

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologique
Spécialité : science alimentaire
Option : corps gras



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Comparaison de la qualité physico-chimique de
trois types de smen d'origine végétale**

Présenté par :

BOUFOUDI Mouloud et BRAHIMI Nacerra

Soutenu le : 20/06/2017

Devant le jury composé de :

Mme : MEKHOUKHE. A.

Mme : ALOUI- BERKATI S.

Mme : DEFLAOUI-ABDEL FETTAH L.

Président

Examineur

Encadreur

Année universitaire : 2016 / 2017

REMERCIEMENT

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Même si par fois les mots semblent fades à côté de la profondeur des sentiments, il faut pourtant les concrétiser en remerciement, pour honorer tous ceux qui nous ont aidés à franchir ce pat vers l'avenir.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice M^{me} Deflaoui A, pour ça précieuse aide, ces orientations et le temps qu'elle nous a accordée pour notre encadrement.

Nous tenons à exprimer notre vive gratitude à tous le personnel du complexe agroalimentaire CEVITAL en particulier M^{me} MEZIANI L, et M^r ZAIDI et M^r MAOUCHE. Pour toute l'aide qu'ils nous ont fournis pendant notre stage pratique.

Nos remerciements les plus sincères à tous les membres de jury qui ont accepté de lire et jugé notre travail.

Enfin, nos remerciements particulièrement nos parents, pour leurs soutiens inconditionnels tout au long des ces années d'études.

A vous tous, un grand merci

Dédicaces

*J'ai l'honneur et le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :
La mémoire de mes grands parents maternels et à la mémoire de mon frère said
qui ont gardé une place dans mon cœur et que Dieu les accueille en son vaste
paradis.*

*Mes très chers parents qui m'ont aidé et soutenu à chaque épreuve de ma vie et
auxquels je ne pourrais leurs rendre assez.*

Ma chère grand-mère : Nana Terbah.

*Mon cher frère Lounes et son épouse Samira et leurs petits fils Malak et Abdel
Mouman que Dieu les protèges.*

*Mon cher frère Youcef et son épouse Chrifa et à leur petit fils Ayoub et Que
Dieu le protège.*

Mon cher frère Hamza.

Mes chers sœurs Taous et SAbiha.

Mes oncles Mouhand, Elkier, Aziz, Madjid et Abderrahmane.

Mes tantes en particulier Wrida, Baya, Razika, Aicha.

Tout (es) mes cousin (es) de loin ou de près.

Mon binôme kakou ainsi que toute sa famille.

Tout (es) mes amis (es) et surtout Nadir, Halim, Habib, Hmimi, Bilal.

Tout (es) les étudiants (es) de la promotion M2 ICG.



MOULOU D

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction	1
--------------------	---

Synthèse bibliographique

I.Définition du Smen	2
II.Composition du smen	2
II.1. Huile de palme.....	2
II.1.1. Propriétés physico-chimiques de l'huile de palme.....	3
II.1.2. Composition de l'huile de palme.....	3
II.1.3. Utilisation d'huile de palme dans l'industrie agro-alimentaire.....	4
II.1.4. Propriétés avantageuses pour les applications alimentaires.....	4
II. 1.5. Effet de la consommation d'huile de palme sur la santé.....	4
II. 2. Huile de coprah.....	5
II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah	5
II.2.2. Composition de l'huile de coprah.....	6
II.3. Vitamines A, D et E.....	6
II.3.1.Vitamine A.....	6
II.3.2. Vitamine D	7
II.3.3. Vitamine E.....	7
II.4. β -carotène	7
III. Procédé de fabrication du Smen.....	7
III.1. Raffinage des huiles	7

III.1.1. Différentes étapes de raffinage.....	8
III.1.1.1. Démucilagination	8
III.1.1.2. Neutralisation	8
III.1.1.3. Décoloration	8
III.1.1.4. Désodorisation.....	8
III.2. Traitements de modifications utilisés.....	9
III.2.1. Hydrogénation.....	9
III.2.2. Interestérisation	9
III.2.2.1. Interestérisation enzymatique.....	9
III.2.2.2. Interestérisation chimique	10
III.2.3 Fractionnement.....	10
III.3. Addition des micro-ingrédients.....	11
III.4. Refroidissement et cristallisation	11
III.5. Conditionnement et emballage.....	11

Chapitre I : présentation de l'entreprise

I.1. Présentation de l'organisme d'accueil	13
I.2. Raffinerie	14
I.2.1. présentation.....	14
I.2.2. Approvisionnement.....	15
I.3. Les différentes huiles brutes raffinées	15
I.4. Activités de CEVITAL.....	15
I.5. Produits de Cevital.....	16
I.5.1 Huiles Végétales	16
I.5.2 Margarinerie et graisses végétales	16

I.5.3 Sucre Blanc	16
I.5.4 Sucre liquide	17
I.6. Contrôle de qualité.....	17

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Échantillonnage :	18
II.2 Analyses physico-chimiques du smen.....	18
II.2.1 Détermination de la couleur :	18
II.2.2 Détermination du point de fusion.....	18
II.2.3 Détermination du taux de solide par RMN	19
II.2.4 Détermination de l'acidité	19
II.2.5 Détermination de l'indice de peroxyde	20
II.2.6 Détermination de la composition en acides gras.....	21
II.3 Analyse statistique.....	22

Chapitre III : résultats et discussion

III.1 Test de couleur	23
III.2 Point de fusion.....	24
III.3 Taux de solide	25
III.4 Acidité	26
III.5 Indice de peroxyde	27
III.6 Composition en acide gras par la chromatographie en phase gazeuse.	28
Conclusion.....	33

Références bibliographique

Annexe

Résumé

Liste des abréviations

A1 ; A2 : Bac de stockage de produit fini

A3 ; A4 : Bac de stockage de la matière première

AESA/EFSA : Autorité Européenne de Sécurité des Aliments / European Food Safety Authority

AFSSA : Agence Française de la sécurité sanitaire des aliments

AGL : Acide Gras Libre.

AGLC : Acide Gras à longue chaîne de carbone

AGMC : Acide Gras à Moyenne Chaîne de carbone

AGCC : Acide Gras à Courte Chaîne de carbone

AGPI : Acide Gras Polyinsaturé.

AGMI : Acide Gras Monoinsaturés.

AGIS : Acide Gras Insaturé.

AGS : Acide Gras Saturé.

AGT : Acide Gras Trans.

Ath : Athérogènes.

LDL: Mauvais cholestérol (Low Density Lipoproteins).

HDL: Bon cholestérol (High Density lipoproteins).

Spa : Société par action de production agroalimentaire

SFC : Taux de solide (Solide Fat Content)

CSS : Conseil Supérieur de la Santé.

FAO: Organization of food and agriculture.

ISO : International Standard Organisation.

A.O.C.S: American oil chemistry society.

Liste des tableaux

Tableau I : Propriétés physico-chimiques de l'huile de palme.....	3
Tableau II : Teneur de l'huile de palme en acides gras.....	3
Tableau III : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah.....	5
Tableau IV : Teneur en acides gras d'huile de coprah.	6
Tableau V : Caractéristiques des échantillons	18
Tableau VI : composition moyenne en acide gras totaux en (%) des différents smens.	29

Listes des tableaux présentés en annexe

Tableau VII : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses comparatives des trois smens, effectué au niveau de laboratoire physico-chimique.....	Annexe 2
Tableau VIII : Matériels et réactifs utilisés.....	Annexe 5

Liste des figures

Figure 1 : Processus de fabrication de smen.	12
Figure 2 : Organigramme des différentes directions et services de Cevital.....	14
Figure 3 : Couleur des différents types de smen.	23
Figure 4 : Point de fusion des trois échantillons de smen.	24
Figure 5 : Taux de solide des trois échantillons de smen.....	25
Figure 6 : Acidité des trois échantillons de smen.....	26
Figure 7 : Indice de peroxyde des trois échantillons de smen.....	27

Listes des figures présentées en annexe

Figure 8 : Étapes de fabrication de smen au complexe CEVITAL.....	Annexe 1
Figure 9 : Chromatogramme de l'échantillon E1.....	Annexe 3
Figure 10 :Chromatogramme de l'échantillon E2.....	Annexe 3
Figure 11 : chromatogramme de l'échantillon E3.....	Annexe 4

Introduction

L'utilisation de corps gras d'origine végétale en substitution aux graisses animales, suifs de bœuf et de mouton en particulier, a connu un essor important depuis la suspension d'autorisation des produits animaux en novembre 2000. Il existe deux grands types de corps gras végétaux, les huiles fluides riches en acides gras insaturés de type huiles de colza, soja ou tournesol, et les graisses solides riches en acides gras saturés, largement représentées par l'huile de coprah et de palme. (**Louis *et al.*, 2005**).

L'industrie agroalimentaire a pour objectif de modifier certaines pratiques de fabrication, et d'obtenir des ressources pour mettre au point de nouveaux procédés et produits. (**Stewart, 2005**).

Ghee est le produit laitier le plus utilisé dans le sous-continent indien, en Australie, dans les pays arabes, aux États-Unis...etc. Des produits semblables au Ghee ont été fabriqués dans d'autres parties du monde sans doute depuis l'époque de l'Antiquité, connu sous le nom de «Samna» en Égypte et "Samin" au Soudan ou "Samn" au Moyen-Orient, qui signifie beurre clarifié. (**Hailu, 2012**).

Le terme « smen » désigne, généralement, des produits préparés, de façon artisanale, à partir du beurre fermier par lavage et salage, puis conditionnés dans des pots en terre et conservés à l'abri de l'air et de la lumière pour une durée variable d'au moins 6 mois.

Le ghee végétal ou smen a été développé comme une alternative au ghee (une graisse de beurre hydratée). (**Nasir, 2003**).

CEVITAL SPA est parmi les grandes industries spécialisées dans les matières grasses sur le territoire national, ce complexe dispose d'une unité de margarinerie équipée d'un laboratoire de contrôle où nous avons réalisé ce travail.

Le présent travail vise à comparer la qualité physico-chimique de trois types de smen d'origine végétale dont l'une est fabriquée par Cevital.

La première partie de ce travail est consacrée à une synthèse bibliographique, décrivant la composition chimique et les différentes étapes de la fabrication du smen végétal.

La partie expérimentale est consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil, à la détermination de quelques paramètres physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, point de fusion, couleur ... etc) et à la détermination de la composition en acide gras des trois échantillons de smen.

I. Définition du Smen

Ghee connu sous le nom de smen est produit en utilisant une seule huile hydrogénée, ou à base de mélanges d'huiles ou de graisses animales. Actuellement, les huiles de soja, le colza, de coton et le palme sont les huiles les plus couramment utilisées dans la formulation du ghee végétal (Aini *et al.*, 2010).

II. Composition du smen

La composition essentielle du Smen réside dans les deux huiles dites graisses concrètes : huile de palme et huile de coprah.

Une graisse dite concrète ne devient fluide qu'à une température élevée par ce que leur teneur en acide gras saturé est considérable (92 % pour l'huile de coprah, 81 % pour l'huile de palmiste et 52 % pour l'huile de palme) avec une prédominance d'acide gras palmitique et stéarique (Djouadi, 2016).

Les graisses concrètes sont utilisées pour la fabrication de la margarine ou comme corps gras de friture. Elles sont utilisées de manière excessive par la restauration collective et dans l'industrie agroalimentaire. Elles sont notamment incorporées dans les produits de biscuiterie et dans les produits salés ou sucrés à destination pour enfants (Lecerf, 2013).

II.1. Huile de palme

L'huile de palme est une matière grasse végétale issue de la culture du palmier à huile (Voiturez, 2000). Cette huile extraite par pression à chaud de la pulpe des fruits. Elle ne doit pas être confondue avec l'huile de palmiste qui est issu du noyau des fruits (Lefevre.2015). Comme tout corps gras fluide ou concret, elle contient près de 100 % de lipides sous formes de glycérides. Elle contient environ 50 % d'acides gras saturés et 50 % d'acides gras insaturés (Lecerf, 2013).

II.1.1. Propriétés physico-chimiques de l'huile de palme

Les propriétés physico-chimiques de l'huile de palme sont rassemblées dans le tableau I.

Tableau I : Propriétés physico-chimiques de l'huile de palme (codex Stan, 2015)

Propriétés	Valeurs
Point de fusion (°C)	36- 40
Densité relative (20 °C)	0.891-0.899
Indice de réfraction	1.454- 1.456
Indice de saponification (mg KOH/g d'huile)	190-209
Indice d'iode	50.0-55.0
Insaponifiables (g/kg)	≤ 12

II.1.2. Composition de l'huile de palme

L'huile de palme contient quasiment 100% de lipides sous forme de triglycérides. Les acides gras qui composent ces triglycérides sont pour 50% des acides gras saturés (tableau II).

Parmi les acides gras saturés, l'acide palmitique est majoritaire. En ce qui concerne les acides gras insaturés, ils sont tous de configuration *cis* et sont dominés par l'acide oléique. Il y a une faible part d'acides gras essentiels avec moins de 0,5% d'acide α -linoléique et de 9 à 12% d'acide linoléique. Les deux acides gras majoritaires de l'huile de palme sont donc l'acide palmitique et l'acide oléiques (Lecerf, 2011).

Tableau II : Teneur de l'huile de palme en acides gras (Lecerf, 2011).

Acide gras	Symbole	Limite de variabilité %
Acide gras saturés		45 à 55
Acide myristique	C14:0	0,5 à 2
Acide palmitique	C16:0	39,5 à 47, 5
Acide stéarique	C18:0	3,5 à 6
Acide gras monoinsaturés		38 à 45
Acide oléique	C18:1n-9	36 à 44
Acide gras polyinsaturés		9 à 12
Acide linoléique	C18:2n-6	9 à 12
Acide α -linoléique	C18:3n-3	< 0,5

II.1.3. Utilisation d'huile de palme dans l'industrie agro-alimentaire

Bien que de plus en plus l'industriel commence à remplacer l'huile de palme de leurs produits par d'autres huiles végétales, elle serait présente dans un produit alimentaire transformé sur deux. Elle est notamment présente en grande quantité dans les produits frits, comme les chips, car elle est utilisée comme huile de friture. Elle est également très présente dans les viennoiseries, pâtisseries et biscuits car ces produits nécessitent beaucoup de matière grasse, notamment car elle joue le rôle de support d'arômes par encapsulation des molécules aromatiques. De plus, elle agit comme un très bon agent de transmission de la chaleur pendant la cuisson.

