophie des glandes sudoripares.
- Desquamation de l'épithélium génito-urinaire, avec formation fréquente de calculs urinaires.
- Involution de la muqueuse intestinale pouvant provoquer des diarrhées

#### 1.3. Au niveau de la reproduction

Chez l'homme, il se produit une diminution voire un arrêt de la spermatogénèse, pouvant s'accompagner d'une atrophie testiculaire. Chez la femme, il se produit une kératinisation vaginale et des troubles de l'ovogénèse.

### 1.4. Au niveau du système immunitaire et du sang

Il y a une dépression des réactions immunitaires qui favorise les infections. Une anémie souvent masquée par la déshydratation est également observée.

#### 1.5. Facteurs favorisant la carence en vitamine A

#### a. La malnutrition protéino-énergétique et les infections

La carence en vitamine A ne se présente pas comme un problème isolé, mais s'accompagne souvent d'une malnutrition protéino-énergétique et d'infections. En effet, la carence protéique entrave la synthèse de la protéine transporteuse et provoque ainsi une diminution de la teneur plasmatique en rétinol. Les infections, en diminuant l'appétit, réduisent les apports alimentaires en vitamine A.L'association de la malnutrition et des infections aggrave le déficit.

#### b. Les maladies hépatiques et digestives

Toutes les maladies atteignant le fonctionnement du foie diminuent les réserves de l'organisme en vitamine A. La malabsorption intestinale de la

vitamine A due à certaines maladies digestives chroniques et à certaines parasitoses peut favoriser la carence en vitamine A.

#### c. Les facteurs climatiques, socio-économiques et culturels

Dans certaines régions (pays du sahel), les facteurs climatiques ne favorisent pas la culture des aliments riches en vitamine A et posent alors le problème de leur disponibilité.

La pauvreté ne permet pas à certaines populations d'acheter la matière grasse indispensable à l'absorption des caroténoïdes et des protéines animales riches en vitamine A. Des études effectuées en Côte d'Ivoire ont montré que les populations du Nord étaient plus enclines à présenter des signes oculaires d'avitaminose A [26].

Dans certaines cultures le manque d'informations et l'ignorance sur la valeur nutritionnelle des aliments font persister certaines croyances qui empêchent l'inclusion dans le régime alimentaire des enfants, de certains aliments (œufs).

#### 2. Hypervitaminose A

Le risque d'accident d'hypervitaminose existe pour des doses de 20 à 50 fois plus importantes que celles qui sont recommandées quotidiennement. Jusqu'à présent aucun de ces accidents n'a été létal.

Les signes d'hypervitaminose A sont [53]:

- des manifestations aigües à type :
- d'hypertension intracrânienne avec bombement de la fontanelle chez l'enfant, céphalée occipitale chez l'adulte,
- d'hypercalcémie,

- d'épanchement pleural,
- de vomissement,
- d'irritabilité,
- de troubles de la coordination.
  - Des manifestations chroniques à type
- de troubles cutanés (desquamation, sécheresse, hyperpigmentation, prurit, alopécie),
- de troubles neurologiques (fatigue, irritation) ou
- de diplopie.

De même, une leucopénie, une cirrhose, des douleurs articulaires peuvent être les témoins d'une intoxication chronique.

#### VIII. STRATEGIE DE LUTTE CONTRE L'AVITAMINOSE A

Pour établir une bonne stratégie de lutte, il est nécessaire pour les pays de connaitre :

- La prévalence et la sévérité de la carence,
- Les facteurs étiologiques,
- La distribution géographique de la carence et les groupes à risque.

La plupart des pays en développement (PED) dispose d'enquêtes épidémiologiques nationales plus ou moins récentes qu'il sera peut-être nécessaire de compléter ou d'affiner pour mettre sur pied des stratégies de lutte.

A ces informations il faut ajouter :

- Les conséquences liées à ces carences en termes de santé publique,
- L'impact économique,

La disponibilité de stratégies d'intervention réalisables et économiquement viables, pour permettre aux autorités sanitaires et politiques de ces pays d'évaluer la mesure de l'ampleur du problème afin de planifier des interventions [8].

Les programmes à mettre en œuvre pour contrôler les carences en vitamine A doivent intégrer différentes approches comme la supplémentation, la diversification alimentaire, l'enrichissement d'aliments [9]. Il est souvent recommandé de les mettre en œuvre simultanément du fait de leur impact différent dans le temps et de leur faisabilité en fonction des différents contextes. La lutte contre la carence en vitamine A fait partie des stratégies de survie des enfants, car même en l'absence des manifestations oculaires d'une carence sévère, l'hypovitaminose A contribue substantiellement à la mortalité infanto-juvénile [48].

#### 1. La Supplémentation

La supplémentation consiste en un apport supplémentaire de vitamine A sous forme médicamenteuse à titre préventif ou curatif [42].

Les activités de supplémentation en vitamine A sont réalisées de façon systématique en routine comme en campagne et vise à prévenir les troubles de la vision chez les enfants.

Les compléments de vitamine A administrés se présentent sous deux formes :

- Les préparations huileuses orales sous forme de capsules gélatineuses de couleur bleue dosées à 100.000 UI ;
- Les préparations huileuses orales sous forme de capsules gélatineuses de couleur rouge dosées à 200.000 UI.

#### 2. L'amélioration du régime alimentaire

Il a été avancé que la seule amélioration de l'état de nutrition en vitamine A (et en protéines) pourrait prévenir de 1,3 à 2,5 millions de décès parmi les enfants âgés de 6 mois à 5 ans [27].

Les approches alimentaires vont concerner deux niveaux :

- L'amélioration des pratiques alimentaires qui a pour but d'augmenter la consommation d'aliment riche en vitamine A. Cela passe par la promotion de l'allaitement maternel et l'utilisation de l'alimentation complémentaire dans le cadre de la lutte contre l'avitaminose A chez le nourrisson et le jeune enfant. On fait également appel aux procédés de biofortification (patate douce à chaire orange et autres cultures) qui consiste à accroitre la valeur nutritive d'un produit au moment de la culture.
- La diversification alimentaire : les sources alimentaires naturelles de carotène et de vitamine A telles que l'huile de palme rouge, les fruits et légumes à chair rouge, les légumes verts... sont aisément disponibles ou susceptibles de l'être ; il serait donc indispensable d'orienter les populations vers ces aliments. Ainsi de gros efforts doivent être faits dans le domaine de l'éducation nutritionnelle afin de surmonter les obstacles liés au rejet de certains aliments.

L'amélioration du régime alimentaire est une action indispensable mais, est de longue haleine et ne donnera des résultats qu'au bout d'un certain nombre d'années.

#### 3. L'allaitement et l'alimentation de complément

En Afrique l'allaitement maternel est le plus répandu et dure plus longtemps, cependant un trop grand nombre de jeunes enfants ne sont pas nourris selon les recommandations internationales (allaitement exclusif jusqu'à six mois, puis on effectue une alimentation complémentaire adéquate tout en continuant l'allaitement jusqu'à 24 mois) [38].

Le lait maternel constitue la seule et meilleure source de vitamine A pendant les six premiers mois de la vie de l'enfant et peut couvrir à lui seul les besoins en vitamine A du jeune enfant pendant cette période s'il est pratiqué de manière adéquate. Le lait des deux premières semaines a une teneur en vitamine A de deux fois plus élevée que celle du lait mature [38].

Le colostrum a une concentration en vitamine A très élevée. Il est donc important de mettre le nourrisson au sein dès l'heure qui suit l'accouchement.

Dans les cas de carence en vitamine A l'apport supplémentaire de 200000 UI de vitamine A à la mère allaitante dans la période post partum précoce permet d'améliorer le statut en vitamine A de la mère et celui de l'enfant.

A partir du sixième mois, le lait maternel ne peut plus assurer à lui seul tous les besoins nutritionnels du nourrisson. Ceci induit la nécessité d'introduire de manière progressive une alimentation de complément adéquate, c'est-à-dire des aliments riches en vitamine A d'origine végétale (fruits et légumes jaune/orange : mangue, papaye, courge ; les feuilles vertes et l'huile de palme rouge), d'origine animale (œuf, lait foie...) ou des aliments enrichis en vitamine A pour enfant [38].

#### 4. La Fortification alimentaire

La Fortification alimentaire encore connue sous le terme d'enrichissement est un ensemble d'opérations qui consiste à ajouter des vitamines et/ou des minéraux aux aliments afin d'en renforcer le contenu nutritionnel global. A titre d'exemple, l'ajout du fer à la farine permet de lui apporter ce nutriment vital et de corriger la carence martiale chez la population.

La Fortification permet d'augmenter l'apport en micronutriments sans changer le comportement alimentaire des populations.

Dans la majorité des pays du continent africain, la supplémentation en vitamine A est couramment pratiquée. Des travaux récents ont confirmé que la protection des jeunes enfants à travers la supplémentation en vitamine A disparaît avant un délai de 3 mois [26]. Ce qui montre que la pratique de la supplémentation de masse en vitamine A ne peut à elle seule permettre de contrôler de façon durable la carence en vitamine A, d'où l'initiation de la pratique de la fortification alimentaire.

Durant les cinq dernières années, la fortification des aliments en micronutriments a montré qu'elle était susceptible d'être une solution pour lutter contre la carence en vitamine A dans les pays les moins avancés.

#### 4.1. Définitions - historique

- La fortification c'est l'enrichissement d'un aliment pour améliorer sa valeur nutritive en restituant des vitamines, des minéraux ou autres pour améliorer l'état nutritionnel et de santé d'une population [40].

- La fortification c'est l'adjonction de certaines vitamines et de certains minéraux aux aliments et à l'eau [7].
- En Côte d'Ivoire, on entend par huile fortifiée, l'huile destinée à la consommation humaine et animale enrichie en vitamine A, dans la proportion d'au moins huit microgrammes d'équivalent rétinol par gramme d'huile(8 μg ER/g)de cette vitamine qui doit être apportée sous forme de rétinyl palmitate ou de son équivalent. C'est dans le souci d'améliorer l'état nutritionnel et de santé de leurs populations et de lutter contre la faim insoupçonnée que beaucoup de pays avaient opté pour la fortification des aliments. Les pays développés sont les premiers à avoir établi une politique de fortification alimentaire. Le Danemark fut à la tête des pays qui avaient pratiqué la fortification de la farine de pain en 1954 [40]. Les vitamines B1 et B2, le fer et le calcium furent les principaux nutriments ajoutés dans les proportions de 5mg, 5mg, 30mg, et 800mg respectivement.

#### 4.2. Différentes approches

Deux approches sont utilisées actuellement pour fortifier un aliment. La première porte sur la fortification obligatoire d'un ou plusieurs aliments et l'autre consiste en la fortification optionnelle, c'est à dire que les industriels se portent volontaires à enrichir leur production alimentaire.

#### a. Fortification obligatoire

La fortification obligatoire a été le choix de beaucoup de pays en développement. Ces pays avaient choisi cette forme de fortification pour contrôler d'une part, l'enrichissement des aliments et d'autre part, faire face au manque de sensibilisation des industriels [7].

Parmi les pays qui pratiquent la fortification obligatoire, figurent le Chili, le Costa Rica, le Danemark, le Salvador, le Guatemala, le Honduras, le Panama, le Royaume Uni.

En Côte d'Ivoire, l'arrêté interministériel n° 028 du 18 janvier 2007 rend obligatoire la fortification en vitamine A des huiles alimentaires destinées à la consommation humaine et animale.

#### b. Fortification volontaire

Ce type de fortification a été utilisé essentiellement dans les pays où les populations sont déjà sensibilisées aux problèmes nutritionnels, ce qui a créé des besoins et donc une demande en micronutriments. Aux Etats Unies et au Pays Bas le consommateur est assez exigeant en qualité nutritionnelle des aliments. Ceci a amené le producteur à répondre à ses exigences. Ceci est probablement le résultat des programmes de sensibilisation du consommateur et de l'industriel qui utilise la qualité nutritionnelle dans la formulation de la publicité de sa production [7].