Les industriels utilisent donc de très grandes quantités de matières grasses, et ils se tournent facilement vers l'huile de palme qui est très bon marché et dont les propriétés physiques et chimiques sont recherchées. En effet, elle confère une bonne stabilité, du croustillant aux biscuits et du moelleux aux pâtisseries (Lefevre, 2015).

II.1.4. Propriétés avantageuses pour les applications alimentaires

L'huile de palme est de plus en plus employée comme huile de friture et matière grasse ajoutée dans les produits manufacturés, grâce à des atouts majeurs comparés aux autres matières grasses existantes, qu'elles soient d'origine animale ou végétale, parmi lesquels :

- une résistance accrue à l'oxydation, permettant un allongement de la durée de vie des produits ;
- une consistance solide qui confère une texture onctueuse aux aliments tout en évitant le recours à l'hydrogénation, procédé coûteux utilisé pour solidifier les autres huiles végétales (colza, tournesol, etc.) et à l'origine d'acides gras trans nocifs pour la santé ;
- Une absence de goût prononcé (Louis, 2014).

II. 1.5. Effet de la consommation d'huile de palme sur la santé

L'huile de palme contient plus de 40 % d'acides gras saturés ; cependant elle est utilisée dans de nombreux aliments et préparations.

La consommation excessive de certains acides gras saturés peut avoir des effets néfastes pour la santé en augmentant notamment le risque d'accidents cardio-vasculaires. Il s'agit des acides gras saturés dits « athérogènes » (AGS- ath). Il est recommandé de limiter leur consommation.

Pour ses apports nutritionnels en graisses, le consommateur doit privilégier des aliments pauvres en AGS- ath et riches en acide oléique et en acides gras polyinsaturés des familles oméga-3 et oméga-6 (**Horion et Pottier., 2013**).

L'huile de palme élève le cholestérol LDL, dans des proportions comparables à des huiles pourtant moins riches en acides gras saturés et moindres que des huiles plus riches en acides gras saturés (coprah) et que des matières grasses végétales partiellement hydrogénées. Elle élève aussi modestement le cholestérol HDL, plus que les huiles moins riches en acides gras saturé (**Lecerf et al., 2012**).

II. 2. Huile de coprah

L'huile de coco, aussi appelée huile de coprah, est une huile végétale concrète issu à partir de l'albumen séché de la noix de coco. Elle est utilisée dans différents domaines et tout particulièrement pour la fabrication du monoï. L'huile de coco peut aussi désigner l'huile issue de l'albumen frais de la noix de coco. Très utilisée dans l'industrie alimentaire pour la confection de chocolat, de crèmes glacées et de margarines, et aussi comme huile de cuisson. Utilisée également dans l'industrie cosmétique où elle entre notamment dans la composition des savons. Sa couleur est généralement d'un jaune plus ou moins brunâtre. Sa qualité dépend de celle du coprah qui est très variable selon les conditions de séchage, de stockage et de transport (**Michel, 2012**).

II.2.1. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah

Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah sont regroupées dans le tableau III.

Tableau III : caractéristiques physico-chimiques de l'huile de coprah.

Caractéristiques	Valeurs	Auteurs
Point de fusion	26 - 28 °C	(Michel, 2012).
Densité	0.908 – 0.920	
Viscosité	17 – 20.	
Indice de réfraction (40 °C)	1.448 - 1.451	(Codex Stan ,2015)
Indice de saponification (mg KOH/g d'huile)	245- 270	
Indice d'acide	0,5 max	
Indice d'iode	7 – 12	
Insaponifiable (g/kg)	≤15	

II.2.2. Composition de l'huile de coprah.

L'huile de coprah a une composition en acides gras similaire à celle de l'huile de palmiste. Faiblement insaturée, elle résiste au rancissement par oxydation (**Ribier et Rouzière, 1993**).

Tableau IV : Teneur en acides gras d'huile de coprah (**Ribier et Rouzière, 1993**).

Acide gras	Symbole	Pourcentage (%)
Acides gras saturés		73 - 89
Acide palmitique	C16 :0	8,8
Acide stéarique	C18 :0	2,6
Acides gras monoinsaturés		6,2
Acide oléique	C18 : 1n-9	6,2
Acides gras polyinsaturés		1,6
Acide linoléique	C18 : 2n-6	1,6
Acide α -linoléique	C18 : 3n-3	-

II.3. Vitamines A, D et E

Ce sont des vitamines liposolubles. Elles ont toutes été découvertes au cours du XX^e siècle comme des facteurs nutritionnels à l'origine de maladies carencielles. Certaines d'entre elles doivent provenir impérativement de l'alimentation, d'autres peuvent être biosynthétisées par l'homme après ingestion de précurseurs ou par photoréaction cutanée. Leurs fonctions sont très variées et leurs suppléments s'avèrent progressivement très utiles pour des actions thérapeutiques majeures, dont certaines d'entre elles restent encore à confirmer (**Leray, 2013**).

II.3.1. Vitamine A

La vitamine A est plutôt concentrée dans les corps gras d'origine animale (beurre, huile de poisson). Elle participe au mécanisme de la vision et a une action sur la croissance. Nécessaire au bon fonctionnement de la peau et des muqueuses. Aide à lutter contre les agressions (**Dilmi., 2006**).

II.3.2. Vitamine D

La vitamine D est contenue en grande quantité dans les poissons gras et les huiles de poisson. Elle est indispensable pour absorber le calcium et le fixer dans l'organisme (**Juliette et al., 2002**).

II.3.3. Vitamine E

La vitamine E est un terme générique qui englobe au moins huit molécules de structure voisines (tocochromanols) qui peuvent être distribuées en deux groupes : quatre tocophérols, vitamine E à chaîne latérale saturée, et quatre tocotriénols, vitamine E à chaîne latérale insaturée. Les huiles végétales fluides en contiennent des quantités notables (**Leray, 2013**).

La vitamine E a un rôle d'antioxydant naturel, particulièrement vis-à-vis des acides gras polyinsaturés, prolonge la vie des globules rouges, préserve la vitamine A et les acides gras essentiels de l'oxydation (**Dilmi., 2006**).

L'oxydation des acides gras altère le métabolisme des graisses. Les antioxydants ont un rôle protecteur vis-à-vis de l'athérosclérose (les artères qui se bouchent) mais aussi anti-âge et peuvent exercer une protection contre l'apparition de certains cancers ou de la cataracte (**Leray, 2013**).

II.4. β -carotène

Le β -carotène a un rôle antioxydant. Il intervient dans la protection des membranes des cellules en bloquant les radicaux libres. Le β -carotène est présent dans les fruits et les légumes fortement colorés. Dans les carottes, les épinards, le melon, la mangue, les abricots, les tomates... (**Wendy, 1996**).

III. Procédé de fabrication du Smen

III.1. Raffinage des huiles

L'objectif principal du raffinage d'une huile brute est de réduire son contenu en éléments mineurs non triglycéridiques (phospholipides, métaux, acides gras libres, savons, pigments produits d'oxydation...) qui ont un effet néfaste sur sa qualité en termes de stabilité oxydative. Il convient par ailleurs de ne pas endommager la fraction triglycéridique (polymérisation, transisomérisation, etc.) et de conserver un maximum de constituants reconnus comme bénéfiques (tocophérols, tocotriénols, stérols (**Kock et al., 2005**)).

III.1.1. Différentes étapes de raffinage

III.1.1.1. Démucilagination

La démucilagination ou dégomme des huiles brutes consiste à leur appliquer un traitement à l'eau, aux acides dilués (acide citrique ou acide phosphorique) ou, plus rarement, à la soude diluée afin d'éliminer les phospholipides et les matières mucilagineuses. Cette étape est nécessaire car les phospholipides forment en présence d'eau des précipités non souhaitables dans le produit et provoquent des problèmes de coloration de l'huile au cours de son chauffage (**Pagès et Parès., 2012**)

III.1.1.2. Neutralisation

Cette étape permet essentiellement d'éliminer les acides gras libres, par transformation en savons et séparation, ainsi que divers composés résiduels (phospholipides, composés de nature protéique, ...). Le procédé traditionnel comprend les phases suivantes : addition d'une solution de soude, mélange, séparation par centrifugation, lavages à l'eau, séparation puis séchage sous vide (**Devillers et al., 2010**).

III.1.1.3. Décoloration

La décoloration des huiles est obtenue par adsorption des pigments sur une terre décolorante (argile) maintenue en contact avec l'huile environ 30 minutes, sous vide à 90°C. La terre chargée en pigments, est alors séparée de l'huile par filtration. La décoloration permet également l'élimination parfaite des dernières traces de métaux et de savons (**Cossut et al., 2002**).

III.1.1.4. Désodorisation

Dans le raffinage des huiles brutes et des graisses, la désodorisation est l'étape du procédé décisive pour la qualité du produit et c'est pourquoi elle revêt une importance particulière. La désodorisation ou bien « Raffinage physique » ou « distillation neutralisante » a pour but d'éliminer les substances volatiles comme les aldéhydes et les cétones, qui donnent une odeur et une saveur désagréables à l'huile, ainsi que les acides gras libres.

La désodorisation se fait par distillation, le processus consiste à injecter de la vapeur sèche dans l'huile à contre courant, sous vide et à haute température (environ 250°C) (**Pagès et Parès., 2012**).

III.2. Traitements de modifications utilisés

III.2.1. Hydrogénation

Cette opération permet de durcir un corps gras par saturation des chaînes insaturées d'acides gras qui le composent. Outre des caractéristiques de fusion modifiées, le corps gras hydrogéné présente une meilleure résistance à l'oxydation.

La réaction d'hydrogénation est conduite en présence d'hydrogène et d'un catalyseur à des concentrations de l'ordre de 0,3 %. Ce catalyseur est le plus souvent à base de nickel ou de cuivre (même si des produits à base de chrome, manganèse, molybdène, platine ou palladium sont autorisés). Après réaction, l'huile subit un post-traitement dans lequel le catalyseur est récupéré pour être réutilisé. Au bout d'un certain nombre de cycles, il est réexpédié au fournisseur qui assure sa régénération ou son élimination.

Le taux limite des catalyseurs d'hydrogénation dans les corps gras alimentaires est fixé par la réglementation à 0,2 mg/kg pour l'ensemble de catalyseurs, à l'exception du chrome (peu utilisé) qui doit être inférieur à 0,05 mg/kg. (Devillers *et al.*, 2010).

III.2.2. Interestérisation

L'interestérisation est une technologie de modification des graisses qui peut être utilisée à la place de l'hydrogénation partielle et qui permet de modifier le point de fusion des graisses traitées. Le processus d'interestérisation consiste à effectuer une hydrolyse et à reformer ensuite les liaisons ester entre les acides gras et les molécules de glycérol des graisses. (Pierre, 2006).

Lorsque cette opération est réalisée sur un mélange de deux huiles ou graisses différentes, on parle de Transestérisation. Ce procédé ne conduit à la formation d'aucun acides gras "trans".

L'interestérisation permet ainsi une meilleure maîtrise de la qualité à la fois fonctionnelle et nutritionnelle des matières grasses.

Le procédé peut être mené en catalyse chimique (interestérisation aléatoire et interestérisation dirigée) ou en catalyse enzymatique. (Beisson, 2005).

III.2.2.1. Interestérisation enzymatique

L'interestérisation à médiation par les lipases est une option alternative pour la modification des caractéristiques de fusion des huiles et des graisses. Le catalyseur utilisé est une lipase 1,3-spécifique immobilisée de *Thermomyces lanuginosus*. L'enzyme est

immobilisée dans une matrice de silice précipitée, ce qui donne un produit granulé à la fois mécaniquement stable et capable de fonctionner à des températures allant jusqu'à 75 ° C pendant de longues périodes. Le granulé piège également une petite quantité d'eau, qui est suffisante pour que la réaction d'interestérisation ait lieu à plusieurs reprises. Cela contraste avec les lipases immobilisées antérieures qui nécessitent l'addition constante d'eau aux huiles pour que l'enzyme fonctionne (**Cowan et Husum., 2004**).

L'huile à traiter sera donc préalablement dégommée, blanchie et désodorisée. L'interestérisation enzymatique est une réaction relativement lente en termes de débit en huile (1-2 kg huile/kg enzyme* heure) ; par contre, elle peut être fonctionnelle pendant plus de 100 jours et sans interruption. Plusieurs réacteurs en série permettent d'améliorer les conditions opérationnelles. (**Kock et al., 2005**).

III.2.2.2. Interestérisation chimique

L'interestérisation chimique consiste à mélanger et à chauffer une huile végétale liquide à un catalyseur chimique, comme le méthoxyde de sodium.

Il existe deux types d'interestérisation chimique :

- L'interestérisation chimique aléatoire a lieu à une température fixe (70-140 °C), avec un temps de réaction court (30 minutes) et une consommation faible en catalyseur (0,05-0,1 % de méthoxyde de sodium). C'est un procédé non sélectif qui agit suivant les lois de la probabilité.
- L'interestérisation chimique dirigée est soumise à un contrôle de température en cours de procédé dans une échelle beaucoup plus basse (20-60 °C). En conséquence, le temps de réaction est plus long et la consommation en catalyseur accrue (**Kock et al., 2005**).

III.2.3 Fractionnement

Le fractionnement consiste à séparer les graisses en différentes fractions en fonction de leur point de fusion, de leur structure moléculaire, de leur taille et de leur solubilité dans divers solvants. A cet effet, la méthode la plus simple est le refroidissement contrôlé. La graisse fondue est lentement refroidie jusqu'à ce que les triacylglycerols à point de fusion élevé cristallisent de manière sélective. Les cristaux ainsi séparés sont alors éliminés par filtrage. Les étapes du procédé de « frigidation » des huiles de colza (canola), de graines de coton ou de tournesol permettent d'éliminer de petites quantités de triacylglycerols ou de cires à point de fusion élevé dont la présence troublerait les huiles pendant la réfrigération (**Pierre, 2006**).

III.3. Addition des micro-ingrédients

Les vitamines liposolubles sont représentées par la vitamine A, D et E, la vitamine E substance qui prolonge la durée de conservation des denrées alimentaires, en les protégeant des altérations provoquées par oxydation, tel que le rancissement des matières grasses et la modification de la couleur. (Siaka, 2008).

III.4. Refroidissement et cristallisation

Le refroidissement à basse température permet la cristallisation et le maintien de la structure de la matière grasse. (Cossut *et al.*, 2002).

La cristallisation est le passage d'un état désordonné liquide à un état ordonné solide ; les phénomènes de cristallisation jouent un rôle très important, car ils vont permettre la création de la structure du produit et contribuer à sa stabilité, ces deux étapes sont souvent couplées. (Faur, 1992).

III.5. Conditionnement et emballage

Après refroidissement et cristallisation le produit est conditionné, à cette étape les échantillons sont prélevés pour le contrôle de la qualité du produit fini puis mis dans des emballages spéciaux. (Cossut *et al.*, 2002).

Le processus de fabrication de smen est résumé dans la figure 1

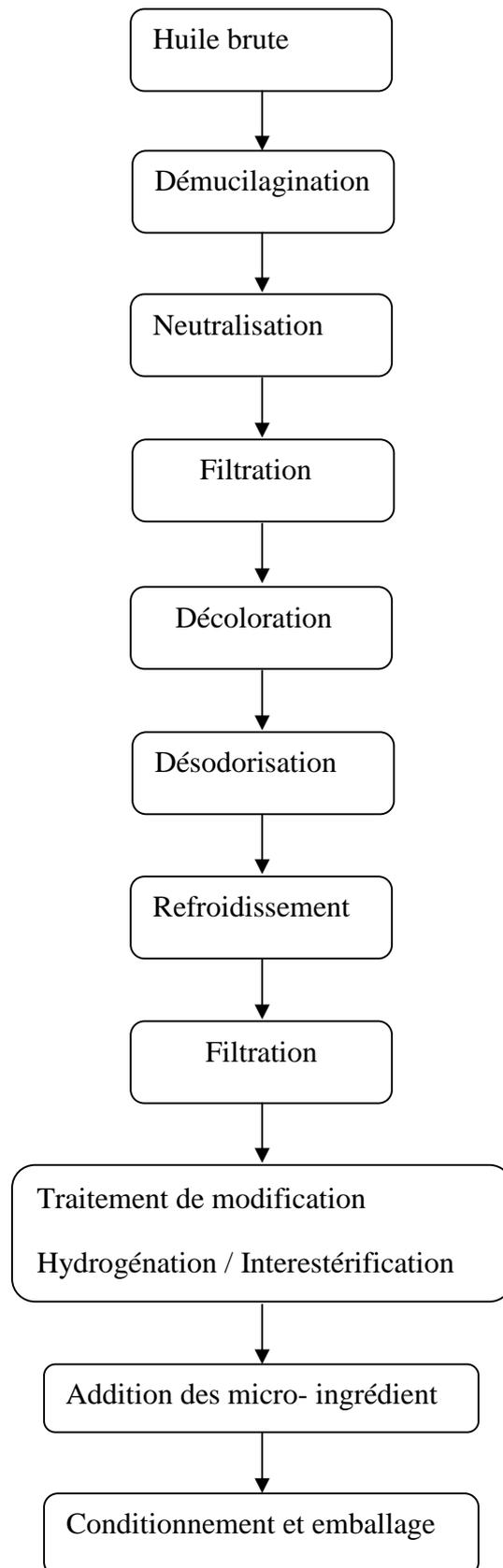


Figure 1 : processus de fabrication de smen (Shabir, 2016).

Chapitre I : Présentation de l'entreprise

I.1. Présentation de l'organisme

Aujourd'hui, Cevital Spa offre des produits de qualité supérieure à des prix compétitifs, grâce à son savoir-faire, ces unités de production ultramodernes, son contrôle strict de qualité et son réseau de distribution performant.

Cevital est la première société privée dans l'industrie du raffinage des huiles sur le marché Algérien, créée en Mai 1998 d'un capital totalement privé d'un montant de 970 000 00 DA. Il se situe au niveau du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m², constituée des différentes directions et services qui sont présentées par l'organigramme de la figure 02.

En octobre 1998 l'unité a commencé la fabrication d'emballage à partir des préformes qu'elle importe et en février de l'année 1999, le complexe Cevital a commencé la mise en bouteilles et conditionnement de l'huile raffinée importée. En février de la même année marque le lancement de la raffinerie qui est devenue fonctionnelle le 12 Août 1999.

Le complexe Cevitala pour objectif d'enrichissement le marché national en huile, margarine, et en sucre dont le but est de satisfaire la demande national, grâce à ces divers projets réalisés qui se présentent comme suit :

- La raffinerie d'huile d'une capacité de produire 1800 tonne/ jour.
- La raffinerie de sucre d'une capacité de produire 1600 tonne/ jour.
- La margarinerie et l'huile végétale d'une capacité de 1600 tonne/ jour.
- Conditionnement et fabrication de l'emballage en P.E.T. (poly Ethylène téréphtalate)
- Epuration des eaux usées.
- Traitement des pâtes de neutralisation.

I.2. Raffinerie

I.2.1. présentation

La raffinerie du complexe Cevital est entièrement automatisée. C'est l'une des plus modernes au monde, elle est composée de deux chaînes de raffinage A et B de marque ALFALAVAL (Suède) d'une capacité de plus de 400 tonnes chacune (800 tonnes /jour) et d'une ligne C de 1000 tonnes/jour, de marque DESMET (Belgique).

I.2.2. Approvisionnement

Cevital s'approvisionne essentiellement en huile brute en fonction du marché demandeur/fournisseur. Les huiles les plus connues et plus consommées en Algérie sont : huile de tournesol, soja, palme, colza et coprah. Elles sont importées par bateaux de gros tonnage, de certain pays producteurs tel que : l'Ukraine, Malaisie, l'Argentine, l'Allemagne.

La matière première est acheminée du bateau vers les bacs de stockage, et elle est stockée dans des bacs de 1000,7000 et 9000 tonnes.

I.3. Les différentes huiles brutes raffinées

Les différentes huiles brutes traitées par Cevital sont :

- **Les huiles fluides** : nécessitant un raffinage physique et chimique (soja, tournesol,colza, maïs).
- **Les huiles hydrogénées** : subissent uniquement un raffinage physique :
 - ❖ **HBO** : Hydrogenbeanoïl (huile de soja hydrogénée).
 - ❖ **HPO** : Hydrogen palmoïl (huile de palme hydrogénée).
 - ❖ **CPO** : Crudepalm oil(huile de palme brute).
 - ❖ **ODF** : Oléine doublement fractionnée.
 - ❖ **STEARINE** : Huile destinée à la margarine.

I.4. Activités de CEVITAL

Le Complexe Agro-alimentaire est composé de plusieurs unités de production :

- **Huiles Végétales.**
- **Margarinerie et graisses végétales.**
- **Sucre blanc.**
- **Sucre liquide.**
- **Silos portuaires.**
- **Boissons.**

I.5. Produits de Cevital

I.5.1 Huiles Végétales

Les huiles de table elles sont connues sous les appellations suivantes :

Fleurial : 100% tournesol sans cholestérol, riche en vitamine (A, D et E)

(Elio et Fridor) : se sont des huiles 100% végétales sans cholestérol, contiennent de la vitamine E

Elles sont issues essentiellement de la graine de tournesol, Soja et de Palme, conditionnées dans des bouteilles de diverses contenances allant de (1 à 5 litres), après qu'elles aient subi plusieurs étapes de raffinage et d'analyse.

- Capacité de production : 570 000 tonnes /an
- Part du marché national : 70%
- Exportations vers le Maghreb et le moyen orient, en projet pour l'Europe.

I.5.2 Margarinerie et graisses végétales

Cevital produit une gamme variée de margarine riche en vitamines A, D, E Certaines margarines sont destinées à la consommation directe telle que **Matina, Rania, le beurre gourmand et Fleurial** : d'autres sont spécialement produites pour les besoins de la pâtisserie moderne ou traditionnelle, à l'exemple de la parisienne et MEDINA « SMEN »

Capacité de production : 180.000 tonnes/an / Notre part du marché national est de 30% sachant que nous exportons une partie de cette production vers l'Europe, le Maghreb et le Moyen-Orient

I.5.3 Sucre Blanc

Il est issu du raffinage du sucre roux de canne riche en saccharose .Le sucre raffiné est conditionné dans des sachets de 50Kg et aussi commercialisé en morceau dans des boites d'1kg.Cevital produit aussi du sucre liquide pour les besoins de l'industrie agroalimentaire et plus précisément pour les producteurs des boissons gazeuses.

- Entrée en production 2^{ème} semestre 2009.
- Capacité de production : 650 000 tonnes/an avec extension à 1 800 000 tonnes/an
- Part du marché national : 85%
- Exportations : 350 000 tonnes/an en 2009, CEVITAL FOOD prévoit 900 000 tonnes/an dès 2010.

I.5.4 Sucre liquide

- Capacité de production : matière sèche : 219 000 tonnes/an
- Exportations : 25 000 tonnes/an en prospection.

I.5.5 Silos Portuaires

Le complexe Cevital Food dispose d'une capacité maximale 182 000 tonnes et d'un terminal de déchargement portuaire de 2000 T par heure. Un projet d'extension est en cours de réalisation.

La capacité de stockage actuelle est de 120 000T en 24 silos verticaux et de 50 000 T en silo horizontal.

La capacité de stockage Horizon au 1 er trimestre 2010 sera de 200 000 T en 25 silos verticaux et de 200 000 T en 2 silos horizontaux.

I.5.6 Boissons

Eau minérale, Jus de fruits, Sodas

L'eau minérale Lalla Khedidja depuis des siècles prend son origine dans les monts enneigés à plus de 2300 mètres du Djurdjura qui culminent. En s'infiltrant très lentement à travers la roche, elle se charge naturellement en minéraux essentiels à la vie (Calcium53, Potassium 0.54, Magnésium 7, Sodium 5.5 Sulfate 7, Bicarbonate 162,...) tout en restant d'une légèreté incomparable.

L'eau minérale Lallakhedidja pure et naturelle est directement captée à la source au cœur du massif montagneux du Djurdjura.

- Lancement de la gamme d'eau minérale « LallaKhadidja » et de boissons gazeuses avec capacité de production de 3 000 000 bouteilles par jour.
- Réhabilitation de l'unité de production de jus de fruits « EL KSEUR ».

I.6 Contrôle de qualité

Le contrôle de qualité à Cevital se fait aux différents stades .de l'arrivé de l'huile brute jusqu'à la commercialisation de l'huile raffinée.

Le complexe Cevital est doté de quatre laboratoires :

- ❖ Deux laboratoires pour les huiles.
- ❖ Un laboratoire pour la margarine.
- ❖ Un laboratoire pour le sucre.

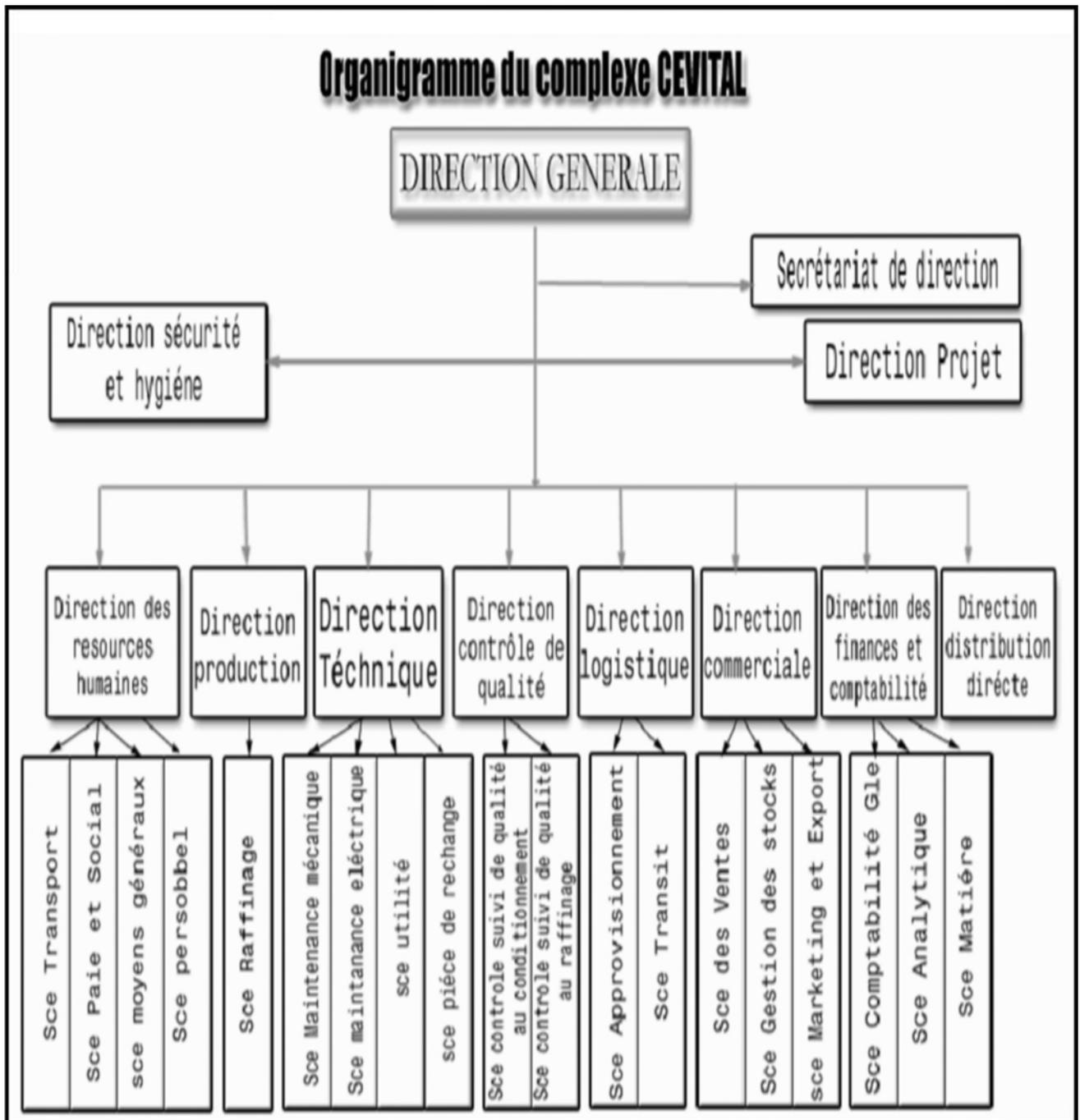


Figure 2 : Organigramme des différentes directions et services de «Cevital».

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1 Échantillonnage :

L'étude porte sur trois échantillons de smen E1, E2 et E3. Cette étude s'inscrit dans le cadre de faire une comparaison de la qualité des smens par le laboratoire physico-chimique de CEVITAL.

Les caractéristiques des échantillons sont résumées dans le tableau V.

Tableau V : Caractéristiques des échantillons.