Les USA, la Suisse, la Suède, le Pérou, le Yémen, l'Arabie Saoudite, le Nigéria, etc... avaient procédé à la fortification de la farine de pain. Cependant dans tous ces pays la fortification a consisté à additionner un complexe vitaminique et minéral. Ce complexe contient surtout les vitamines B1, B2, l'Acide Nicotinique(Niacine), la vitamine A de plus en plus intégré au fortifiant et le fer réduit [7].

#### 4.3. Les étapes de la fortification alimentaire

La fortification des aliments fait appel à plusieurs étapes qui se chevauchent entre elles. Ces différentes étapes doivent refléter à la fois les besoins et les réalités des pays qui la pratiquent [17].

#### Etape 1 : Identification du véhicule (aliment à enrichir)

Le véhicule doit être l'un des aliments les plus consommés par la population. Il est nécessaire de connaître tout ce qui concerne cet aliment c'est-à-dire : sa distribution, son taux de consommation ainsi que ses lacunes et les moyens de l'améliorer.

Dans notre étude c'est l'huile qui constitue le véhicule.

#### > Etape 2: l'additif (le fortifiant)

La phase 2 commence avec l'examen du véhicule (ses lacunes) et avec les recherches sur les moyens de les améliorer. Ensuite, trouver l'additif correspondant à cet aliment afin de l'incorporer dans le but de l'enrichir.

Dans le cadre de notre étude le fortifiant utilisé est la vitamine A.

Aussi, il est important de noter que, les aliments ainsi fortifiés doivent être accessibles aux populations les plus vulnérables, d'où l'importance de la phase3.

#### > Etape 3 : le groupe cible

Dans la plupart des cas, ce sont les populations à faible revenu, les enfants d'âge préscolaire, les femmes enceintes et les mères allaitantes. L'idée est de déterminer sur une base régionale, l'article alimentaire le plus consommé, le flux d'approvisionnement de ces aliments sur le marché, ensuite, une décision

est prise sur la faisabilité de la fortification de ces produits alimentaires avec les nutriments dont la population cible a le plus besoin.

Il est enfin nécessaire de savoir si la fortification ne porte pas atteinte ni aux caractéristiques, ni à l'acceptabilité de l'aliment fortifié.

Cette étape serait coûteuse d'où l'importance d'une subvention gouvernementale. En effet, l'aliment fortifié doit être accessible sur le plan économique et acceptable sur le plan organoleptique par le groupe cible. Pour se faire, une collaboration étroite doit exister entre les gouvernements et les industriels privés et publics [17].

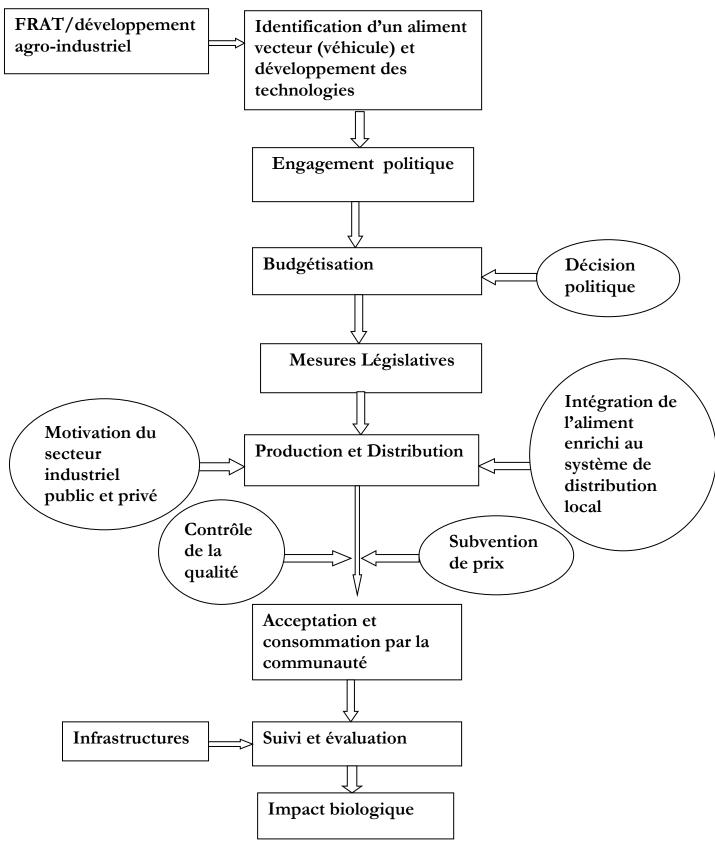


Figure 6: Mise en œuvre du processus d'enrichissement des Aliments [38]

## 4.4. Le principe de la fortification des huiles végétales raffinées

L'huile de cuisson est un aliment particulièrement adapté à un enrichissement en vitamine A, puisqu'elle est très largement utilisée dans les foyers et dans le commerce. Par ailleurs, le processus d'enrichissement ne requiert aucun équipement spécial, puisque la vitamine A est elle-même une huile à l'état naturel et qu'elle est, de ce fait, directement miscible avec les autres huiles et graisses.

Les produits utilisés pour la fortification sont :

- Le rétinyl palmitate ;
- L'acétate de vitamine A;
- Le propionate de vitamine A.

En Côte d'Ivoire c'est le **rétinyl palmitate** qui est utilisé par les producteurs d'huile pour la fortification.

#### **Technologie**

La relation entre les deux composants du mélange —l'huile de cuisson et la vitamine A — est plutôt simple à contrôler. La méthode d'enrichissement de l'huile de cuisson est dépeinte dans la **figure7** [6].Il est toutefois conseillé de diluer la vitamine A grasse à l'avance dans un peu d'huile de cuisson ou de graisse. Le processus de mélange peut être effectué soit de façon continue dans des mélangeurs fixes (c'est la méthode en ligne utilisée par la société Cosmivoire en Côte d'Ivoire), soit par lots (c'est la méthode à batch utilisée par les producteurs de Goudor).

L'homogénéisation est effectuée après que la mixture a été brassée le temps spécifié.

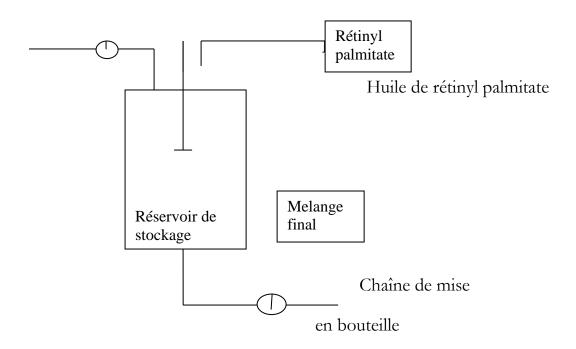


Figure 7: Principe d'enrichissement de l'huile [6]

### CHAPITRE 3:

## LE COMMERCE

#### I. DEFINITION DU COMMERCE

Le commerce est une activité d'un agent économique (un commerçant, une entreprise, parfois un état) qui consiste soit à acheter des marchandises ou des valeurs pour les (re)vendre ou les louer à un client sans y apporter de transformation matérielle, soit à proposer des services.

C'est également l'ensemble des éléments corporels (les marchandises, le stock, le mobilier, ...) et incorporels (l'enseigne, la valeur de la clientèle, le nom commercial, les brevets, ...) qui servent à l'exploitation d'une activité de distribution de produits ou de prestation de service [11].

#### II. TYPES ET FORMES DE COMMERCE

#### 1. Les types de commerce

On entend par type de commerce les différentes activités commerciales parmi lesquels on distingue :

#### **Le commerce électronique ou e-commerce**:

Selon la définition de l'OCDE le commerce électronique est la vente ou l'achat de biens ou de services, effectués par une entreprise, un particulier, une administration ou toute autre entité publique ou privée, et réalisé au moyen d'un réseau électronique" [12].

#### Le commerce ambulant ou commerce non sédentaire :

C'est une « Profession ou une activité exercée sur la voie publique, sur les halles, marchés, champs de foire ou de fêtes ou par voie de démarchage dans les lieux privés et ayant pour objet soit la vente d'un bien mobilier, soit la conclusion d'un contrat de location ou de prestation de service ou d'ouvrage, soit la présentation d'un spectacle ou d'une attraction» [37].

#### ➤ Le commerce sédentaire ou fixe

Dans le commerce sédentaire le point de vente est fixe

#### 2. Formes de commerce

On distingue [11]:

#### > Le commerce indépendant :

Il s'agit du commerce de détail caractérisé par une indépendance financière et juridique, mais qui peut être affilié à une centrale d'achat. Il peut s'agir de:

- *Commerce indépendant isolé*: commerce individuel tenu par un propriétaire unique (par exemple : l'épicier du quartier).
- Commerce indépendant associé: ensemble de commerçants indépendants qui se sont associés (par exemple dans une centrale d'achat) afin de s'approvisionner en commun et d'obtenir des conditions avantageuses de leurs fournisseurs.

#### ➤ Le commerce intégré, le grand commerce:

Il s'agit de grandes chaînes de magasins (en Côte d'Ivoire: SOCOCE, Casino, TOP BUDGET, CASH,...) qui cumulent les fonctions de gros et de détail et, éventuellement, une fonction de production.

#### > Le commerce spécialisé:

Il se caractérise par la vente d'une seule famille de produits ou de familles de produits apparentées par exemple : l'électroménager.

#### III. CIRCUIT DU COMMERCE

L'activité de distribution (vente) est l'ensemble des moyens et opérations qui permettent à un produit d'être mis à la disposition du consommateur final [32]. Le circuit de distribution se compose de l'ensemble des chemins (ou canaux) parcourus par un produit ou par une catégorie de produits (gamme) pour arriver au consommateur final [31].

Il existe trois grands types de circuit de distribution :

- Le circuit direct
- Le circuit court
- Le circuit long

#### 1. Le circuit direct

Le circuit direct est composé d'un seul canal de distribution et est utilisé dans le secteur agricole, artisanal, également pour des produits techniques (appareils électro-managers, appareil informatique). Il ne procède aucun intermédiaire, pas de dépenses intermédiaires hormis la publicité. Les modes de vente sont les marchés, les foires et les salons, les magasins d'usine, le commerce électronique [32].

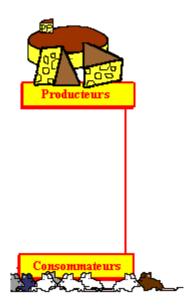


Figure 8 : Schéma du circuit direct [32]

#### 2. Le circuit court

Le circuit court fait intervenir un seul intermédiaire entre le producteur et le consommateur. Il est utilisé par de nombreux secteurs (ameublement, Hi fi-son, photo, vidéo, habillement,...). Il permet un contact direct avec le marché, un meilleur contrôle du circuit et moins de charge (pas de marge grossiste).

Pour exemple : les magasins Orca Deco

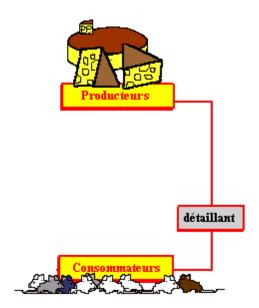


Figure 9 : Schéma du circuit court [32]

#### 3. Le circuit long

Il fait intervenir un nombre d'intermédiaires entre le producteur et le consommateur supérieur ou égal à deux.

#### On distingue:

- Le circuit long traditionnel : utilisé dans les activités traditionnelles et les réseaux de franchises
- Le circuit long intégré : Les fonctions de gros et de détail sont intégrées par une même société.

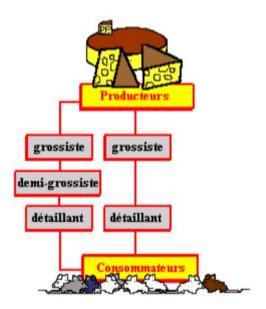


Figure 10: Schema du circuit long traditionnel [32]

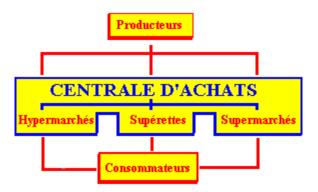


Figure 11 : Schéma du circuit long intégré [32]

### DEUXIEME PARTIE:

# ETUDE EXPERIMENTALE

#### I. METHODOLOGIE

#### 1. Type et cadre de l'étude

Il s'agit d'une étude transversale descriptive initiée par le département de chimie analytique et de chimie générale 1'UFR des Sciences Pharmaceutiques et Biologique de l'Université Félix Houphouët BOIGNY. Elle a été réalisée au Laboratoire National de Santé Publique de Côte d'Ivoire et s'est déroulée de juin à novembre 2012.

#### 2. Echantillonnage

Les huiles retenues pour notre étude sont celles vendues dans le commerce ambulant par les charretiers. Ces huiles étaient présentées dans des conditionnements non identifiables (absence de la marque de l'huile, date de fabrication, numéro de lot).

Le prélèvement des échantillons a été précédé par un entretien avec des vendeuses de produit de restauration et des charretiers.

Les échantillons ont été recueillis de façon aléatoire chez des commerçants ambulants rencontrés dans différents quartiers de la ville d'Abidjan à l'exception de la commune du Plateau du fait de l'absence de ces charretiers dans cette commune. Ainsi nous avons prélevés nos échantillons dans des flacons en plastique de 500 ml dans 9 communes de la ville d'Abidjan; le nombre d'échantillons variait entre 9 et 14.

Les échantillons ont été acheminés au Laboratoire National de Santé Publique où ils ont été conservés dans des cartons à l'abri de la lumière.

#### II. MATERIEL ET REACTIFS

#### 1. MATERIEL

Pour ce travail nous avons utilisé comme matériel:

- Une balance de précision type SARTORIUS
- ➤ Un appareil de filtration sous vide
- ➤ Une micropipette (100-1000µl)
- ➤ Un chronomètre
- Une étuve type MEMMERT
- ➤ Un dessiccateur
- Une chaîne HPLC composée :
  - d'un détecteur UV visible (325nm)
  - d'un injecteur automatique
  - d'une pompe HPLC
  - d'un intégrateur (Ecran + Logiciel Breeze+ Mémoire)
  - ➤ Une calotte chauffante
  - ➤ Un réfractomètre type ART w<sub>2</sub> plus
  - ➤ La verrerie classique de laboratoire
  - ➤ Un densimètre
  - ➤ Un thermomètre

#### 2. REACTIFS

#### a. Réactifs pour le dosage de la vitamine A

- Méthanol HPLC
- Ether di éthylique
- Hexane
- Ethanol absolu

#### b. Réactifs de détermination de l'acidité

- Ethanol à 95°
- Ether de pétrole ou benzine de pétrole
- Soude 0,1 N
- Phénolphtaléine 0,1%

#### c. Réactifs de détermination de l'indice de peroxyde

- Solution aqueuse de thiosulfate de sodium à 0,01N
- Acide acétique pur
- Chloroforme
- Solution préparée extemporanément d'iodure de potassium (KI) à conserver dans du papier aluminium
- Empois d'amidon 0,5%
- Eau distillée

#### d. Réactifs de détermination de l'indice de saponification

- Solution de potasse aqueuse
- Solution aqueuse d'acide chlorhydrique à 0,5N
- Phénolphtaléine

#### III. METHODES D'ANALYSE

#### A. DOSAGE DE LA VITAMINE A

#### 1. Principe

La détermination de la vitamine A a été réalisée par chromatographie en phase liquide, une méthode physique de séparation basée sur les différences d'affinités des substances à analyser à l'égard de deux phases, l'une stationnaire et l'autre mobile.

### 2. Validation de la méthode de dosage de la vitamine A par HPLC

Différents critères ont été appliqués à cette méthode de validation :

#### a. LINEARITE

L'étude s'est faite sur une gamme étalon comprise entre 128,13 et 2050 µg/ml préparée par dilution progressive de la solution mère de référence (standard : vitamine A palmitate).

Cette solution mère a été obtenue en diluant 51,25 mg de vitamine A standard dans 25 ml de solution de travail (méthanol/propanol).

Les valeurs moyennes (3 essais par concentrations) des surfaces correspondantes sont consignées dans le tableau ci-après

Tableau VII: Valeurs des surfaces de la gamme étalon lues au HPLC

Concentration (µg/ml)	Surface
128,13	10568454
256,25	23035160
512,50	56534458
1025,00	114889924
2050,00	215198475

Ce tableau nous a permis de réaliser la droite de linéarité suivante

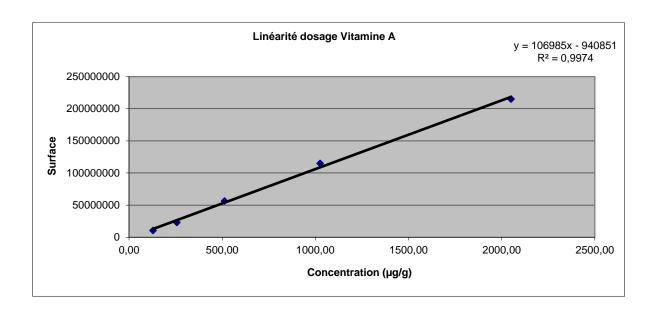


Figure 12 : Droite de linéarité de la vitamine A

Le coefficient de détermination (R<sup>2</sup>= 0,9974) est proche de 1, donc la méthode est linéaire.

#### b. FIDELITE

L'étude de la fidélité a été réalisée sur 3 échantillons d'huile :

- Un échantillon d'huile fortifiée analysé durant 2 jours (échantillon A).
- Deux échantillons (B et C) d'huile sélectionnés.

Tableau VIII: Résultats obtenus à partir de l'échantillon A

Numéro	Jo	our 1	Jour 2			
d'échantillons	Surface Teneur en Vitamine A (µg/g)		Surface	Teneur en Vitamine A (µg/g)		
1	23302	16,00	23323	16,00		
2	23363	16,03	23344	16,02		
3	23365	16,03	23338	16,01		
4	23374	16,01	23388	16,05		
5	23322	16,00	23342	16,01		
6	23226	15,95	23319	16,00		
Moyenne (μg/g)		16,00		16,02		
Ecart type (µg/g)		0,03		0,02		
Coefficient de variation (%)		0,18		0,12		

Les coefficients de variation obtenus sont inférieurs à 5% (norme requise pour les échantillons), la répétabilité de la méthode est donc bonne.

<u>Tableau IX</u>: Résultats obtenus à partir d'échantillons d'huile disponibles au Laboratoire National

		ot 7713P -06-2011	Huile Dinor lot 49117601P exp.25-06- 2010		
	Teneur en Vitamine A (μg/g)		Surface	Teneur en Vitamine A (µg/g)	
1	25687	13,27	22126	11,36	
2	24331	12,53	23356	11,99	
3	26068	13,43	23907	12,27	
4	26408	13,60	23144	11,88	
5	26704	13,75	22212	11,41	
6	25094	12,92	22635	11,62	
Moyenne (µg/g)	13,25			11,76	
Ecart type (µg/g)	0,45			0,35	
Coefficient de variation (%)	3,43			3,02	

Au vu des résultats nous pouvons dire que la justesse de la méthode est bonne puisque les coefficients de variation sont inférieurs à 5%.

## c. Limite de detection

Elle a été évaluée par rapport à des dilutions au demi (1/2) d'une solution de référence (128,125 µg/ml).

Tableau X: Résultats obtenus à partir des dilutions au demi (1/2) d'une solution de référence  $(128,125 \mu g/ml)$ .

Concentrations (µg/ml)	Surfaces
128,125	8568454
1,28	69700
0,64	30631
0,32	16187
0,16	-

La limite de détection est donc de  $0,16~\mu g/ml$  soit  $4\mu g/g$  d'huile La limite de quantification est de  $0,8~\mu g/ml$  soit  $20~\mu g/g$  d'huile

#### d. EXACTITUDE

L'exactitude a été évaluée sur 3 solutions de référence de concentrations différentes :

<u>Tableau XI</u>: Expression du taux de recouvrement pour les différentes concentrations

Concentrations théoriques (µg/ml)	Surfaces obtenues	Concentrations calculées (µg/ml)	Taux de recouvrement	
40	2562097	40,8	102	
30	1905273	30,3	101	
20	1202362	19,14	96	
	99,67			

Les taux de recouvrement obtenus sont supérieurs à 90%. L'exactitude de la méthode est donc bonne.

L'ensemble des résultats des tests de validation (linéarité, répétabilité, limite de détection, exactitude, justesse) permet de conclure que cette méthode HPLC est validée et est applicable pour la détermination du taux de vitamine A dans l'huile.

## 3. Conditions chromatographiques

Les conditions chromatographiques sont les suivantes :

- Colonne NUCLEODUR 100- 5 C18 (Longueur: 125 mm; diamètre interne: 4.0 mm; taille particule: 5µm);
- Système isocratique
- Phase mobile : Méthanol
- Débit : 1.7 ml/mn
- Détecteur à UV : 325 nm
- Temps de rétention : 15 mn
- Volume d'injection : 10 μl

### 4. Mode opératoire

• Préparation de la phase mobile

La phase mobile est constituée essentiellement de méthanol HPLC

- Préparation du standard : rétinyl- palmitate
- Peser approximativement 50mg de rétinyl- palmitate dans une fiole de 50ml.;
- Dissoudre avec une quantité d'hexane puis compléter au volume toujours avec l'hexane jusqu'au trait de jauge de 50 ml (solution mère);
- Faire des dilutions au 1/10<sup>ième</sup> puis au 1/20<sup>ième</sup>à partir de la solution mère.
   On obtient une solution de concentration à 5,1 μg/ml;

 Lire l'absorbance de cette solution au spectrophotomètre UV à 325 nm et appliquer la formule ci- dessous afin de connaître la concentration exacte de la solution :

## Absorbance lue X 1000 975

- Prélever 1 ml de cette solution et la faire évaporer à sec sous courant d'azote gaz
- Reprendre le résidu sec avec 1ml de méthanol
- Injecter cette solution à l'HPLC.
- Préparation des échantillons
- Peser 0,5 g d'huile dans une fiole jaugée de 10 ml;
- Ajouter 3ml d'éther diéthylique puis compléter au trait de jauge avec l'éthanol absolu ;
- Injecter à l'HPLC.

## 5. Expression des résultats

Taux vitamine A (
$$\mu$$
g/100g ) = 0,00033201 x Surface lue

Prise d'essai

### B. DETERMINATION DES INDICES CARACTERISTIQUES

#### 1. Indice de réfraction

Par indice de réfraction, on entend le rapport du sinus de l'angle d'incidence au sinus de l'angle de réfraction de la lumière d'une longueur d'onde donnée. Pour mesurer cet indice on utilise le réfractomètre.

Principe d'utilisation du réfractomètre ARTw<sub>2</sub> plus

- Mettre l'appareil sous tension en faisant basculer l'interrupteur qui est à l'arrière de l'appareil en position 1 ;
- Appuyer sur la touche MENU;
- Entrer le code 1, 2, 3,4 à l'aide du clavier ;
- Sélectionner **CALIBRATE** puis **ENTER** à l'aide du curseur pour faire le **Zéro**;
- Dans le menu **CALIBRATE** choisir « zéro » puis **Enter**;
- Essuyer la chambre de lecture, mettre quelques gouttes d'eau distillée pour le calibrage de l'appareil;
- Appuyer **START** pour continuer, attendre que la température se stabilise à environ 20°C;
- Appuyer sur START pour continuer, attendre jusqu'à ce que le message
   « WAIT » s'affiche et soit remplacé par « MEASURE ». L'appareil fait
   3 lectures de l'indice de réfraction de l'eau distillée et fait suivre ces valeurs d'une appréciation.;
- Appuyer sur **START** pour accepter;
- Choisir **RETURN** avec le curseur puis **ENTER** (2 fois) ;
- Commencer la lecture des échantillons. A chaque fois que l'échantillon n'est pas le même il faut nettoyer la chambre de lecture des échantillons avec de l'eau distillée;
- Eteindre l'appareil.