Échantillon	Date de fabrication	Date de péremption	Poids
E1	Avril 2017	Avril 2018	500 g
E2	Mars 2017	Mars 2019	500 g
E3	Juin 2016	Juin 2017	500g

II.2 Analyses physico-chimiques du smen

II.2.1 Détermination de la couleur :

Nombreuses sont les méthodes permettant de déterminer la couleur des corps gras. Parmi ces méthodes on cite la méthode Lovibond (appareil spectromètre à filtres interférentiels), qui consiste à comparer la couleur avec un jeu de verres colorés jaunes et rouges permettant de déterminer la couleur avec une plus grande fiabilité. **(NE.1.2.364 ,1989)**.

La détermination de la couleur a été réalisée selon la méthode décrite par **(ISO 15305, 2001)**. L'échantillon chauffé est versé dans une cellule en verre de cinq pouces puis placé dans le colorimètre. La couleur de l'échantillon est déterminée par une meilleure comparaison possible avec les lames de couleur standard.

Les résultats sont exprimés en termes de nombre d'unités jaune et rouge nécessaires pour l'obtention de la couleur correspondante.

II.2.2 Détermination du point de fusion

C'est la mesure de la température à laquelle une colonne de corps gras, dans un tube capillaire immergé dans l'eau, commence à remonter lorsqu'on augmente la température **(Ribeiro et al., 2009)**.

Il est basé sur le passage de la matière grasse de l'état solide à l'état liquide sous l'effet de la chaleur, à une certaine température. **(Trémolières et al., 1980)**.

Suivant la méthode de **(Priore, 2003)**, L'échantillon de smen fondu à l'étuve (70°C) et filtré dans un bécher avec du papier filtre, ensuite introduire deux tubes capillaires en verre sur une hauteur de 1 cm puis refroidi au congélateur pendant 20 min. Les deux tubes capillaires sont fixés avec une pince en bois suspendu sur les côtés du bécher et immergé dans l'eau refroidi ensuite chauffé à l'aide d'une plaque chauffante à 100°C

La température notée correspond au point de fusion de smen exprimée en °C.

II.2.3 Détermination du taux de solide par RMN

Consiste à déterminer le taux de solide dans la matière grasse à une certaine température. Il est réalisé par RMN (Résonance Magnétique Nucléaire). Ce taux exprimé en pourcentage constitue une caractéristique physique importante influençant beaucoup les propriétés technologiques et sensorielles des corps gras : la texture. **(Ollé, 2002)**.

Le taux de solide des différents échantillons de smen est déterminé selon le protocole mise au point par **ISO 8292 (1995)**. Les échantillons de smen fondu sont incubés à trois différentes températures : 20 mn à 20 °C, 20 mn à 30°C et 20 mn à 40 °C. En faisant la lecture à chaque température.

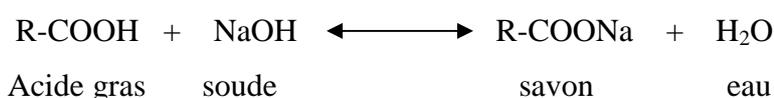
Les résultats sont donnés par le logiciel de l'appareil en pourcentage de solide.

Noter les valeurs de SFC a chaque 20 mn à des températures différentes. Ensuite tracer la courbe de SFC(%) en fonction de la température (°C).

II.2.4 Détermination de l'acidité

L'acidité (%) est le pourcentage d'acides gras libres exprimé conventionnellement en acide oléique pour une grande majorité des corps gras (en acide palmitique pour l'huile de palme, en acide laurique pour les graisses lauriques). L'acidité est donc la teneur en acides gras libres exprimée en acide oléique, en g par 100 gr de produit. **(CSS, 2011)**.

Le taux d'acidité de smen, exprimé en pourcentage d'acide oléique, est déterminé après neutralisation d'acide gras libre présent dans la matière grasse par une solution de soude en présence d'un indicateur coloré (phénolphaléine) selon la réaction suivante :



L'acidité des échantillons de smen est estimée suivant la méthode de **Wolff (1968)**, après dissolution de 10g d'échantillon dans 75ml d'éthanol neutralisé, les acides gras présents

sont titrés à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium à 0,1N en présence de phénolphtaléine.

L'acidité est déterminée selon la formule suivante

$$A\% = \frac{N.V.M}{10.P} \cdot 100$$

Où :

A : Acidité en %.

N : Normalité de NaOH (0.1N).

V : Volume de NaOH (ml).

M : Masse molaire de l'acide oléique (M=256 g/mol).

P : Poids de la prise d'essai en g.

II.2.5 Détermination de l'indice de peroxyde

L'indice de peroxyde est le nombre de microgrammes d'oxygène actif contenus dans un gramme de corps gras et susceptibles d'oxyder l'iodure de potassium. Il est exprimé en microgrammes par gramme ou plus souvent en milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme (**ISO 3960**).

Il permet d'apprécier le degré d'oxydation d'une huile. Cet indice permet de suivre l'état de conservation d'une huile ou l'état d'avancement de l'oxydation (**Djom, 1993**). Lorsqu'une huile n'est pas soumise à de bonnes conditions de conservation ou à un bon traitement, sa qualité peut se détériorer de diverses manières, mais le plus souvent par hydrolyse ou par oxydation (**Ndeye, 2001**).

La détermination de l'indice de peroxyde repose sur l'oxydation de l'iodure de potassium (KI) par l'oxygène actif des peroxydes contenus dans les huiles, en milieu acide. L'iode libéré est ensuite dosé en retour par le thiosulfate de sodium titré.

La réaction d'oxydation est donnée comme suit.



Le protocole décrit par **Ndeye (2001)** a été adopté pour la détermination de cet indice. 5g de solution d'échantillon sont mis en solution dans 30ml d'un mélange acide acétique-chloroforme (18 :12) ,1ml d'une solution saturée d'iodure de potassium est ajouté. Après

réaction pendant 1min à l'obscurité ,75 ml d'eau distillée sont ajoutés et l'iode libéré et titré par une solution de thiosulfate de sodium (0,01N) en présence d'empois d'amidon comme indicateur. Un essai témoin (sans matière grasse) est réalisé dans les mêmes conditions. L'indice de peroxyde IP est déterminé selon la formule :

$$IP\left(\text{meq} \frac{d'O_2}{kg}\right) = \frac{N(V_1 - V_0) \cdot 1000}{m}$$

Ou

Ip : Indice de peroxyde exprimé en meq O₂/kg

V0 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisée pour l'essai à blanc en ml

V1 : Volume de la solution de thiosulfate de sodium utilisé pour l'échantillon en ml

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

m : Masse de la prise d'essai en g.

II.2.6 Détermination de la composition en acides gras :

1. Préparation des esters méthyliques :

Les esters méthyliques sont préparés en suivant la méthode **MEC (2002)**. Une quantité de 0,5g de smen fondu et dissout dans 5ml d'hexane pour chromatographie, à laquelle sont ajoutés 0,5 ml d'une solution méthanolique d'hydroxyde de potassium (2N). Le tout est agité pendant 30 secondes, puis centrifugé à 3000 tours/min. deux goutte du surnageant sont prélevées et mélangées avec 1ml d'hexane.

2. Dosage qualitatif et quantitatif :

Les esters méthyliques sont injectés dans un chromatographe en phase gazeuse de type chrompack C 9002 dont les conditions d'analyse sont décrites ci-après :

- Injection : SPLIT 1/100 ;
- Volume injecté : 1µl ;
- Colonne capillaire DB23 : (longueur : 60 m diamètre intérieur : 0,25mm et épaisseur : 0,25µm).
- Débit : 1ml /(min) ;
- Gaz vecteur : Azote ;
- Détecteur : FID ;
- Températures :(injection : 250°C, détecteur : 250°C et le four : maximum 200°C)

Chapitre III : résultat et discussion

III.1 Test de couleur

Les résultats du test de couleur sont regroupés dans la figure 3.

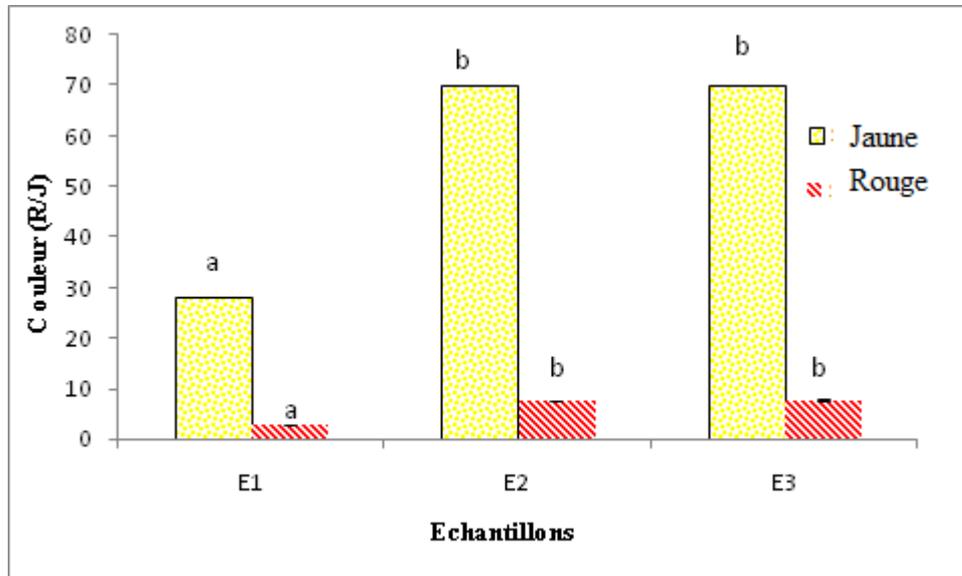


Figure 3:Couleur des différents types de smen.

* Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

*Les barres verticales représentent les écarts types avec $a < b < c$.

Les résultats des couleurs (jaune et rouge) enregistrés dans la figure 5 révèlent des différences significatives entre les deux échantillons E1, E2 et entre E1, E3, par contre aucune différence significative n'est notée entre les deux échantillons E2 et E3.

La norme interne de l'organisme est de 30 pour la couleur jaune et 3 pour la couleur rouge l'échantillon E1 suit la norme par contre les deux autres E2 et E3 enregistrent des valeurs plus élevées, ceci peut être expliqué par la couleur des d'huiles utilisés dans le mélange lors de la fabrication du smen.

La couleur des huiles varie suivant leur degré de pureté et leur raffinage, elle joue un rôle important dans l'évaluation de la qualité d'un aliment.

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont les principaux pigments rencontrés dans l'huile, et qui peuvent être affectés par les conditions d'entreposage et aussi par le processus d'oxydation (ISO 15305, 2001).

III.2 Point de fusion

Le point de fusion des lipides se confond généralement avec celui des acides gras constitutifs. Pour une forme donnée, la température de fusion (de l'acide gras) s'élève avec la longueur de la chaîne carbonée. L'augmentation est de l'ordre de 6,5°C à 9,5°C pour un accroissement de 2 atomes de carbone. Pour une longueur de chaîne donnée, la température de fusion diminue avec le nombre de double liaison (Ndéye, 2001).

La notion de point de fusion fournit une indication plus restrictive, ne donnant que l'information de la température de fusion totale des triglycérides : son intérêt principal sera d'apprécier le fondre du mélange utilisée (Laventurier, 2013).

Les résultats du test de point de fusion sont regroupés dans la figure 4.

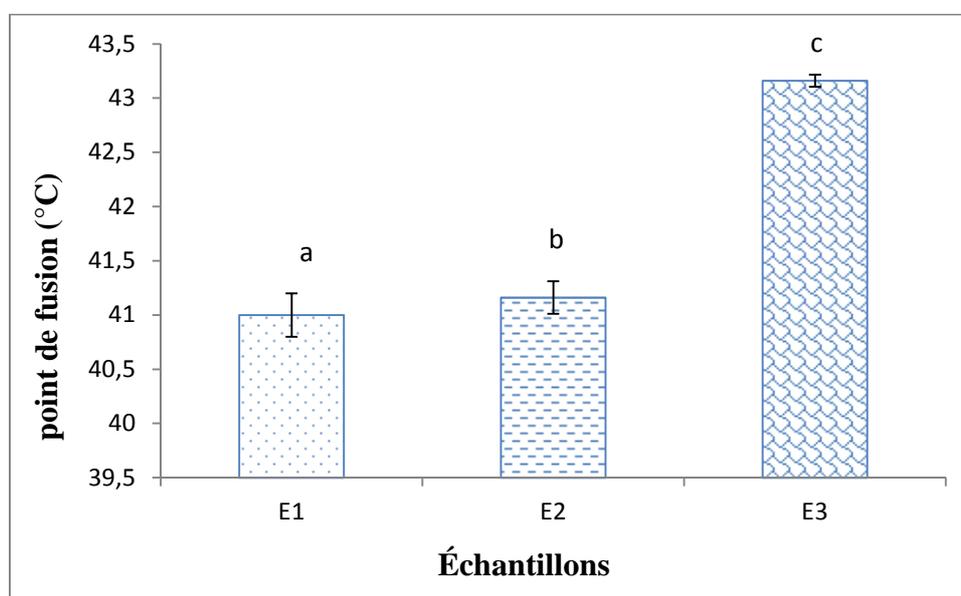


Figure 4: Point de fusion des trois échantillons de smen.

* Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

* Les barres verticales représentent les écarts types avec $a < b < c$.

Une différence significative est notée pour le point de fusion des trois échantillons de smen végétal.

A titre comparatif, les valeurs obtenues pour les deux échantillons E1 et E2 (41 °C et 41,16 °C respectivement) sont conformes aux normes d'entreprise [37 – 42 °C], à l'exception d'échantillons E3 (43,16 °C) qui a dépassé la température maximale fixée par l'entreprise.

Le point de fusion de l'échantillon E3 est dû à une richesse de ce produit en acide gras saturé et qui est supérieur à celle des deux échantillons E1 et E2.

III.3 Taux de solide

Le contenu en matières grasses solides (SFC) d'un mélange d'huile végétale est responsable de nombreuses caractéristiques fondamentales des corps gras, tels que l'apparence physique, les propriétés organoleptiques et l'aptitude à l'étalement, influençant également la plasticité d'un produit à base d'huile comestible (Quast *et al.*, 2011).

Le taux de solide est le rapport entre la graisse cristalline et la graisse totale (liquide et solide) exprimée en pourcentage. La détermination de SFC est importante dans les graisses, car elle donne une indication de certains attributs vitaux d'un produit tels que sa dureté, sa qualité de mastication et sa capacité d'étalement (Sampson, 2015).

Le taux de solide influe également sur les propriétés de fusion indiquant le comportement d'une graisse à différentes températures. La plasticité ou la consistance d'un corps gras dépend de la quantité de solide présent. La variation de SFC avec la température et la netteté de la gamme de fusion déterminent la gamme dans laquelle une graisse pourrait être considérée comme plastique (Cristina *et al.*, 2015). Il est établi que :

Les résultats du test de point de fusion sont regroupés dans la figure 5

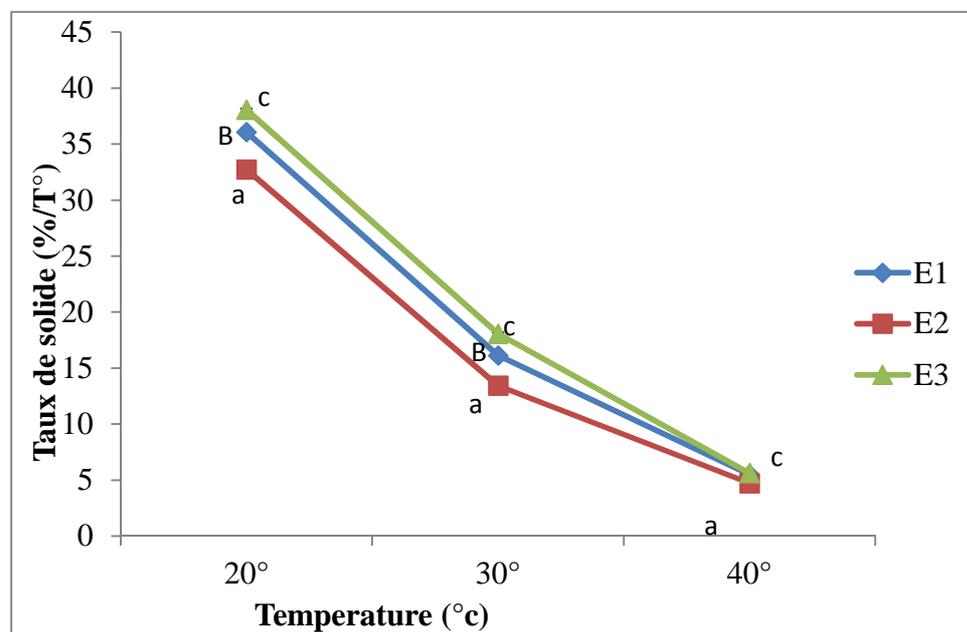


Figure 5: Taux de solide des trois échantillons de smen.

* Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

* Les barres verticales représentent les écarts types avec $a < b < c$.

D'après les résultats des teneurs en solide et D'après l'allure des courbes, on remarque une diminution de taux de solide en allant des basses températures (5°C) à hautes températures (40°C). Ceci se traduit par la transformation des corps gras solides en fraction liquide.

Les échantillons analysés ont des courbes de solides qui se distinguent légèrement à températures 30°C, au fur et à mesure que la température augmente les deux allures de E1 et E3 se serrent et finissent par se superposer, manifestant quasiment les mêmes teneurs en solides.

L'échantillon E2 montre une valeur faible en SFC, ceci explique que ce smen présente une excellente texture et une composition faible en AGS, par contre smen E1 et E3 montrent des valeurs plus élevées que E2.

L'échantillon E3 montre une température et un taux de solide élevés cela peut être expliqué par sa composition en teneur élevée en acide gras saturé et monoinsaturés à longue chaîne dû à une richesse en acide palmitique et acide oléique.

III.4 Acidité

L'acidité mesure la quantité d'acide gras libre dans une matière grasse alimentaire. Elle s'exprime par le nombre de mg d'hydroxyde de potassium nécessaire pour neutraliser l'acidité grasse présente dans un gramme de lipides. Suivant la nature du corps gras, trois modes d'expression sont utilisés : en quantité équivalente d'acide oléique ou palmitique ou encore laurique (CSS, 2011).

Les résultats relatifs à l'acidité des échantillons de smen sont regroupés dans la figure 6.

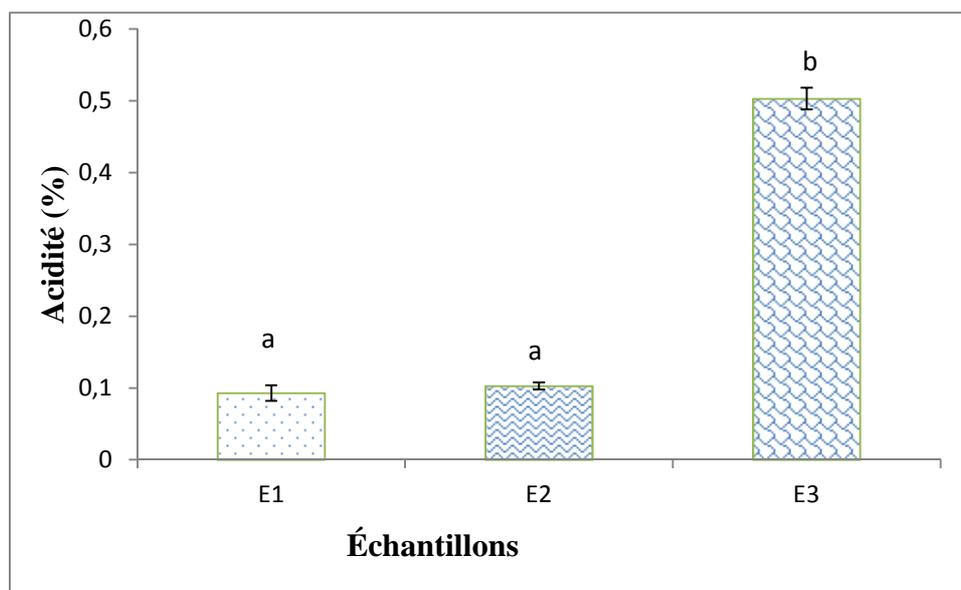


Figure 6 : Acidité des trois échantillons de smen.

* Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

* Les barres verticales représentent les écarts types avec $a < b < c$.

D'après les résultats obtenus, on constate que les deux échantillons E1 et E2 présentent des valeurs faibles en acidité (0,09 % et 0,10 % respectivement) en comparaison à l'échantillon E3 qui marque une acidité plus élevée (0,54 %) et qui dépasse la norme commerciale (maximum 0,3 %) établie par **ISO (1996)** et **AOCS (2003)**, pour une matière grasse d'origine végétale.

Le taux d'acidité élevé pour le troisième échantillon (E3) peut s'expliquer par le fait que la date limite de consommation est très proche (juin 2017), par rapport aux deux échantillons E1 et E2 (Avril 2018 et Mars 2019 respectivement).

Cette acidité élevée est engendrée par une hydrolyse des triglycérides du smen lors du stockage de cet échantillon dans des conditions propices.

III.5 Indice de peroxyde

Il s'agit de la mesure du degré d'oxydation des corps gras. L'importance de l'oxydation est évaluée par la mesure de l'indice de peroxyde et par la composition en carbonyles totaux. L'oxydation des lipides peut s'effectuer suivant différents mécanismes: Auto-oxydation, Oxydation enzymatique, Oxydation due à l'oxygène singulet (**Makhloufi, 2010**).

L'indice de peroxyde estime l'état d'oxydation de la matière grasse ; c'est un mécanisme lent mais inéluctable. En effet, les corps gras peuvent s'oxyder en présence d'oxygène et de certains facteurs favorisant ce processus (température élevée, eau, enzyme, trace de métaux Cu, Fe...) (**Tanouti et al 2011**).

Les résultats d'indice de peroxyde des échantillons de smen sont regroupés dans la figure 7.

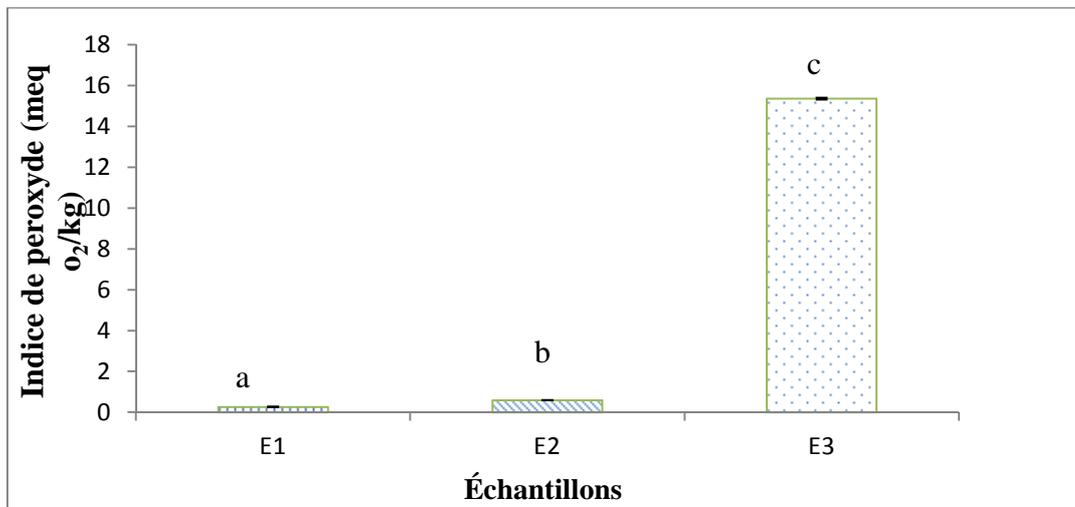


Figure 7 : Indice de peroxyde des trois échantillons de smen.

* Les valeurs portant les différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

* Les barres verticales représentent les écarts types avec $a < b < c$.

L'étude statistique révèle des différences significatives ($p < 0,05$) entre les trois types d'échantillons.

Les deux échantillons de smen E1 et E2 présentent des indices de peroxydes très faible (0,26 et 0,59 méq O₂/ Kg respectivement) qui son inferieurs à 10 méq O₂ /Kg maximum requis par les normes.

L'échantillon E3 enregistre une valeur très élevée (15,33 méq O₂ /Kg) par rapport a la norme ceci peut être expliqué par sa teneur en acide gras libres insaturé qui s'oxydent au contacte de l'oxygène et de la température, suite à une mauvaise conservation du produit comme il à été rapporté par (Elmarakchi *et al.*, 1986).

III.6 Composition en acide gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG).

La chromatographie en phase gazeuse (CPG) est un appareillage le plus utilisé pour analyser les corps gras, car il permet la détermination des acides gras constituant les glycérides (wolff, 1991). La chromatographie en phase gazeuse a donné les résultats de la composition des trois smens en acides gras (Tableau VI) comme suivant :

Tableau VI : Composition moyenne en acide gras des différents smens.

Acides gras	Dénomination	Pourcentage des acides gras des différentes smens (%)		
		E1	E2	E3
Acide butyrique	C₄ :0	1,81	2,11	0,00
Acide Caprylique	C₈ :0	0,00	0,00	0,51
Acide Caprique	C₁₀ :0	0,00	0,00	0,49
Acide Laurique	C₁₂ :0	0,47	0,00	6,19
Acide Myristique	C₁₄ :0	1,16	0,96	3,01
Acide Palmitique	C₁₆ :0	45,69	44,36	35,58
Acide stéarique	C₁₈ :0	4,46	4,50	8,56
Acide élaidique	C₁₈ :1 trans	0,00	0,00	2,89
Acide oléique	C₁₈ :1	36,5	38,69	27,81
Trans methylinoledate	C₁₈ :2 trans	0,00	0,63	0,70
Acide linoléique	C₁₈ :2	9,49	8,71	12,90
Acide linolénique	C₁₈ :3	0,00	0,00	0,94
Acide arachidique	C₂₀ :0	0,36	0,00	0,35
Total AGS (%)		53,95	51,93	54,69
Total AGI (%)		45,99	48,03	45,24
Total AGT (%)		0,00	0,63	3,59
AGPI/AGS		0,17	0,17	0,26
ω₆/ω₃		/	/	14,46

a. Sur le plan qualitatif

On note la présence des acides gras à différents nombre de carbones : C₄ à C₂₀. Les acides gras à courtes chaînes (AGCC) : à 4 carbones sont détectés dans les deux (E1 et E2), à 8 carbones sont détectés dans E3. Leur présence peut être reliée à l'origine de la matière première utilisée lors de la fabrication du smen : coprah et palme.

Les acides gras à chaînes moyennes (AGCM) (C₁₀, C₁₄) Sont connus comme une excellente source d'énergie, rapidement métabolisable et hypolipidémiant (Lecerf, 2008)

On voit que l'acide caprique (C₁₀) est absent dans les échantillons (E1 et E2) et présent à faible teneur (0,49%) dans E3. Par contre l'acide laurique (C₁₂) est absent dans E2 et présent à faible concentration (0,49%) dans E1 et à une concentration notable (6,19 %) dans E3.

L'acide myristique (C14 : 0) est présent dans tous les échantillons, dans E1 et E2 à faible concentration (1,16% et 0,96% respectivement) et à une concentration notable (3,01%) dans l'échantillon E3.

L'acide myristique constitue 14 % des acides gras de la matière grasse du lait et 13 à 19 % de l'huile de coprah, cet acide est connu pour être le plus élevé de la concentration de cholestérol et surtout cholestérol LDL dans le sang (**Vergès, 2003**).

Les acides gras à longue chaîne (AGLC) sont ceux retrouvés dans la plupart des matières grasses qu'elles soient d'origine animale ou végétale : l'acide palmitique, l'acide oléique, l'acide linoléique, l'acide linoléique.... Etc.

Ces acides gras sont des composants structurels dans le développement du cerveau et du système nerveux central, ils ont un rôle convaincant dans le développement mental chez le nourrisson et l'enfant, ainsi que leur rôle positif dans le maintien de la santé à long terme et dans la prévention de certaines maladies chroniques (**FAO, 2014**).

b. Sur le plan quantitatif

Ce sont les acides palmitique (C₁₆:0), oléique (C₁₈:1) et linoléique (C₁₈:2) qui représentent l'essentiels de la composition en acides gras des différents types de smens végétales.

Pour l'acide palmitique apporté généralement par les produits animaux et l'huile de palme (**Guesnet, 2004**), représente la plus grande valeur en le comparant aux autres acides gras, c'est l'échantillon E1 qui présente le plus grand pourcentage (45,69%) suivi de l'échantillon E2 (44,36%).

La même observation est notée pour l'acide oléique qui est représenté par une teneur de 38,68% pour l'échantillon E2, 36,5% pour l'échantillon E1 et 27,81% pour l'échantillon E3.