#### 2. Indice d'acide : Acidité

#### a- Définition

L'indice d'acide mesure la quantité d'acides gras libres présents dans un corps gras. Cette caractéristique rend compte de l'état de dégradation d'une huile dans la mesure où les acides gras libres sont des produits de dégradation et

plus particulièrement d'hydrolyse des triglycérides, constituants majoritaires de l'huile.

Le principe repose sur la détermination du nombre de milligrammes de potasse nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenus dans un gramme (1 g) de corps gras. La détermination de cet indice a été réalisée sur la base de 3 essais pour chaque échantillon suivant la norme AFNOR NF T 60-221 et NF 60-200 [43].

## b- Principe

Les matières grasses s'altèrent par vieillissement en donnant naissance par hydrolyse à des acides gras. Cette acidité peut être mesurée par alcalimétrie en milieu éthero-alcoolique à l'aide de soude titrée et en présence d'un indicateur coloré virant au potentiel d'acidité approprié.

L'équation de la réaction est la suivante:

## c- Mode opératoire

- Dans un Erlenmeyer préalablement séché et taré peser 5g de matière grasse ;
- Préparer un mélange éthero-alcoolique avec 25ml d'éther de pétrole et 50ml d'éthanol à 95°;
- Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine 0,1% et neutraliser le mélange par une solution de soude à 0,1 N, jusqu'à la coloration rose persistante.
- Mélanger ensuite la solution éthero-alcoolique à l'huile ;

- Doser ensuite la solution obtenue par la solution de soude à 0,1 N en présence de phénophtaléine (5 gouttes) jusqu'à la coloration rose persistante pendant 30 secondes.

## d- Expression des résultats

Le principal acide gras contenu dans l'huile de palme raffinée est **l'acide** palmitique dont le poids moléculaire est de 256.

Soit:

- V ~ volume de soude employé en ml
- Pe~ poids de la prise d'essai en g.

La teneur en % d'acide palmitique : 2,56 x V/Pe

## 3. Indice de peroxyde

#### a. Définition

On entend par indice de peroxyde d'un corps gras, le nombre de microgrammes d'oxygène actif contenu dans un gramme de produit capable d'oxyder l'iodure de potassium avec libération d'iode. Sa détermination opérée suivant la norme AFNOR NF T 60-220 [5] reflète l'état d'oxydation de l'huile. Cet indice permet de prévoir une détérioration ultérieure des qualités organoleptiques de l'huile mais ne renseigne absolument pas sur le passé oxydatif de l'huile.

## b. Principe

Il s'agit de traiter les corps en solution dans de l'acide acétique et du chloroforme par une solution d'iodure de potassium. Titrage ensuite de l'iode libéré par une solution titrée de thiosulfate de sodium.

## c. Mode opératoire

- Dans un erlenmeyer de 200ml préalablement séché et taré, peser exactement 2g de corps gras.
- Ajouter successivement 10ml de chloroforme et 15ml d'acide acétique, boucher puis dissoudre en agitant ;
- Ajouter par la suite 1ml d'iodure de potassium, agiter et abandonner à l'obscurité 5 minutes ;
- Retirer puis ajouter 75ml d'eau distillée ;
- Titrer avec la solution de thiosulfate de sodium à 0,01N, après ajout de 2 à 3 gouttes d'empois d'amidon en agitant vigoureusement jusqu'à disparition totale de la coloration violette.

NB: parallèlement et simultanément effectuer sans le corps gras un essai à blanc (témoin)

# d. Expression des résultats

#### Soit:

- Pe : la prise d'essai
- V : le volume de thiosulfate de sodium utilisé dans l'essai avec la matière grasse
- V' : le volume de thiosulfate de sodium utilisé dans l'essai à blanc Alors l'indice de LEA (teneur en peroxydes) est :

INDICE DE LEA=  $(V-V') \times 80/Pe$  ou

# Millimolécule de peroxydes/Kg= (V-V') x 1000/200.Pe

1 millimole/Kg=2 milliéquivalent/Kg=16microgramme/g

Sachant que 1ml de solution normale de thiosulfate de sodium correspond à 0,05 millimole de peroxydes et que 1 molécule de peroxyde libère 1atome d'oxygène

## Meq O<sub>2</sub> actif/kg= 2x milli molécule de peroxyde/kg

#### 4. Indice de saponification

La méthode utilisée est celle du recueil des normes françaises [43].

#### a- Définition

L'indice de saponification est le nombre de milligramme d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire pour saponifier 1g de matière grasse dans les conditions spécifiées.

#### **b- Principe**

Les bases fortes réagissent sur les esters du glycérol, selon la réaction suivante :

La réaction de saponification est lente et incomplète. Pour l'accélérer et la rendre aussi complète que possible, il faut :

- Opérer en phase homogène
- Opérer à température élevée, en présence d'un excès de base.

# c. Mode opératoire

- Dans un ballon de 200 ml, peser 2g de corps gras ;
- Ajouter exactement 25 ml de potasse alcoolique N/2;
- Porter à ébullition sous réfrigérant à reflux pendant 30 mn en agitant de temps en temps ;

- La solution obtenue est titrée à chaud avec du HCl 0,5 N en présence de la phénolphtaléine ;

- L'indicateur vire du rouge au jaune.

*NB* : faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

## d. Expression des résultats

L'indice de saponification est donné par la formule suivante :

$$\{(V_0-V_1) \times C \times 56,1\}/Pe$$

V<sub>0</sub>: le volume en millilitre, de la solution titrée d'acide chlorhydrique utilisé pour l'essai à blanc

V<sub>1</sub>: le volume en millilitre, de la solution titrée d'acide chlorhydrique utilisé pour la détermination

C : la concentration exacte en mole par litre de la solution d'acide chlorhydrique utilisée

Pe : la masse en gramme de la prise d'essai

Le résultat est exprimé en mg KOH/g d'huile

#### C. DETERMINATION DE L'HUMIDITE

La méthode utilisée est celle du recueil des normes françaises [43].

#### > Définition

L'humidité est la teneur en eau et en matières volatiles, c'est la perte de la masse subie par un produit quelconque après chauffage à l'étuve à 103-105°C dans les conditions spécifiées de la norme internationale et exprimée en pourcentage de masse.

## > Principe

Il consiste à chauffer une prise d'essai à une température comprise entre 103°C et 105°C pendant un temps donné (3h pour l'huile commerciale et 24h en normal), jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles dans la matière grasse puis à déterminer de la perte de masse.

## > Mode opératoire

- A l'aide d'une balance analytique, peser exactement 5g à 0,001g près de matière grasse dans des capsules ou creusets en porcelaine préalablement séchés et tarés ;
- Placer à l'étuve à une température comprise entre 103 et105°C pendant un temps allant de 3h pour le commercial ou 24h en normale;
- Retirer et laisser refroidir dans le dessiccateur à la température ambiante (au moins 10mn environ) et peser la masse à 0,001g près.

## > Expression des résultats

L'expression de la teneur en eau et en matières volatiles est donnée par la formule suivante :

 $P_0$ = masse de la capsule vide

P<sub>1</sub>= masse de la capsule + masse de l'échantillon (5g)

P<sub>2</sub>= masse de la capsule + masse de l'échantillon secs

% 
$$H= (P1- P_2)/ (P_1-P_0) \times 100$$

### D. DETERMINATION DE LA DENSITE

La densité d'une huile désigne le rapport de sa masse volumique à celle de l'eau. Sa mesure est intéressante, à titre indicatif sur le plan commercial, pour se représenter en poids un volume d'huile transportée en vrac.

Les huiles étudiées ayant des points de fusion entre 20°C et 30°C; la détermination de la densité a été effectuée à la température de référence : 50°C.

## **➤** Mode opératoire

- Mettre les échantillons au bain marie à 50°C
- Dans une fiole de 200 ml, renverser l'huile puis à l'aide d'un thermomètre s'assurer que la température de l'huile à 50°C
- Plonger le densimètre dans l'huile jusqu'à immersion se limitant au trait de jauge de l'extrémité supérieur
- Laisser remonter le densimètre pendant 5 minutes, puis faire la lecture de la densité.

# > Expression des résultats

Les résultats sont exprimés par lecture sur le densimètre de la mesure observée.

#### IV. RESULTATS ET COMMENTAIRES

# 1. Caractères organoleptiques

**Tableau XII:** Caractères organoleptiques

Caractères	Oc	leur	Couleur				Consistance		Aspect		
observés	Nor	Mod	J	Jc	Jtc	Jf	Jt	LV	Vis	Mp	Вр
Nombre d'échantillon	72	28	35	15	10	15	25	80	20	81	19
Pourcentage (%)	72	28	35	15	10	15	25	80	20	81	19

<u>Odeur</u>: Nor= Normale Mod= Modifié

<u>Couleur</u>: J= Jaune <u>Jtc</u>= Jaune très claire

**Jf**= jaune foncé

**Jt**= Jaune trouble **Jc**= Jaune claire

<u>Consistance</u>: V= Visqueuse LV= Légèrement Visqueuse

**Aspect: Mp**= Monophasique **Bp**= Bi-phasique.

# Ce tableau montre que :

- 28% des échantillons présentent une odeur modifiée,
- 35% des échantillons présentent une couleur jaune,
- 20% des échantillons présentent une consistance visqueuse et,
- 19% des échantillons présentent un aspect monophasique.

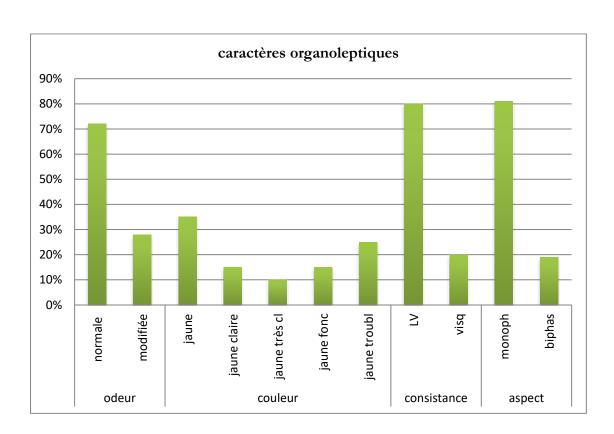


Figure 13 : Répartition des huiles en fonction de leurs caractères organoleptiques

#### 2. Teneur en vitamine A

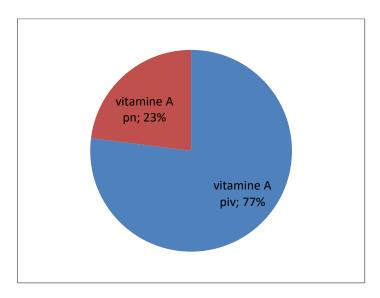
Tableau XIII : Teneur en vitamine A des 100 échantillons

Nombre d'échan- tillons	Teneur Moyenne (µgER/g)	Minimum (μgER/g)	Maximum (μgER/g)	Ecart Type (µgER/g)	NIV	NSP	Observations:  NIV=Nombre d'échantillons ayant un taux de vit A<
100	4,20	0,04	33,01	7,29	77 (77%)	23 (23%)	NSP=Nombre d'échantillons ayant un taux de vit A≥ 8μER/g
Valeur normale		_					

Le tableau XIII montre que la teneur moyenne en vitamine A pour les 100 échantillons (4,20µgER/g) est inférieure à la normale (8µgER/g). Le test Z réalisé a montré une différence significative entre la moyenne observée et la teneur en vitamine A recommandée car p=0,0001 (p<0,05).

En tout, 77% des échantillons analysés ont une teneur en vitamine A inferieure à la valeur recommandée et 23% ont une teneur normale en vitamine A.