L'acide oléique est considéré comme responsable de la réduction du mauvais cholestérol LDL (**Kandhoro et al., 2008**).

L'acide linoléique (oméga 6) qui est un acide gras essentiel présent en teneurs appréciables dans les différents types de smens. C'est l'acide principal dans l'huile de pépins de raisin, de tournesol, de soja, de noix, de maïs et de germe de blé. A l'heure actuelle, notre alimentation en apporte suffisamment. En effet, en plus des huiles et des produits en

contenant, on en trouve dans tous les produits animaux terrestres et dans le lait maternel. Indispensable à l'organisme, la maîtrise de son apport est conseillée (8 à 10 g/j) (**Guesne, 2004**).

Le rapport moyen AGPI/AGS recommandé par le British Département of health est de 0,45 (**kandhro et al., 2008**).

Le contenu élevé en AGS dans les margarines et smen est dû aux proportions élevées en acides palmitique (C₁₆:0), particulièrement dans le smen avec (43,64%) (**Ratnayak et al., 2007**).

Selon (**Tekin et al., 2002**), un contenu élevé en acide stéarique (5,6-9,4%), qui est de (4,46-8,56), dans notre étude, suggère qu'une huile de base interestérifiée ou partiellement hydrogénée riche en acide stéarique a été mélangée à des huiles liquides pour obtenir le taux de solide désiré. Cette forte présence du (C₁₆:0) indique une grande contribution de l'huile de palme dans la fabrication du smen et de ce qui est en accord avec les résultats obtenu par **Aro et al (1998)** et **Brat et Pokorny (2000)**.

➤ **Présence d'AGT**

Dans son rapport du 4 avril 2005, L'**AFSSA** indique que « l'effet des acides gras trans sur l'augmentation du risque cardiovasculaire est plus prononcé que celui des acides gras saturés ; que ce risque augmente significativement pour un apport en acides gras trans au moins égal à 2% de l'apport énergétique total ».

De ce fait, la capacité éventuelle des acides gras *trans* à augmenter les risques cardiovasculaires de façon significative est très inférieure à celle des acides gras saturés (**EFSA, 2004**).

La teneur en acide gras trans des différents smens varis sur une large gamme. Nous montrent que l'échantillon E1 ne contient pas des acide gras trans.

En comparant nos échantillons concernant cette teneur, les deux smen (E2, E3) contient 0,63% et 3,56%, respectivement.

Par contre l'échantillon E1 ne contient pas des acides gras trans et de ce fait garde toute sa valeur nutritive, donc c'est un produit composée essentiellement de graisse végétales naturelles (stéarine de palme, huile de palmeetc).

En effet, plusieurs pays, y compris les États- Unis et le Canada, ont introduit une législation pour réduire la teneur en AGT dans les aliments transformés. Le Danemark impose les normes les plus rigoureuses, limitant les AGT dans les aliments à 2,0g d'AGT/100g d'huile ou de graisse et les aliments contenant moins de 1,0g d'AGT/100g de graisse ou de huile sont considérés comme exempts d'AGT (**Hernandez-Martinez, 2011**).

Conclusion

Afin de satisfaire les exigences du consommateur qui ne cessent d'augmenter, il est devenu primordiale à toute industrie agroalimentaire ayant comme objectif de conquérir le marché et de fidéliser le consommateur à ces produits, de chercher des produits nouveaux et améliorer la qualité de ce dernier.

La qualité du smen dépend essentiellement de sa composition chimique, cependant, suivant les conditions de fabrication et de conservation, les divers éléments constitutifs de smen peuvent subir des modifications plus ou moins importantes pouvant porter préjudice à ses qualités.

Ce présent travail effectué au niveau du complexe **CEVITAL SPA** nous a permis d'approfondir nos connaissances pratiques en matière de contrôle de la qualité, par une contribution à une étude comparative basée sur les analyse physico-chimiques de trois production différentes de smen (codées E1,E2 et E3).

Les résultats physico-chimiques indiquent que :

L'acidité et l'indice de peroxyde pour l'échantillon de smen E3 sont significativement plus élevés, dépassent les normes de l'entreprise, ce qui signifie qu'il y a oxydation des acides gras insaturés lors de la conservation de ce smen.

Le point de fusion et le taux de solide pour E3, sont plus élevées ne sont pas conforme a la norme, Ces valeur élevées due à une forte teneur en acide gras saturé et acide gras monoinsaturés à longue chaine, une richesse en acide palmitique et acide oléique.

Le test de couleurs pour (E2 et E3) ne sont pas conforme à la norme de l'entreprise. Une couleur jaunâtre pour E1, crème jaunâtre pour E3 et jaune orangé pour E2.

L'analyse chromatographique (CPG) a permis de mettre en évidence la richesse des trois types de smen en AGI, et des teneurs considérables en AGS.

La présence d'AG trans dans les deux échantillons de smen E2 et E3 en comparaison à E1 (absence d'AG trans) peut s'expliquer par le traitement utilisé pour solidifier la matière grasse. Ceci confirme que les deux produit E2 et E3 sont fabriqués à base des huiles hydrogénées et E1 à base d'huiles interestérifiés.

Dans le but de compléter ce travail, il serait intéressant de poursuivre cette étude par d'autres analyses notamment l'évaluation sensorielle, d'augmenter le nombre d'échantillon et d'évaluer le degré de la stabilité le degré de la stabilité oxydative.

A

Abaza L., Msallem M., Daoud D et Zarrouk M. (2002).Caractérisation des huiles de sept variétés d'olivier tunisiennes. John Libbey Eurotext, OCL, Vol. 9, N°2, pp : 174-9.

Aceites Y - G. (2003). Effect of sucrose poly esters on crystallization rate of vegetable ghee: solid fat content study. Vol. 54.Fasc. 339-342.

Adrian, J., Potus, J., Poiffait, A et Dauvillier, P. (1998). Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaire. Ed .Tec& Doc Lavoisier, Paris, p.50, 51,254.

AFSSA. (2005): Rapport « Risques et bénéfices pour la santé des acides gras trans apportés par les aliments –Recommandations ».

Aini N-I., Hanirah H., maimon C-H., Zawiah S etCheman Y-B.(2010). Physico-Chemical Properties and Quality of Palm-Based Vegetable Ghee (Ciri-CiriFiziko-Kimia danKualiti Minyak Sapi Sayuran Berasas kan Minyak Sawit).

AOCS.(1987). Official and tentative method of the American oil chemists Society champagne. Ed. AOCS press. pp. 1-3.

Aro A., Van Amelsvoort J., Becker W., Erp-Baart M.A.V., Kafatos A., Leth T et Poppel G.V.(1998). Trans Fatty Acids in Dietary Fats and oils from 14 European Countries: The TRANSFAIR Study. Journal of food composition and analysis 11, pp137-149.

B

Brat J., Pokorny J. (2000). Fatty Acide Composition of Margarine and Cooking Fats Available on the Czech Market.Journal of food composition and analysis, 13, pp 337-343.

Beisson M-G. (2005). Spécification technique n° E4-05 du 31 mars (2005) relative aux huiles végétales alimentaires.

C

Cabaraux J.-F., Dufrasne I., Hornick J.-L et Istasse L. (2004). Acides gras : nomenclature et sources alimentaires. Université de Liège B43, Sart-Tilman, 4000 Liège, Belgique.

Conseille superieur de la santé, (2011) n°8310. Sécurité des huiles et graisse. www.health.belgium.be

Cossut J., Defrenne B., Desmedt C., Ferroul S., Garnet S., Roelstraete L., Vanuxeem M et Vidal D. (2002). Les corps gras entre tradition et modernité. Gestion de la qualité nutritionnelle et marketing des produits alimentaire. pp1-140.

Cowan D et Husum L-T.(2004).Enzymatic interestérification: Process advantage and product benefits. Vol 15 (3).www. novozymes.com/enzymes4oils-fats.

Cristina A-S., Marghitas A-L et Timar A. (2015). Study about differences between shortening used in wafer fillings and biscuit dough.Vol. XIV/A.

Codex Stan 210. (1999).Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique. Adoptée en 1999. Amendement: 2005, 2011, 2013, 2015. Révision: 2001, 2003, 2009.

D

Djouadi A. (2016). Etude de l'effet de température sur les teneurs en oméga-3 et -6 dans les graisses alimentaires et l'huile d'olive par la voltammétrie impulsionnelle différentielle. Thèse doctorat de science de la matière. Université KasdiMerbahOuaraglas spécialité : Analyse physico-chimiques et réactivité des espèces moléculaires.

Devillers P-H., Thébault J., Jadeau B-L-M et Joly I-M-P-X.(2010). Huiles végétales guide d'aide à l'application des meilleures technologies disponibles (MTD). (www.iterg.com).

Dilmi-Bouras A.(2006). Biochimie alimentaire. Office des publications universitaire. Ed 2014326. ISBN 9961007050.

E

E.C. (2002). Regulation n° 796 of 6 may 2006 on changes EC- Regulation. 2568/91.Official J.L. 128/815/05/02.2002.Bruxelles (Belgium)

EFSA. (2004). Opinion of the scientific Panel on Dietetic products, Nutrition and Allergies on a request from the commission related to the presence of Trans fatty acid in foods and the effect on human health of the consumption of trans fatty acid. The European Food Safety Authority Journal.81: 1-41.

El Marrakchi A., Berrada M., Chahboun M et Benbouhou M. (1986). Etude chimique du smenmarocain. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00929060>.

F

Faure. (1992). Transformation des corps gras à des fins alimentaires. In manuel des corps gras Tec et Doc- Lavoisier, Paris.2 : 938,948.

FAO. 2014. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Graisses et acides gras dans la nutrition humaine. ISSN 1014-2908.

G

Gélinas P. (2008).reformulation des produits pour réduire ou éliminer les gras trans GUIDE POUR L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE, CTAC. Conseil de la transformation agroalimentaire et des produits de consommation. pp 1-26

Ghotra B.S., Dyal S.D. et Narine S.S. (2002).Lipid shortenings: a review. Food Research International.35 : 1015-1048.

H

Horion B et Pottier J.(2013). Publication du conseil supérieur de la santé n° 8464. La problématique des acides gras saturés athérogènes et de l'huile de palme.

Hailu S.(2012).Evaluation of ghee processing methods on shelf stability and yield.

I

ISO. (1995). Norme internationale. Méthode ISO 8292 :1995(f). Corps gras d'origine animale et végétale, 2^{ème} Ed.

ISO 660.(1996).Animal and vegetable fats .and oil – determination of acid value and acidity.

ISO 15305. (1998). Corps gras d'origine animale et végétale. Détermination de la couleur.1^{er} édition.

ISO. (2007).Norme Internationale. Méthode ISO 3960:2007. Corps gras d'origines animale et végétale- Détermination de l'indice de peroxyde. Détermination avec point d'arrêt iodométrique,pp 1-10.

ISO. 3960.2007.Corps gras d'origine animale et végétale. Détermination déterminationn de l'indice de peroxyde. 4^{iem} édition.

J

Juliette C., Sabine H., Benoît D et Ludovic R.(2002). Les corps gras entre tradition et modernité. p18.

K

Kandhro A., Sherazi S.T.H., Mahesar S.A., Bhangar M.I., Talpur M.Y et Arain S. (2008).Monitoring of Fat Content, Free Fatty Acide Profile Including trans Fat in Pakistani Biscuits. J Am Oil ChemSoc, 85, pp 1057-1061.

Kock w., Greyt v et Kellens g. (2005). Développements récents en matière de raffinage et de modifications : élimination des contaminants dans les huiles alimentaires et réduction du taux d'acides gras trans. Vol 12.

Karleskind A. et Wolff J.P. (1992). Manuel des corps gras. Ed : Tech et Doc. 1579p.

L

Laventurier M. (2013). Impact des formulations de margarines sur le process en boulangerie et pâtisserie artisanales et industrielles. Journal of fonctionnalité des huiles. OCL VOL. 20.

Lecerf J-M. (2011). Les huiles végétales : particularités et utilités Médecine des maladies métaboliques juin vol5 n°3 Elsevier Masson.

Lecerf, J-M. (2013). L'huile de palme : aspects nutritionnels et métaboliques Rôle sur le risque cardiovasculaire. OCL VOL. 20 N 83.

Lecerf J-M., Morin O et Rival A. (2012). L'huile de palme : aspect nutritionnels, sociaux et environnementaux. Fonds Français pour l'Alimentation et la Santé. www.alimentation-santé.org.

Ledoux M., Juaneda P et Sébédio J-L. (2005). Définition, origine et méthodologies analytiques In Risque et bénéfique pour la santé des acides gras trans apportés par les aliments – recommandations. AFSSA. PP 15-46.

Lefevre C. (2015). Thèse doctorat. L'huile de palme : ses effets sur la santé et l'environnement. Pp 21,22.

Linden G et Lorient D. (1994). Biochimie agro-industriel. Valorisation alimentaire de la production agricole. Edition Masson, pp90-100.

Leray C. (2013). Les lipides-nutrition et santé. Paris : Tec & doc, Lavoisier, ,333p.

Louis B. (2014). L'histoire de l'huile de palme pp14.

Louis C-J., Anne C-R., Stéphane M et Isabelle B. (2005). Etude de la composition et de la qualité des huiles acides industrielles en vue d'une meilleure connaissance de leur valeur nutritionnelle.

M

Makhloufi A. (2010). Etude des activités antimicrobienne et antioxydante de deux plantes médicinales poussant à l'état spontané dans la région de bechar (*Matricaria pubescens* (Desf.) et *Rosmarinus officinalis* L) et leur impact sur la conservation des dattes et du beurre cru. Thèse doctorat en biologie, spécialité Microbiologie et sécurité sanitaire des aliments.

Michel Pobeda.(2012). Les bienfaits des huiles végétales. p6.

N

NdéyeA. (2001). Etude de la composition chimique et de la qualité d'huiles végétales Artisanales consommées au Sénégal. Thèse de docteur en pharmacie.

Hailu S.(2012).Evaluation of ghee processing methods on shelf stability and yield.

O

Ollé M. (2002). Analyse des corps gras. Direction Générale de la concurrence, de la consommation et des répressions des fraudes. 3(325): 1-15

P

Pagés X et Parés X. (2012). Technologies des corps gras (huiles et graisses végétales). Techniques de l'Ingénierie. F 6070 – 10.

Philippe G. (2004). Neurobiologie des lipides, Laboratoire de Nutrition et Sécurité Alimentaire, INRA, Rencontres Annuelles du Cetiom, Paris.