Ces résultats sont illustrés par la figure 14



Piv= pourcentage inférieur

Pn= pourcentage normal

Figure 14: Répartition des huiles en fonction de leur teneur en vitamine A

Par ailleurs, nous avons repartis la une teneur en vitamine A des différents échantillons en fonction des communes.

<u>Tableau XIV</u>: Repartition de la teneur en vitamine A des échantillons en fonction des communes

	Teneur en vitamine A				
		Nombre d'échantillons ayant une teneur en vit A < 8µgER/g	Nombre d'échantillons ayant une teneur en vit A > 8µgER/g	Test statistique	
	Abobo	14	0		
	Adjamé	10	0		
	Attecoubé	6	4	ddl=8	
	Cocody	8	1	α=0,05	
Communes	Koumassi	10	0		
	Marcory	8	3	valeur de p=0,0001	
	Port-Bouët	7	5	test significatif	
	Treichville	0	10		
	Yopougon	14	0		

Le test de khi2 réalisé a donné un p = 0,0001 au risque  $\alpha$  = 0,05. Ce test montre que l'appartenance à une commune détermine la teneur en vitamine A.

#### 3. Les différents indices déterminés

#### 3.1. Acidité des huiles

Tableau XV : Acidité des huiles

Nombre d'échantillons	Moyenne (%)	Minimum (%)	Maximum (%)	Ecart Type (%)	NIV	NSP	Observations :  NIV= Nombre d'échantillons
100	0,64	0,05	2,22	0,51	59 (59%)	41 (41%)	d'acidité<0.6%  NSP= Nombre
Valeur normale		d'échantillons d'acidité>0.6%					

De façon générale la valeur moyenne de l'acidité est de 0,64% d'acide palmitique, cette valeur est supérieure à la valeur normale recommandée par le codex alimentarus qui est au maximum de 0,6% d'acide palmitique. Cependant le test Z effectué nous a montré que la différence entre les deux moyennes n'est pas significative car p=0,461 (p>0,05).

Les huiles analysées ont présenté un minimum de 0,05% d'acide palmitique et un maximum de 22,2% d'acide palmitique.

Les résultats ont montré que 41% des échantillons ont une acidité au-delà de la valeur normale. Ces résultats sont illustrés par la **figure 16.** 

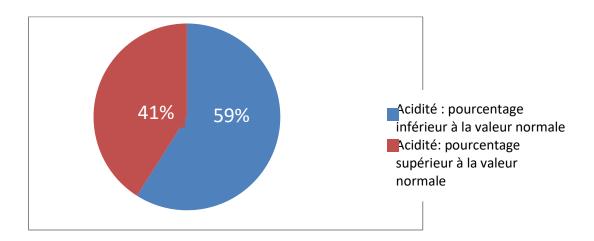


Figure 15 : Répartition des huiles en fonction de leur acidité

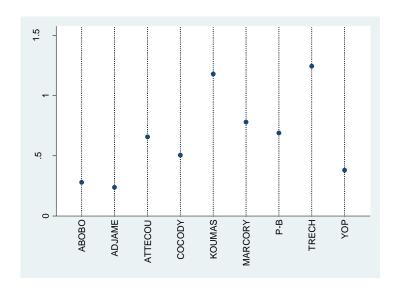
L'acidité moyenne des échantillons d'huile pour les différentes communes a été calculée, les résultats sont présentés dans le tableau XVI.

<u>Tableau XVI:</u> Répartition des moyennes de l'acidité en fonction des communes

Communes	Nombre	Moyenne	Ecart type
	d'échantillons	(%)	(%)
Marcory	11	0,779	0,515
Cocody	9	0,506	0,314
Adjamé	10	0,237	0,202
Koumassi	10	1,178	0,682
Trechville	10	0,656	0,471
Attecoubé	10	1,243	0,444
Port-Bouët	12	0,690	0,448
Abobo	14	0,280	0,152
Yopougon	14	0,380	0,191

Ce tableau montre que seules les huiles provenant des communes de Yopougon, Abobo, Adjamé et Cocody ont une bonne acidité.

Ce tableau nous a permis de réaliser la figure ci-dessous (figure 16).



<u>Figure 16</u>: Représentation des moyennes d'acidité des huiles des différentes communes

L'analyse du graphique nous a permis de faire le test de Kruskal Wallis entre les communes d'Attecoubé, Cocody, Marcory et Port-Bouët. Ce test montre que les échantillons d'huile de ces communes proviennent de la même population avec p=0,402 donc (p >0,05). Ces huiles sont donc les mêmes en ce qui concerne l'acidité. Par ailleurs, le test t a été effectué afin de comparer l'acidité de la commune d'Attecoubé à celle des communes d'Abobo, d'Adjamé, de Koumassi, de Treichville et de Yopougon.

Ainsi, la différence entre les moyennes de l'acidité dans les communes d'Abobo, de Treichville et d'Attecoubé est significative car p = 0.010 (p < 0.05). Il en est de même pour la moyenne de l'acidité dans les communes d'Adjamé et d'Attecoubé avec p = 0.019.

La différence entre les moyennes de l'acidité dans les communes de Koumassi et d'Attecoubé n'est pas significative car p=0,062 (p>0,05). C'est le même cas pour les communes de Yopougon et de Cocody avec p=0,059.

## 3.2. Indice de peroxyde

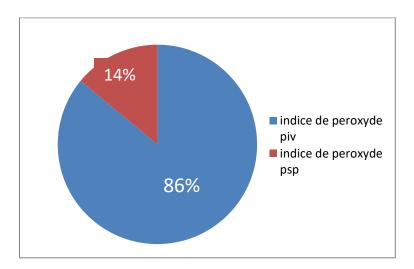
## **Tableau XVII**: Indice de peroxyde des huiles

Nombre d'échantillons	Moyenne (meq O <sub>2</sub> actif/kg huile)	Minimum (meq O <sub>2</sub> actif/kg huile)	Maximum (meq O <sub>2</sub> actif/kg huile)	Ecart Type	NIV	NSP	Observations: NIV=Nombre d'échantillons de IP<10 meqO <sub>2</sub> actif/kg d'huile			
100	5,9	0,5	15,2	3,3	86 (86%)	14 (14%)	NSP=Nombre d'échantillons de IP>10 meqO <sub>2</sub> actif /kg d'huile			
Valeur normale	<10 meqO <sub>2</sub>	<10 meqO <sub>2</sub> actif/kg d'huile								

De manière générale l'indice de peroxyde moyen qui est de 5,9meq  $O_2$  actif/ kg d'huile est inférieure à la norme du codex alimentarus (10meq  $O_2$  actif/kg d'huile). Le test Z réalisé a montré que la différence entre la moyenne de l'indice de peroxyde des 100 échantillons et la moyenne théorique (10 meq $O_2$  actif/kg huile) est significative car p= 0,0001 (p<0,05).

Ces résultats présentent un minimum de 0,5meq O<sub>2</sub> actif /kg d'huile et un maximum de 15,2 meq O<sub>2</sub> actif /kg d'huile.

Comme le montre **la figure 17**, 14% ont un indice de peroxyde supérieur à cette norme.



Piv : pourcentage inférieur à la valeur normale

Psp: pourcentage supérieur à la valeur normale

Figure 17 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de peroxyde

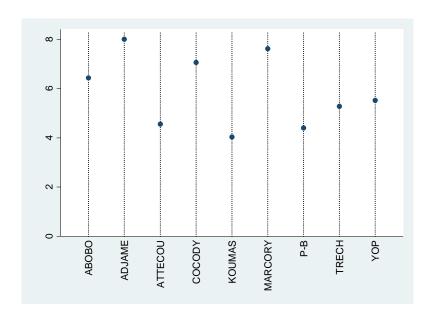
L'indice de peroxyde moyen des huiles pour les 9 communes est résumé dans le tableau suivant (**Tableau XVIII**)

<u>Tableau XVIII</u>: Répartition des moyennes de l'indice de peroxyde en fonction des communes

Communes	Nombre	Moyenne	Ecart type
	d'échantillons	(meqO2actif/kg	(meqO2actif/kg
		d'huile)	d'huile)
Marcory	11	7,619	3,304
Cocody	9	7,063	3,317
Adjamé	10	8,008	4,364
Koumassi	10	4,039	1,504
Attecoubé	10	4,558	2,119
Treichville	10	5,284	2,458
Port-Bouët	12	4,407	2,496
Abobo	14	6,434	4,036
Yopougon	14	5,521	3,166

Ce tableau montre que dans toutes les communes les moyennes des indices de peroxydes sont inférieures à 10 meqO<sub>2</sub> active/kg d'huile.

Ce tableau nous a permis de réaliser le nuage de points représenté par la figure 18.



<u>Figure 18</u>: Représentation des moyennes de l'indice de peroxyde des différentes communes

L'analyse de la **figure 18** nous a permis de réaliser le test de Kruskal Wallis pour toutes les communes. Ce test a montré que tous les échantillons des différentes communes proviennent de la même population en ce qui concerne l'indice de peroxyde car p=0.088 (p>0.05).

# 3.3. Indice de saponification

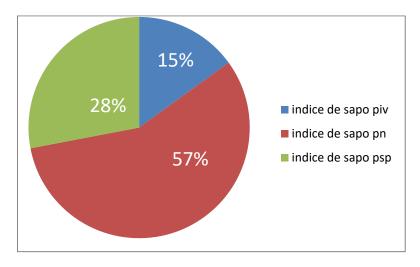
Tableau XIX: Indice de saponification des huiles

Nombre d'échantil lons	Teneur Moyenne (mg KOH/g d'huile)	Minimum (mg KOH/g d'huile)	Maximum (mg KOH/g d'huile)	Ecart Type (mg KOH/g d'huile)	NIV	NN	NSP	Observations: NN= Nombre d'échantillons d'ISà190- 209mg NIV= Nombre
100 Valeur normale	202,73	109,60 190-209	228,35 mg KOH/ §	14,45	15(15%	57(57 %)	28(28 %)	d'échantillon de IS<190-209mg NSP= Nombre d'échantillons de IS>190- 209mg

La valeur moyenne de l'indice de saponification pour les 100 échantillons analysés est de 202,73 mg KOH/g d'huile, cette valeur appartient à l'intervalle normal recommandé par le codex alimentarus qui est de 109-209 mg KOH/g d'huile. Les tests Z unilatéraux réalisés à gauche et à droite de l'intervalle moyen théorique (109-209mg KOH/g d'huile) nous permettent de dire que la moyenne observée pour l'indice de saponification appartient à l'intervalle normal recommandé. En effet, p=0,0001 (p<0,05) montre une différence significative de part et d'autre de l'intervalle moyen normale.

Les résultats donnent un minimum égal à 109,93 mg KOH/g d'huile et un maximum correspondant à 228,35 mg KOH/g d'huile.

Comme l'indique la **figure 20**, 57% des échantillons analysés ont un indice de saponification appartenant à l'intervalle normal, 15% des échantillons sont en dessous et 28% au-delà de la valeur normale.



**Piv** : pourcentage inférieur à la valeur normale

Psp: pourcentage supérieur à la valeur normale

Pn: pourcentage normal

Figure 19 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de saponification

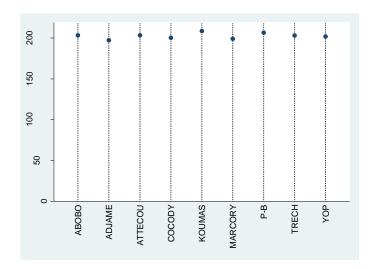
L'indice de saponification moyen des huiles dans les différentes communes est mentionné dans le tableau ci-dessous.