Pierre G. 2006. Reformulation des produits pour réduire ou éliminer les gras trans. Un guide pour l'industrie alimentaire.

Prior F. (2003). Usage des corps gras alimentaires dans les différents secteurs de la technologie alimentaire. In «Grille». Lipides et corps gras alimentaires. Ed . Tec et Lavoisier, Paris. 2-7430-0594-7: 157-187.

Q

Quast L-B., Luccas V. Kieckbusch T-G. (2011).Physical properties of pre-crystallized mixtures of cocoa butter and cupuassufat.Issn : 0017-3495, doi: 10.3989/gya.034010

R

Ratnayake W.M.N., Gagnon C., Dumais L., Lillycrop W., Wong L., MeletaM etCatway P. (2007).Trans Fatty Acid Content of Canadian Margarines Prior to Mandatory trans Fat Labelling J Am Oil ChemSoc 84, pp 817-825.

Ribier D et Rouzière A.(1993). La transformation artisanale des plantes à huile.ISBN : 2 - 86844 - 064 – 9.

S

Stewart J et Campbell.(2005). Méthodes et moyens pour réduire ou éliminer les gras trans dans les aliments. Direction générale des services à l'industrie et aux marchés. P20

Shabir A.(2016).Process Line of Cooking Oil and Vegetable Ghee (Vanaspati) and their Analysis during Processing.e-ISSN:2321-6204. p-ISSN:2347-2359.

Sampson A. (2015). Effects of fatty acids composition on technological properties of milk fat.These de Doctorat science and technology.MSc.Molecular Nutrition and Food Technology

T

Tanouti K., Serghini-Caid H., Chaieb E Benali A., Harkous M et Elamrani A.(2011).Amélioration qualitative d'huiles d'olive produites dans le Maroc oriental. Les technologies de laboratoire, Volume 6, N°22

Tekin A., Cizmeci M., Karabacak H., Kayahan M. (2002).Trans FA and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. JAOCS, Vol 79, pp 443-445.

Trémolières,J.; Serville, Y.; Jacquot, R. et Dupin, H. (1980). In «Manuel d'alimentation humaine», Les bases de l'alimentation,lipide. PP. 147-152.

V

Voituriez T.(2000). - Risques et incertitudes sur le marché mondial des huiles de palme, palmiste et coprah - *OCL*, 7(2) : 140-146.

W

Wendy, B.W. (1996). Activités antioxydante et antiradicalaire de composés phenoliques et d'extraits vegetaux systèmes modèles et en cuisson-extrusion. Thèse de Doctorat en Sciences, Spécialité Science Alimentaires, E.N.S.I.A, Massy, 112 pages.

Wolf, J.P. (1968). Manuel d'analyse des corps gras. Ed. Azoulay, Paris. pp. 524.

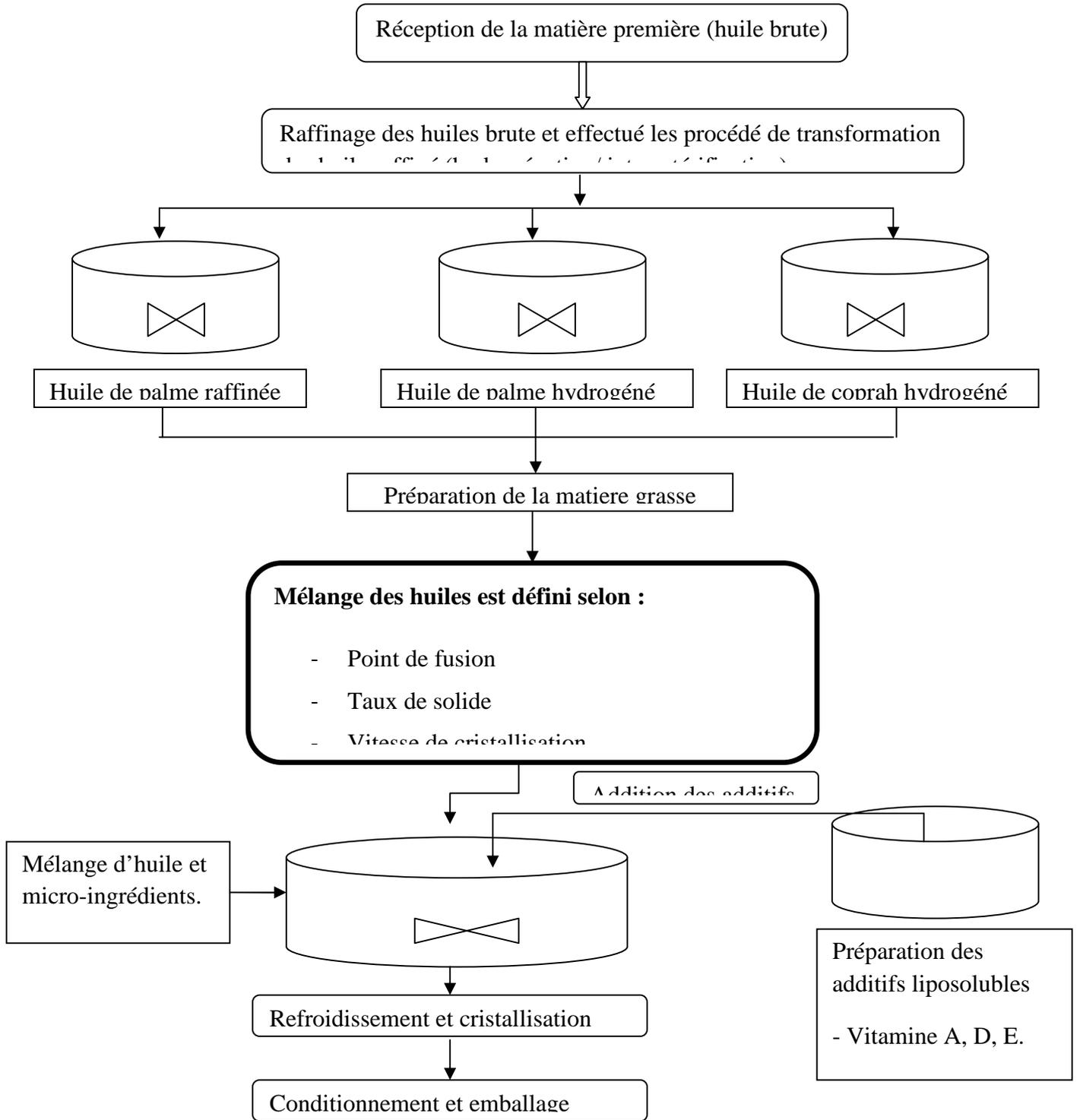


Figure 8 : étapes de fabrication de smen au complexe CEVITAL

Tableau VIII : Tableau récapitulatif des résultats d'analyses comparatives des trois smens, effectué au niveau de laboratoire physico-chimique.

		Smens					
		E1		E2		E3	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
Couleur	Jaune	28	0	70	0	70	0
	Rouge	2,83	0,05	7,76	0,05	7,83	0,05
Point de fusion	°C	41	0,2	41,16	0,15	43,16	0,05
Taux de solide	20°C	36,06	0,11	32,73	0,11	38,06	0,11
	30°C	16,13	0,15	13,43	0,05	18,06	0,11
	40°C	5,5	0,1	5,63	0,05	5,63	0,05
Acidité	%	0,06	0,01	0,1	0,005	0,5	0,01
Indice de peroxyde	méq O ₂ /Kg	0,26	0,005	0,59	0,01	15,36	0,05
Couleur		jaunâtre		Jaune orangé		Crème jaunâtre	
Gout et odeur		Caractéristique au produit		Caractéristique au produit		Caractéristique au produit	
Texture		Bonne et sableuse		Pommade		Dure	

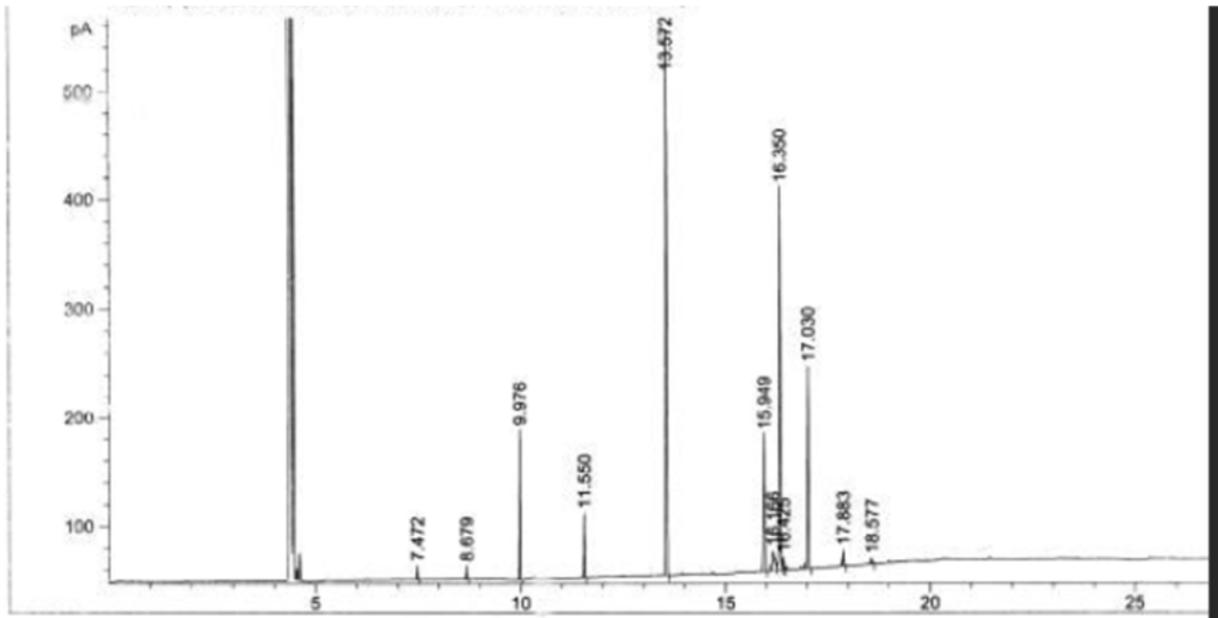


Figure 11 : Chromatogramme de l'échantillon **E3**. (1) C8 :0; (2) C10 :0; (3) C12 :0; (4) C14 :0; (5) C16 :0; (6) C18 :0; (7) tC18 :1; (8) C18 :1 ; (9) tC18 :2; (10) C18 :2; (11) C18 :3; (12) C20 :0.

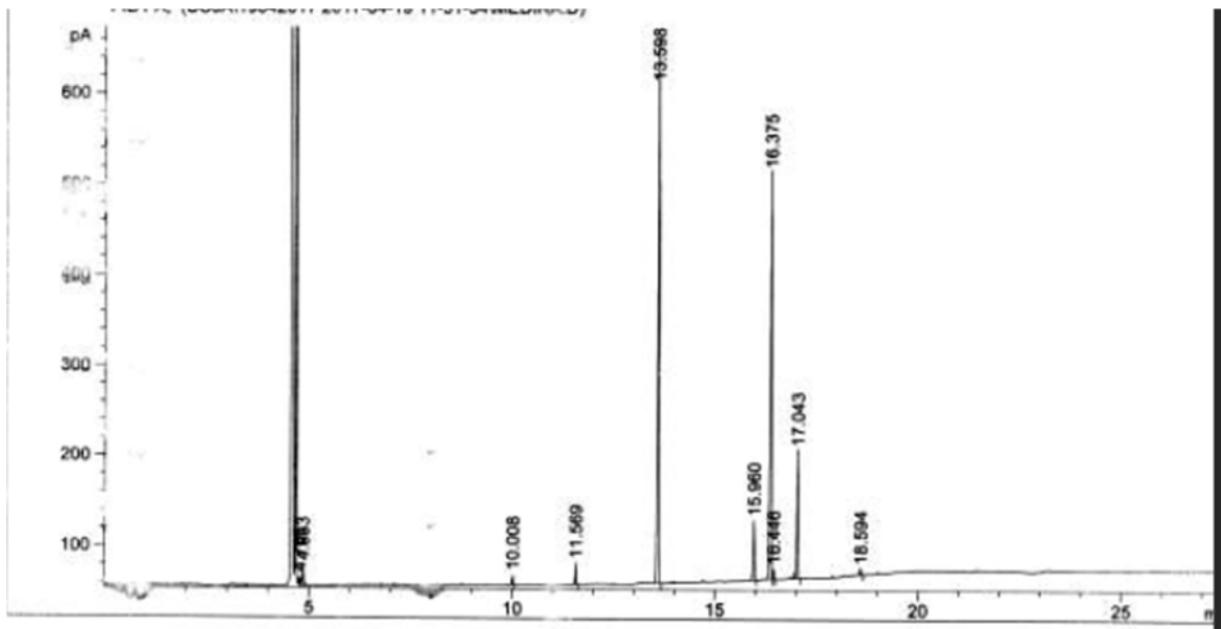


Figure 9 : Chromatogramme de l'échantillon E1. (1) C4 :0; (2) C12 :0; (3) C14 :0; (4) C16 :0; (5) C18 :0; (6) C18 :1; (7) C18 :2; (8) C20 :0.

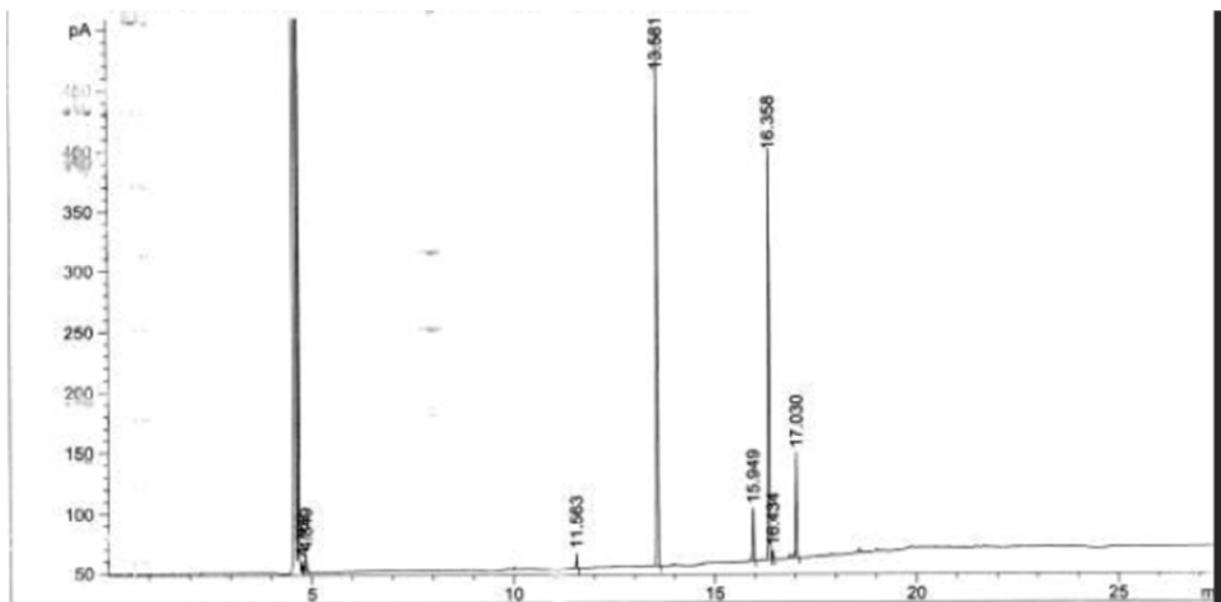


Figure 10 : Chromatogramme de l'échantillon E2. (1) C4 :0; (2) C14 :0; (3) C16 :0; (4) C18 :0; (5) C18 :1; (6) *t*C18 :2; (7) C18 :2.