<u>Tableau XX</u>: Répartition des moyennes des indices de saponification en fonction des communes

		Moyenne	Ecart type	
Communes	Nombre	(mgKOH/g	(mgKOH/g	
	d'échantillons	d'huile)	d'huile)	
Marcory	11	199,085	9,685	
Cocody	9	200,280	10,855	
Adjamé	10	197,366	31,861	
Koumassi	10	208,680	9,843	
Attécoubé	10	203,385	9,065	
Treichville	10	203,244	11,644	
Port-Bouët	12	206,766	12,529	
Abobo	14	203,433	11,358	
Yopougon	14	201,771	13,428	

Ce tableau montre que dans toutes les communes les moyennes des indices de saponification s'apparentent à la norme recommandée 190 à 209 mgKOH/g d'huile.

Ce tableau nous a permis de réaliser le nuage de points représenté par la **figure** 20.



<u>Figure 20</u>: Représentation des moyennes des indices de saponification des huiles des différentes communes

L'analyse de la figure 20 nous a permis de réaliser le test de Kruskal Wallis pour toutes les communes. Ce test a montré que tous les échantillons des différentes communes proviennent de la même population en ce qui concerne l'indice de saponification car p = 0.682 (p>0.05).

#### 3.4. Indice de réfraction

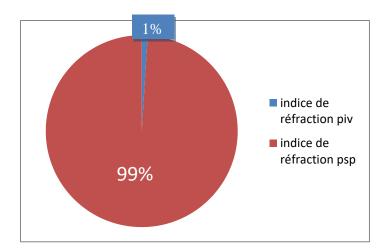
## Tableau XXI: Indice de réfraction des huiles

Nombre d'échantillons	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart Type	NIV	NSP	Observations: NIV= Nombre d'échantillons d'IR< l'intervalle 1,454-1,456		
100	1,4663	1,4444	1,5307	0,0069	1 (1%)	99 (99%)	NSP= Nombre d'échantillons d'IR > l'intervalle 1,454-1,456		
Valeur normale	1,454-1,456 à 20°C								

D'après ce tableau, l'indice de réfraction moyen pour les 100 échantillons est de 1,4663. Cette valeur est au-dessus de la normale recommandée par le codex Alimentarus pour l'huile de palme raffinée (1,454 -1,546) à 20°C. Cependant, le test Z montre que la différence entre la moyenne observée de l'indice de réfraction et la borne supérieure de l'intervalle normal recommandé (1,456) est significative car p =0,0001 (p<0,05).

Nos résultats donnent un minimum de 1,4444 et un maximum de 1,5307.

99% des échantillons ont un indice de réfraction au-dessus de cette norme comme le montre la **figure 22.** 



Piv : pourcentage inférieur à la valeur normale

**Psp** : pourcentage supérieur à la valeur normale

Figure 21 : Répartition des huiles en fonction de leur indice de réfraction

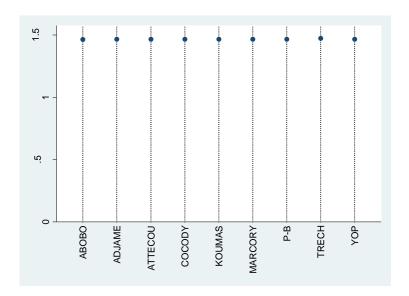
Les indices de réfraction moyens des huiles pour les différentes communes sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

<u>Tableau XXII</u>: Répartition des moyennes de l'indice de réfraction des huiles en fonction des communes

Communes	Nombre	Moyennes	Ecart type	
	d'échantillons			
Marcory	11	1,466	0,001	
Cocody	9	1,466	0,000	
Adjamé	10	1,466	0,001	
Koumassi	10	1,466	0,001	
Attécoubé	10	1,465	0,001	
Treichville	10	1,472	0,027	
Port-Bouët	12	1,466	0,001	
Abobo	14	1,464	0,006	
Yopougon	14	1,466	0,001	

Ce tableau montre que dans toutes les communes les moyennes des indices de réfraction sont au-dessus de la norme recommandée (1,454-1,456) à 20°C pour l'huile de palme raffinée.

Ce tableau nous a permis de réaliser le nuage de points représenté par la **figure** 22.



<u>Figure 22</u>: Représentation des moyennes des indices de réfraction des huiles des différentes communes

L'analyse du nuage de points nous a permis de réaliser le test de Kruskal Wallis pour toutes les communes. Ce test a montré que tous les échantillons des différentes communes proviennent de la même population en ce qui concerne l'indice de réfraction car p = 0.323 (p> 0.05).

#### 4. L'humidité

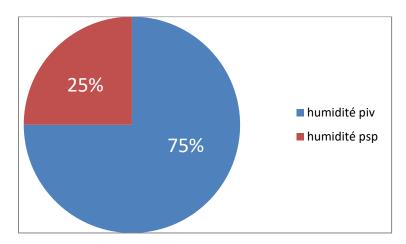
#### <u>Tableau XXIII</u>: Humidité des huiles

Nombre d'échantillons	Teneur Moyenne	Min (%)	Max (%)	Ecart Type (%)	NIV	NSP	Observations : NIV= Nombre d'échantillons d'humidité < 0,2%
100	0,22	0,01	3,16	0,44	75 (75%)	25 (25%)	NSP= Nombre d'échantillons d'humidité> 0,2%
Valeur normale	< 0,2%						

Ce tableau montre que l'humidité moyenne des 100 échantillons analysés (0,22%) est supérieure à la norme recommandée par le codex Alimentarus qui est de 0,2%. Cependant le test Z a montré que la différence entre la moyenne observée de l'humidité et la valeur normale recommandée n'est pas significative car p= 0,680 (p > 0,05).

Le minimum est à 0,01% et le maximum à 3,16%.

Les résultats ont montré que 25% des échantillons sont au-dessus de la norme, comme l'illustre la **figure 23.** 



Piv : pourcentage inférieur à la valeur normale

Psp: pourcentage supérieur à la valeur normale

Figure 23 : Répartition des huiles en fonction de l'humidité

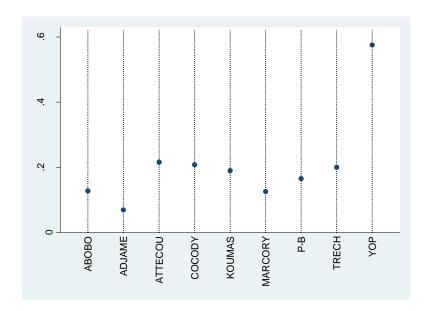
L'humidité moyenne des huiles par commune est récapitulée dans le tableau cidessous.

<u>Tableau XXIV</u>: Répartition des moyennes de l'humidité des huiles en fonction des communes

Communes	Nombre	Moyenne	Ecart type
	d'échantillons	(%)	(%)
Marcory	11	0,13	0,11
Cocody	9	0,21	0,19
Adjamé	10	0,07	0,05
Koumassi	10	0,19	0,28
Attécoubé	10	0,22	0,19
Treichville	10	0,20	0,15
Port-Bouët	12	0,17	0,10
Abobo	14	0,13	0,19
Yopougon	14	0,58	1,07

Le **tableau XXIV** montre que seuls les échantillons d'huiles des communes de Cocody, d'Attécoubé, de Treichville et de Yopougon présentent une humidité supérieure à la normale.

Ce tableau nous a permis de réaliser le nuage de points représenté par la **figure** 24.



<u>Figure 24</u>: Représentation des moyennes de l'humidité des huiles des différentes communes

L'analyse du nuage des moyennes des différentes communes nous a permis de réaliser le test de Kruskal Wallis pour les communes d'Abobo, Attécoubé, Cocody, Koumassi, Marcory, Port-Bouët et Treichville.

Ce test nous a permis de conclure qu'en ce qui concerne l'humidité, les échantillons proviennent de la même population car p = 0,113 (p>0,05).

Par ailleurs le test t réalisé entre les moyennes de l'humidité des huiles provenant des communes de Cocody et Adjamé a montré une différence significative entre les moyennes de l'humidité dans ces deux communes : p = 0.038 (p <0.05).

A l'inverse, la différence n'est pas significative entre les moyennes de l'humidité des communes de Yopougon et de Cocody : p = 0.323 (p > 0.05).

#### 5. La densité

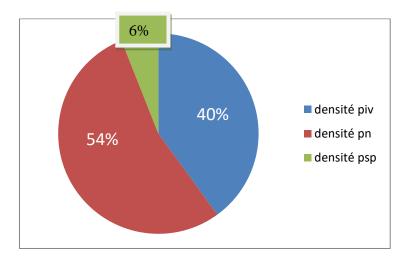
Tableau XXV : Densité des huiles

Nombre d'échantillons	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart Type	NIV	NN	NSP	Observations NN= Nombre d'échantillons de densité appartenant à
100	0,893	0,882	0,912	0,005	40 (40%)	54 (54%)	6 (6%)	l'intervalle 0,891- 0,899 NIV= Nombre
Valeur normale			0,891-0,899	à 50°C				d'échantillons de densité<0,891-0,899 NSP= Nombre d'échantillons de densité>0,891-0,899

La densité moyenne pour les 100 échantillons analysés est égale à 0,893 à 50°C; cette valeur appartient à l'intervalle normal indiqué dans le Codex alimentarus qui est de 0,891-0,899 à 50°C pour l'huile de palme raffinée. Les tests Z unilatéraux réalisés à gauche et à droite de l'intervalle normal recommandé ont montré que la densité moyenne observée appartient bien à cet intervalle. En effet, les différents p obtenus à droite (p=0,001) et à gauche (p=0,0001) traduisent une différence significative à droite et à gauche de l'intervalle.

Les résultats donnent un minimum de 0,882 à 50°C et un maximum égal à 0,907 à 50°C.

La **figure 25** montre que 40% sont en-dessous de la norme et 6% au-dessus.



Piv : pourcentage inférieur à la valeur normale

Psp: pourcentage supérieur à la valeur normale

**Pn**: pourcentage normal

Figure 25 : Répartition des huiles en fonction de leur densité

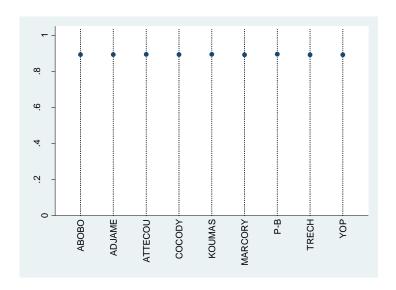
La densité moyenne des huiles par commune est récapitulée dans le tableau cidessous.

<u>Tableau XXVI</u>: Répartition des moyennes de la densité des huiles en fonction des communes

Commune	Nombre	Moyenne	Ecart type
	d'échantillon		
Marcory	11	0,892	0,004
Cocody	9	0,892	0,004
Adjamé	10	0,892	0,004
Koumassi	10	0,894	0,004
Attécoubé	10	0,894	0,005
Treichville	10	0,891	0,004
Port-Bouët	12	0,895	0,010
Abobo	14	0,893	0,004
Yopougon	14	0,891	0,006

Ce tableau montre que dans toutes les communes les moyennes des indices de réfraction s'apparentent à la norme recommandée : 1,454-,456 à 20°C.

Ce tableau nous a permis de réaliser le nuage de points représenté par la **figure 26.** 



<u>Figure 26</u>: Représentation des moyennes de la densité des huiles des différentes communes

L'analyse du nuage de points nous a permis de réaliser le test de Kruskal Wallis pour toutes les communes. Ce test a montré que tous les échantillons des différentes communes proviennent de la même population en ce qui concerne l'indice de réfraction car p = 0.946 (p > 0.05).

#### V. DISCUSSION

L'huile végétale alimentaire occupe une place très importante dans les habitudes alimentaires des populations vivant en Côte d'Ivoire. De ce fait leur contrôle devient alors une absolue nécessité pour garantir la sécurité alimentaire et protéger les consommateurs des risques liés à une éventuelle contamination ou à des fraudes. Du fait de l'importance de la coexistence sur le marché ivoirien des huiles raffinées vendues dans le circuit normale et celles vendues dans le commerce ambulant une enquête a été réalisée au- près des populations et de certains vendeurs ambulants dans 9 communes de la ville d'Abidjan : Abobo, Adjamé, Attecoubé, Cocody, Koumassi, Marcory, Port-Bouet, Treichville, Yopougon. Cette enquête nous a permis de constater que :

- Les populations du fait de la cherté de la vie s'orientent davantage vers les huiles vendues dans le commerce ambulant qui sont de moindre coût ;
- Ces huiles sont d'origine diverse et inconnue, souvent douteuse.

Ces huiles analysées dans le cadre de notre étude ont montré que :

- La majorité (80%) a présenté un caractère conforme à l'inspection visuelle ; dans les autres échantillons ont été visualisés des corps étrangers (particules noirâtres, sable, précipité). La présence de ces impuretés peut être liée à la qualité du matériau de conditionnement utilisé ou à une hygiène précaire au cours de diverses opérations de transvasement ou de vente au détail. Par ailleurs, la consistance peu visqueuse notée pour certains échantillons de même que leur aspect bi-phasique font suspecter l'existence de fraudes.
- L'analyse des résultats de la vitamine A, a montré que la teneur moyenne en vitamine A des 100 échantillons (4,20μER/g) a été significativement

inférieure à la teneur recommandée par les tests réglementant le commerce de l'huile de palme raffinée en Côte d'Ivoire (≥8µgER/g d'huile). Le test statistique réalisé a montré que la teneur en vitamine A des échantillons dépendait de la commune dans laquelle ils ont été prélevés. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que, certains échantillons ont été prélevés dans les communes proche de la zone de production des huiles alimentaires. C'est le cas de la commune de Treichville où tous les échantillons avaient une teneur en vitamine A audessus de 8µgER/g d'huiles. Dans certaines communes comme celles d'Abobo et d'Adjamé il n'y avait pas de vitamine A dans les échantillons. Ceci pourrait être due au fait que ces communes étant loin de la zone de production, les commerçants ambulants font de grands stocks qui sont mal conservés entrainant la dégradation de la vitamine A. Cela peut également s'expliquer par le fait que ces commerçants s'approvisionnent avec des huiles illicites dépourvues de vitamine A.

Par ailleurs, 77% des échantillons ont eu une teneur en vitamine A très faible variant de 00µgER/g à 7,33µgER/g. Ces résultats pourraient s'expliquer par une dégradation de la vitamine A du fait des conditions précaires de conservation de ces huiles. Ces observations ont été confirmées par une étude sur la stabilité de la vitamine A effectuée en 2010 par Maud Gonnet, qui a montré que la vitamine A pouvait être détruite dans des mauvaises conditions de conservation [23]. Cette faible teneur en vitamine A pourrait être due également à un défaut d'enrichissement des huiles en vitamine A au cours de leur production. En effet selon une étude menée en Côte d'Ivoire en 2010 par le Projet Ivoirien pour la Promotion des Aliments Fortifiés (PIPAF), 15-18% des

huiles d'origine inconnue ont un taux de vitamine A égale à  $6,4\mu gER/g$  [26].

A l'inverse, 23% des échantillons ont une teneur en vitamine A supérieure à 8µgER/g. Ces résultats peuvent s'expliquer par les différents mélanges effectués.

L'acidification est le résultat de l'hydrolyse des liaisons esters des triglycérides, conduisant à la formation d'acides gras libres [41]. L'acidité libre permet donc de connaître le niveau d'altération de l'huile par hydrolyse. Ce critère de qualité permet de rendre compte de l'état de conservation des huiles.

L'acidité moyenne des 100 échantillons d'huile est de 0,64% d'acide palmitique. Elle est supérieure à la norme du codex alimentarus (0,6% d'acide palmitique); mais la différence entre les deux moyennes n'est pas significative. Cependant les échantillons analysés peuvent être répartis en deux fractions : la première fraction concerne les échantillons ayant une bonne acidité c'est-à-dire une acidité inférieure à 0,6% d'acide palmitique et qui représente 59% des échantillons. Selon le codex alimentarus, une huile de bonne qualité doit présenter une acidité faible ou nulle. Ce résultat s'explique par le fait qu'au cours du raffinage, les huiles subissent une étape de neutralisation par la soude qui a pour but d'éliminer une bonne partie des acides gras libres contenus dans ces huiles [21]. En effet, une étude menée par KANDJI en 2001sur la qualité des huiles artisanales consommées au Sénégal a montré que l'huile de palme artisanale avait une acidité élevée [29]. Dans la deuxième fraction représentant 41% des échantillons, l'acidité est supérieure à la normale. Cette acidité traduirait un état d'altération des huiles. En effet, l'acidité libre peut provenir de la présence éventuelle de carboxyles appartenant à différents types d'acides : acides organiques (acide citrique, acide malique, acide malonique, acide oxalique,...), une huile à acide gras à chaîne carbonée courte provenant de l'oxydation des liaisons éthyléniques d'un lipide ou encore d'acides gras libres présents dans les extraits végétaux. L'acidité élevée des huiles pourrait également s'expliquer par les mauvaises conditions de conservation. Ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par M'BAYE et collaborateurs, dans une étude réalisée en Mauritanie en 2011. Cette étude a montré que 30% des échantillons d'huile analysés avaient une acidité élevée [36].

L'indice de peroxyde est relatif au nombre d'oxygènes actifs dans les chaînes organiques d'un corps gras (lipides, acides gras libres, monoglycérides, diglycérides et triglycérides). Cet indice permet d'évaluer le degré d'oxydation des acides gras insaturés de la matière grasse (rancissement). Plus cet indice tend vers zéro plus l'huile est de bonne qualité.

Pour les 100 échantillons, l'indice de peroxyde moyen qui est de 5,9 meq O<sub>2</sub> actif /kg d'huile est significativement inferieur à la norme du codex alimentarus (CMA=10 meq O<sub>2</sub> actif /kg d'huile). Les tests statistiques utilisés ont montré que tous les échantillons des différentes communes proviennent de la même population. Par ailleurs, 14% des échantillons ont des indices de peroxyde élevés, ce qui traduit un état d'oxydation avancée. Ces résultats peuvent être liés aux phénomènes d'oxydation qui dépendent des conditions de stockage. Les huiles se trouvent souvent dans des fûts en métaux ou en plastiques et sont stockées dans des endroits chauds. De multiples facteurs tels que la température, la composition en acide gras, la durée du stockage, la lumière, l'accessibilité

pour l'oxygène influencent l'oxydation (auto-oxydation, photo-oxydation) lors de la conservation [22]. La dégradation s'accentue au niveau des détaillants qui peuvent entreposer ces denrées sous le soleil pendant des journées voire des mois. Nos résultats ne sont pas comparables à ceux effectués en Mauritanie par M'BAYE et collaborateurs qui ont trouvé que tous les échantillons d'huile analysés avaient un indice de peroxyde élevé [36].

L'humidité favorise l'hydrolyse des matières grasses et accroît la proportion des acides gras libres et la formation de dépôt dans le matériel de stockage. L'humidité contribue à la détérioration du matériel métallique de conservation et augmente ainsi la rancissité résultant de la formation de rouille qui est un catalyseur important.

L'humidité moyenne pour les 100 échantillons étant de 0,22%, est supérieure à la norme de codex alimentarus (0,2%), mais n'est pas significativement différente de cette norme. Les tests statistiques ont montré que les huiles provenant de la commune d'Adjamé ne sont pas issues de la même population que celles des autres communes en ce qui concerne l'humidité.

Nous avons 25% des échantillons analysés qui ont une teneur en eau supérieure à la norme recommandée par le codex alimentarus qui est de 0,2%. Cette humidité pourrait provenir des traces d'eau présentes dans les récipients de transvasement de l'huile des commerçants ambulants.

➤ La densité, l'indice de réfraction et l'indice de saponification sont des critères distinctifs des huiles. En effet chaque huile est caractérisée par une densité, des indices de réfraction et de saponification bien définis.

La densité moyenne des 100 échantillons appartient à l'intervalle normal recommandé par le codex alimentarus pour l'huile de palme raffinée (0,891et 0,899 à 50°C). 54% des échantillons ont une densité comprise entre 0,891 et 0,899 à 50°C correspondant à celle de l'huile de palme selon le codex alimentarus. Ces résultats nous permettent de conclure que ces huiles pourraient être de l'huile de palme raffinée. Les tests statistiques réalisés ont montré qu'il n'y a pas de différence entre les échantillons provenant des différentes communes. Cependant 40% des échantillons ont une densité élevée par rapport à celle de l'huile de palme raffinée (<0,891 à 50°C). On note que 6% des échantillons avaient une densité au-dessus de 0,899 à 50°C donc étaient de faible densité. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que ces commerçants font le mélange de plusieurs types d'huiles d'origine et de qualité différentes. Certaines densités se rapprochent de celle de l'huile de coco (0,908-0,921 à 20°C) et de celle de l'huile d'arachide (0,912-0,920 à 20°C).

L'indice de réfraction dépend, comme la densité, de la composition chimique de l'huile et de la température. Il croit avec l'insaturation et la présence sur les chaînes grasses de fonctions secondaires.

L'indice de réfraction moyen pour les 100 échantillons est 1,4663. Cette moyenne est significativement supérieure à la norme du codex alimentarus pour l'huile de palme raffinée (1.454-1.456 à 50°C). En outre, les tests statistiques ont montré que tous les échantillons proviennent de la même population. Tous les résultats obtenus sont hors norme, c'est-à-dire supérieurs ou inférieurs à la norme du codex alimentarus qui est de 1.454-1.456 à 50°C. Ces résultats font penser à une suspicion de fraude par adjonction d'une huile d'indice de réfraction plus élevée telle que l'huile d'arachide (1.460-1.465) ou de maïs (1.465-1.468).

L'indice de saponification permet d'identifier une huile, du moins de la classer. Il permet également de distinguer entre elles, les différentes matières grasses. Cet indice est fonction du poids moléculaire des acides gras présents dans l'huile. Il aide aussi pour l'analyse de mélanges de substances grasses non saponifiables (huiles minérales, huiles de résine...).

La valeur moyenne de l'indice de saponification pour les 100 échantillons est 202,73mgKOH/g; elle appartient significativement à l'intervalle normal recommandé par le codex alimentarus (de 190-209 mg KOH/g). Les tests statistiques ont montré que tous les échantillons proviennent de la même population. Cependant, 15% des échantillons avaient des indices de saponification faibles, en dessous de la norme et variant de 109,6 à 188,11 mg KOH/g d'huile. Ces valeurs pourraient être dues à un mélange d'huiles d'origines différentes ou à la présence de substances insaponifiables. En outre, 28% des échantillons présentaient un de saponification élevé donnant à ces huiles un intérêt pour indice l'industrie de savonnerie donc impropres à la consommation. Les résultats obtenus se rapprochent de ceux de M'BAYE et collaborateurs dans une étude similaire menée en 2011 et portant sur des échantillons d'huile prélevés sur le marché mauritanien. Cette étude a montré que 45% des échantillons avaient un indice de saponification correspondant à celui de l'huile de palme [36].

# CONCLUSION GÉNÉRALE

L'huile est l'une des denrées alimentaires les plus consommées en Côte d'ivoire. C'est à juste titre que les autorités ivoiriennes ont décidé de l'utiliser comme véhicule pour la fortification alimentaire en vitamine A.

La vitamine A tout comme l'huile à une importance nutritionnelle indiscutable. En effet, la vitamine A est un nutriment essentiel au maintien de nombreuses fonctions physiologiques à savoir la différenciation cellulaire, la vision, la réponse immunitaire, la croissance.

La qualité d'une huile dépend essentiellement de sa composition chimique. Cependant, suivant les conditions de conservation, divers éléments constitutifs de l'huile peuvent subir des modifications plus ou moins importantes pouvant porter préjudice à la qualité de l'huile.

Ainsi, il est important de savoir si les huiles que nous consommons sont de bonne qualité et si elles sont effectivement enrichies en vitamine A.

L'objectif de notre étude était d'évaluer la qualité et de déterminer la teneur en vitamine A des huiles vendues par les commerçants ambulants dans la ville d'Abidjan. Cette étude a révélé que :

- → Au niveau des caractères organoleptiques, les huiles étudiées étaient dans l'ensemble acceptables sur le plan visuel par le consommateur ;
- → 77% des échantillons analysés avaient une teneur en vitamine A inférieure à la normale. Les échantillons d'huile des communes d'Adjamé, Abobo, ne renfermaient pas de vitamine A. Les échantillons des communes d'Attecoubé, Cocody, Koumassi, Marcory, Port-bouet avaient une faible teneur en vitamine A;
- ♣ En ce qui concerne la densité, les indices de réfraction et de saponification, il n'y avait pas de différence significative entre les échantillons recueillis dans les différentes communes.

- 40% des huiles analysées présentaient une densité inférieure à la normale et 6% des huiles avaient une densité supérieure à la normale ;
- L'indice de saponification était élevé dans 28% des cas et était faible dans 15% des cas.
- Tous les échantillons (99%) étudiés avaient un indice de réfraction élevé ; Cela traduit une suspicion de mélanges d'huiles ;
- → 14% des échantillons d'huile avaient un indice de peroxyde élevé ; 41% des échantillons huiles avaient une acidité supérieure à la norme ; cela démontre l'état d'oxydation des huiles analysées ;
- L'humidité des huiles analysées était supérieure à la normale dans 25% des cas.

Les résultats de cette étude nous permettent d'affirmer que les huiles vendues par les commerçants ambulants et consommées par une grande partie de la population vivant à Abidjan sont dépourvues de vitamine A dans la majorité des cas. En outre leur origine est douteuse, ainsi que leur composition qui laisse supposer des mélanges de diverses natures. Les conditions de conservation et les différents conditionnements utilisés sont à déplorer eu égard à leur impact sur la qualité des huiles vendues par les charretiers.

Le contrôle régulier des huiles vendues sur le territoire ivoirien et, la fortification des huiles en vitamine A doit être le souci permanent des autorités ivoiriennes pour le bien-être des populations. Il serait important d'approfondir cette étude en l'étendant à un échantillonnage encore plus grand et en intégrant d'autres critères de qualité ne figurant pas dans notre étude.

## RECOMMANDATIONS

Au terme de notre étude il est important de formuler des recommandations à l'endroit des décideurs et des acteurs afin d'améliorer la santé des populations par la consommation d'huiles d'excellente qualité :

#### > Aux autorités ministérielles

- ✓ Veiller à l'application des textes relatifs à la fortification de l'huile de palme en vitamine A ;
- ✓ Effectuer des contrôles réguliers de la qualité des huiles vendues sur le territoire ivoirien ;
- ✓ Sensibiliser davantage les populations à l'utilisation des huiles enrichies en vitamine A (portant le logo de la fortification) ;
- ✓ Renforcer la lutte contre l'importation et la distribution des huiles illicites en collaboration avec la douane et les services appropriés ;
- ✓ Prendre des dispositions nécessaires pour la baisse du prix de l'huile (denrée essentielle).

#### > A l'endroit de la population

- ✓ Eviter la consommation des huiles alimentaires distribuées dans le circuit informel;
- ✓ Privilégier les huiles alimentaires portant le logo de la fortification.

# RFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

#### 1. ADRIAN J., LEGRAND G., FRANGNE R.

Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition. Ed. TECHNIQUE ET DOCUMENTATION, Paris, 1981, p. 206

#### 2. AGUAYO V.M., BAKER S. K.

Vitamin A deficiency and child survival in sub-Saharan Africa: a reappraisal of challenges and opportunities. Food Nutr. Bull. 26: 348-355(2005)

#### 3. AMEDEE-MANESME O. et DE MAYER E.

Le déficit en vitamine A : stratégies diagnostiques et thérapeutiques. Inserm-orston, Paris, 1989, p. 10-63

#### 4. APFELBAUM M., FORRAT C., NILLUS P.

Diététique et nutrition Ed. Masson, Paris, 1989, p. 82-89

#### 5. ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION

Recueil de normes françaises des corps gras, graines oléagineuses et produits dérivés -AFNOR, 3° édition, Paris,(1984).

#### 6. BANQUE MONDIALE

Enrichie la vie en surmontant la malnutrition liée aux carences en vitamines et minéraux dans les pays en développement. Washington dc, USA. 1995.

#### 7. BADISCH ANILIN UND SODA FABRIK

http://www.food-fortification.com/.../BASF\_leaflet\_fortification\_of\_oil.pdf Consulté le 13 mars 2013

#### 8. BERGER J.

Stratégies de lutte contre les carences en micronutriments en particulier en fer dans les pays en développement.2004

#### 9. BERGER J. et DILLON J.

Stratégies de contrôle de la carence en fer dans les pays en développement.

Cahier Santé 2002, 12(1):22-30

#### 10. CHEFTEL. J.CL. et CHEFTEL. H.

Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments Technologie et Documentation, Paris, Lavoisier, 1977, 381 p.

#### 11. Commerce-définition

http://www.kuleuve.be/grelep/projets/commerce.pdf Consulté le19 mars 2013

#### 12. COMMERCE ELECTRONIQUE – DEFINITION

www.ladocumentationfrançaise.fr>Dossier>Internet dans le monde,

Consulté le 13 mars 2013.

#### 13. CUISINIER J.C et DUCORPS M.

Avitaminoses tropicales infantiles. Soins Pathol. Trop., 1983, n°39

#### 14. DELAMARE J.

Dictionnaire des termes de médecine. Paris 1986, p916.

#### 15. DIARRA NAMA A. J.

Effets de l'administration de la vitamine A sur la morbidité et la mortalité de l'enfant malnutris de 12-47 mois de la région de Dabakala-Côte D'Ivoire.

Mémoire de Science Biomédicales Tropicales, Anvers, 1992, n° 91 p.

#### 16. DUPIN H., at AL.

Alimentation et nutrition humaine.

Paris, 1992, p. 113-368.

#### 17. F. JAMES LEVINSON, M.S,

Food Fortification in low Income countries- A new approach to an old standby.

Ph. D. 1972 p115-18

#### 18. F A O/ OMS

Commission du codex alimentarus: Normes codex pour les graisses, huiles et produits dérivés.

Rome 1993, CAC/ vol VIII.

#### **19. FAO/OMS**

Les graisses et huiles dans la nutrition humaine : Rapport d'une Commission mixte d'expert.

Rome 19-26 oct. 1993

#### **20. FAO/ OMS**

Preventing specific micronutriments deficiencies INC, Paper n°6, 1992

#### **21. FAO/OMS**

Rôle des graisses et des huiles alimentaires en nutrition humaines : Rapport d'une commission mixte d'experts.

Rome 1977. 105 p.

#### 22. FRANKEL ED.

Control of oxidation The oily Press, editor, 2005; 470p.

#### 23. GONNET Maud

Evaluation in vitro et in vivo de la stabilité et de la biodisponibilité de molécules liposolubles encapsulée et incluses dans une matrice modèle Angers, 27 Avril 2010

#### 24. GOODMAN D. S.

Vitamin A metabolism. Fed Proc., 1980; 39:2716

#### 25. HELEN KELLER INTERNATIONAL

Enquête nationale sur l'anémie et les carences en vitamine A et fer Côte d'Ivoire : Rapport final du Projet Ivoirien de Promotion des Aliments Fortifiés (PIPAF).

Côte d'Ivoire 2007

#### 26. HELEN KELLER INTERNATIONAL

Evaluation de la couverture des ménages en huile végétale raffinée enrichie en vitamine A et en farine de blé tendre enrichie en fer et acide folique en Côte d'Ivoire : Rapport final Côte d'Ivoire 2010.

#### 27. HUMPHREY J., WEST K.et SOMMER A.

Vitamin A deficiency and attributable normality among under 5 years old.

Bull. W.H.O., 1992; 70: 225-32.

#### **28. IVAGG**

The safe use of vitamin A. Washington septembre 1980.

#### 29. KANDJI A. N.

Etude de la composition chimique et de la qualité des huiles végétales artisanales consommées au Sénégal.

Dakar 2001.

#### 30. KARLESKIDA. A., WOLFF. J.P.

Manuel des corps gras.

Technique et Documentation, Paris, Lavoisier, 1992, pp. 789-1579.

#### 31. La distribution

http://www.français.cci-paris-

idf.fr/wp.content/uploads/.../distribution.pdf

Consulté le 19 mars 2013

#### 32. La vente/la distribution-UTC

http://www.utc.fr/intent/docs/cours\_ge15\_vente\_distribution\_032009.pdf. Consulté le 20 avril 2013

#### 33. LESSIEUR

Lipides et santé : Quelle vérité ?

Information aux Médecins (Sd) 168 p.

#### 34. LINDSAY D.G. et ASKEY S.B.

European Research on the functional effect dietary antioxidants (EUROFEDA)

Mol. Aspect Med., 23, 1-38, 2002

#### 35. LOBSTEINANNELINE.

Les lipides végétaux.

Faculté de pharmacie Strasbourg, 2010

#### 36. M'BAYE B.K. at AL

Etude physicochimique des huiles consommées en Mauritanie ScienceLib Edi. Mersenne : vol.4, n°120101, 2011

#### 37. MEURTHE, MOSELLE

Les ventes réglementées : Commerce ambulant ou non sédentaire. 2006 <a href="https://www.nancy.cci.fr/site/informer/info.../06\_commerce\_ambulant.pdf">www.nancy.cci.fr/site/informer/info.../06\_commerce\_ambulant.pdf</a>
Consulté le 19 mars 2013

#### 38. MOHAMED Ag. BENDECH

Les pratiques prometteuses et les leçons apprises dans la lutte contre la carence en vitamine A dans les Pays de l'Afrique Subsaharienne. 2000

#### 39. MUNNICH A., at al.

Les vitamines- Aspects métaboliques, génétique, nutritionnels et thérapeutiques.

Masson, Paris, 1987, p. 3-20.

#### 40. NAGY K.

Enrichissement de la farine du pain roche VMR Bâle, Suisse, 1994.

#### 41. NAWAR W.W.

Lipide instability in food storage stability. Tauban R.P. Singh, Edi. 1998. CRC Press. P.89-103

#### 42. PROGRAMME NATIONNAL de la NUTRITION

Directive pour la supplémentation en vitamine A chez les enfants de 6-59 mois et les femmes dans le post-partum immédiat : Rapport PNN 2011

#### 43.RECUEIL DE NORME FRANCAISE

Corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés AFNOR, Paris 1993

#### 44. RENE G., et PATRICE J.

L'équilibre alimentaire.

Les documents de la croix rouge française.

Paris, Flammarion, 1979, 245 p.

#### 45. ROSS A. at Al.

The relationship between immunocompetance and vitamin A status. 1996

#### 46. RUNGE F.E. et HEGER R.

Use of microcolorimetry in monitoring studies vitamin A esters.

J. Agcr. Food Chem. 48, 47-55, 2000.

#### 47. STAUBLI A. F.

Development of a food fortification strategy to combat iron deficiency in the IVORY COAST.

Thesis n°13730, ETH Zürich, Switzerlan. 2000.

#### 48. UNICEF

Analyse de la situation de la femme et de l'enfant en Côte d'Ivoire. UNICEF, Abidjan, 1992. p. 5

#### **49. WEST Kp.**

Extent of vitamin A deficiency among preschool children and women of reproductive age.

J. Nutr 2002, 132(9): 2857S-66S.

#### 50. WEST Kp.at AL

Efficacy of vitamin A in reducing preschool child mortality in Nepal. The LANCET, 1991; 338: 67-71.

#### 51. WHO.

World Health Rapport- 225. Genève, WHO, 2005.

#### 52. WOLF J. P.

Mannuel d'analyse des corps gras.

Paris, Azoulay 1968: 517 p.

#### 53. WOLFF G., KIORPES T.C., MASUSHIGE S. et al

Recent evidence for participation of vitamin A in glycoprotein synthesis.

Fed. Proc. 1979, 38, p2540-2543

### ANNEXES