Tableau VIII : Matériels et réactifs utilisés.

Matériels	Réactifs
Étuve	Acide sulfurique
Dessiccateur	Acétone
Colorimètre Lovibond	Éthanol
Balance analytique	Acide acétique
Burettes graduées	Chloroforme
Béchers	Eau distillé
Erlenmeyer	Empois d'amidon
Éprouvette	Hydroxyde de potassium à 50%
Flacons	Iodure de potassium (KI)
Fioles jaugées	Phénolphtaléine
Plaque chauffante	Soude à 0.1N et 1N
Papier filtre	
Pipette	
Ballon	
Capsule	
Cuves	
Bain-marie	
Entonnoir	
Spatule	
Tube capillaire congélateur	
RMN	

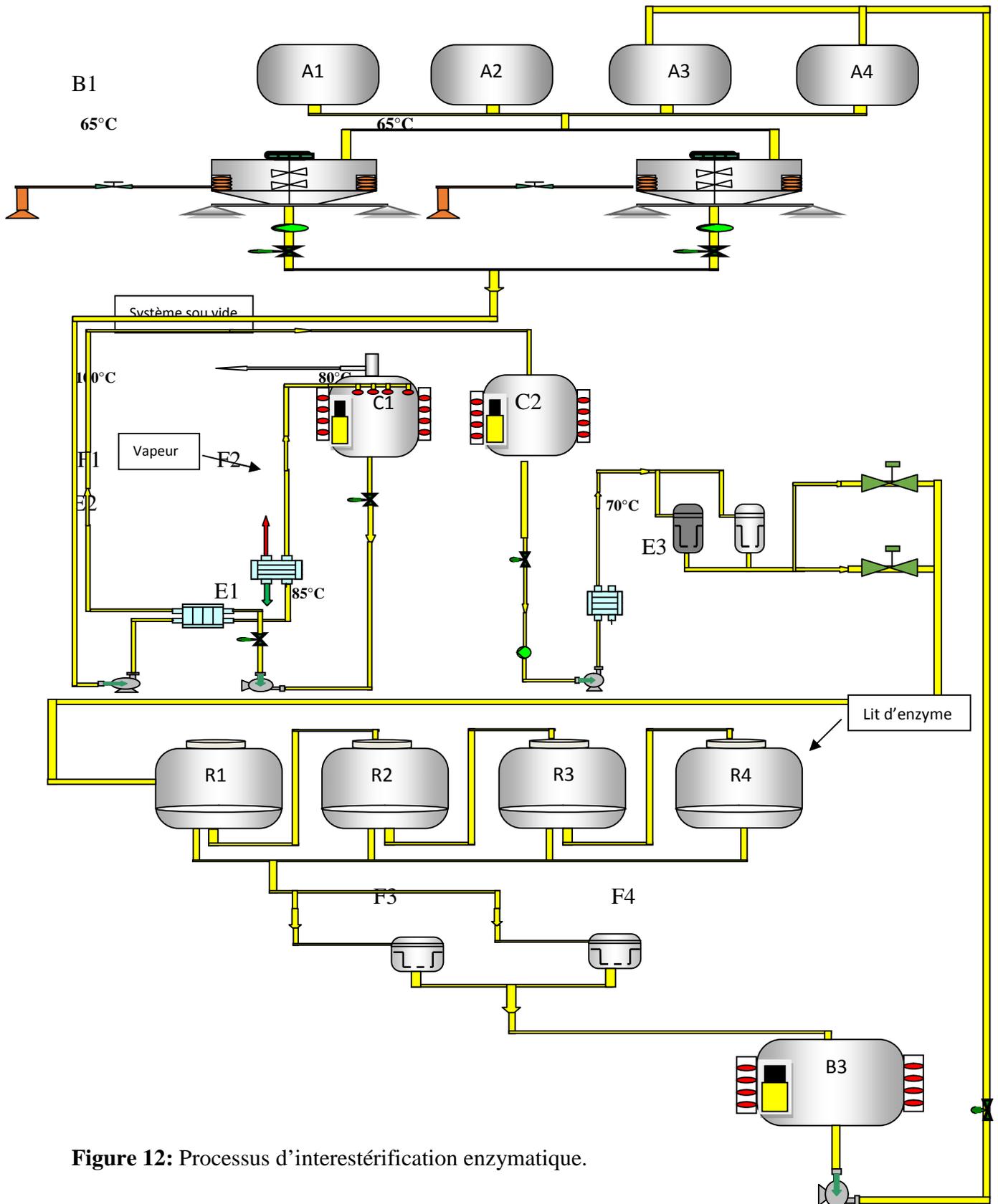


Figure 12: Processus d'interstérification enzymatique.



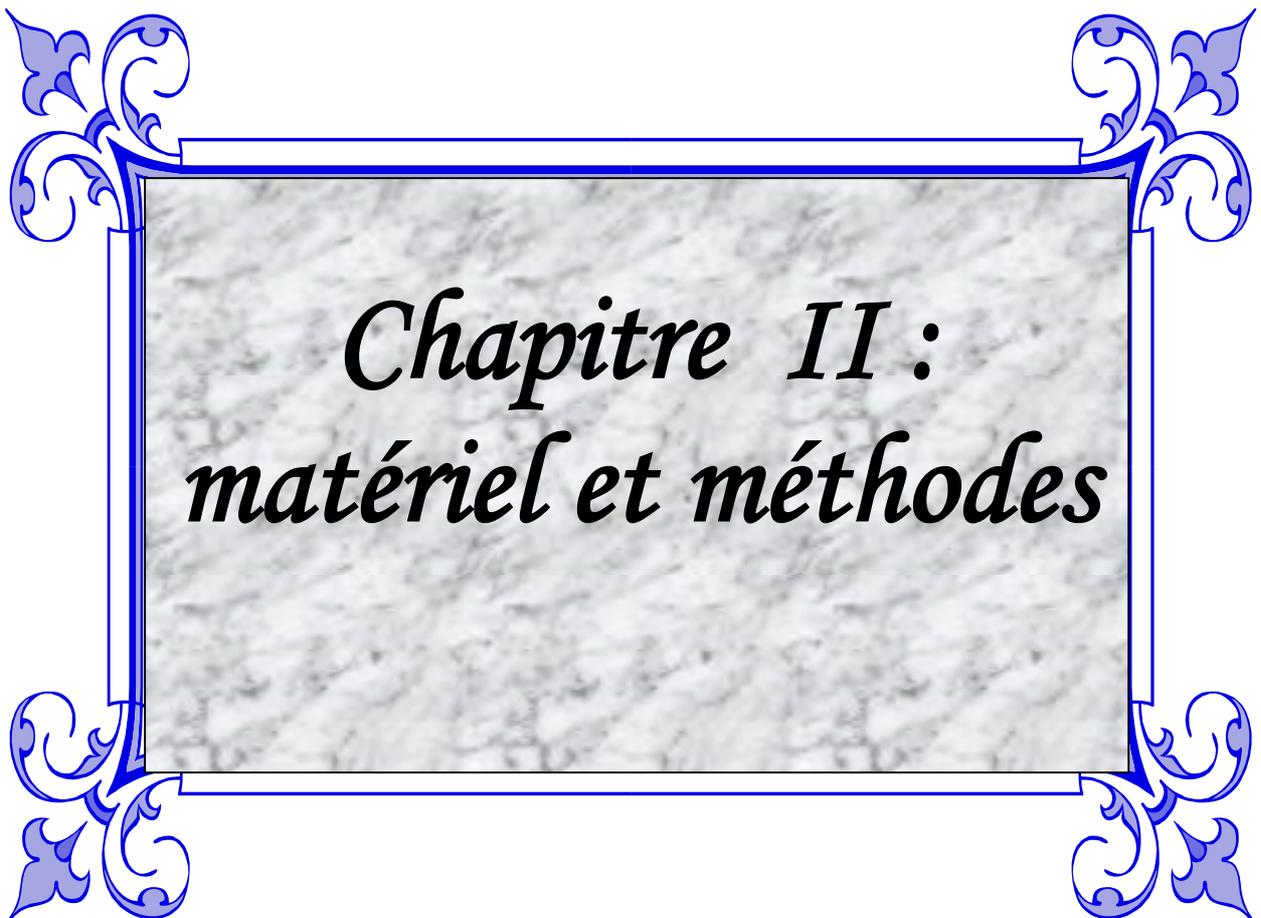
*Synthèse
bibliographique*



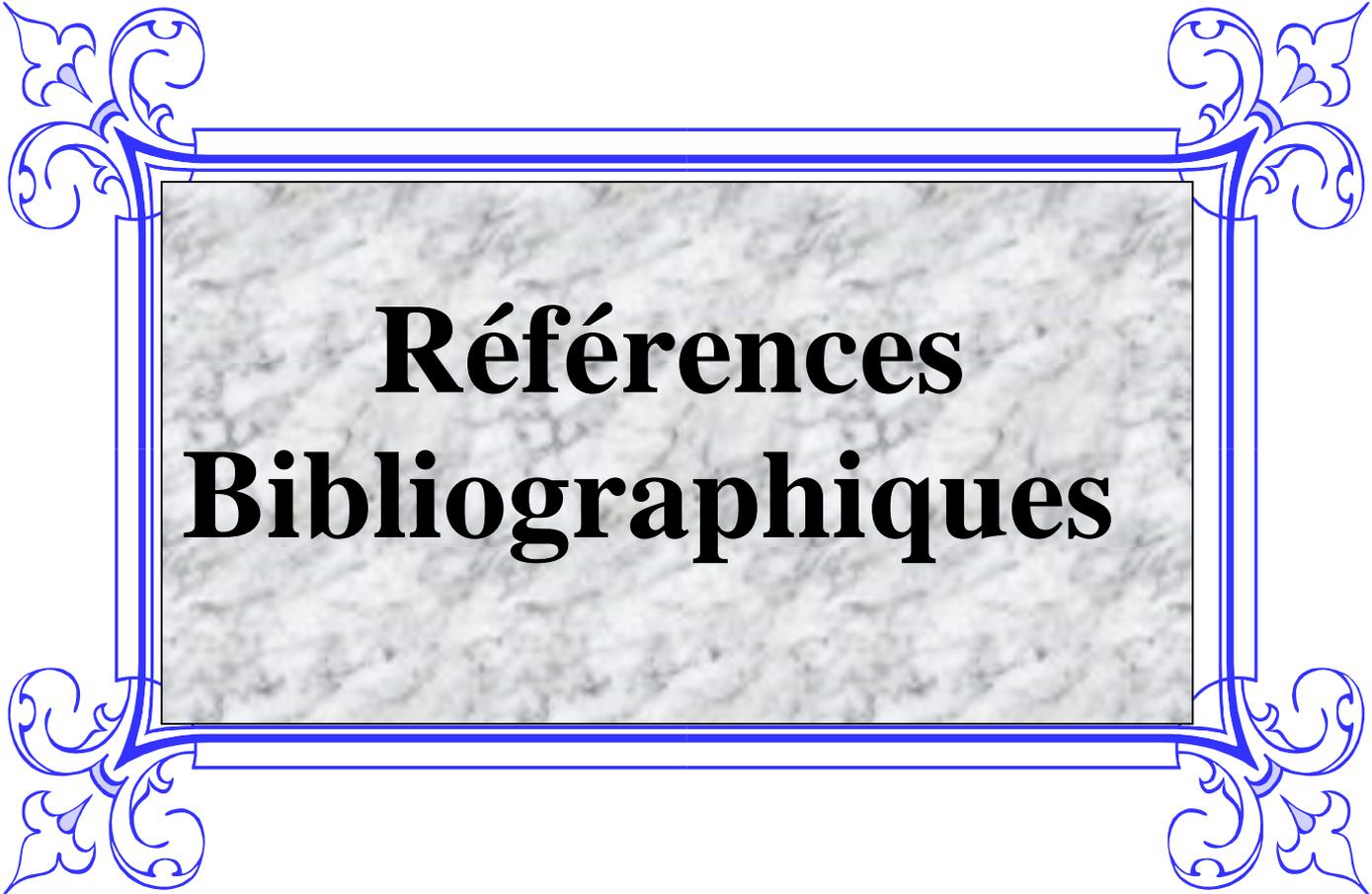
Partie pratique



Chapitre I :
*Présentation de
l'entreprise*



Chapitre II :
matériel et méthodes



**Références
Bibliographiques**



Annexes



Chapitre III :
Résultats et discussion



Conclusion



Introduction

Résumé

Le présent travail, réalisé au niveau de l'entreprise CEVITAL, consiste en une étude comparative de la qualité physico-chimique (point de fusion, teneur en solide, acidité, indice de peroxyde, et couleur) et du profil d'acide gras trans de trois types de smen produits en Algérie.

Les résultats des analyses physico-chimiques (acidité, indice de peroxyde, point de fusion, taux de solide et couleur) montrent que l'échantillon de smen E3 se distingue des deux autres échantillons par ses valeurs très élevées et qui dépasse les normes.

L'analyse chromatographique CPG du profil d'acide gras permet de mettre en évidence la richesse des trois smen en AGI et des teneurs considérables en AGS.

Parmi les trois échantillons de smen analysés. Deux échantillons présentant des teneurs en AGT élevées dont l'un a une teneur faible et l'autre qui dépasse le seuil (2%) de concentration limite recommandée par les instances internationales.

Mots clés : smen, huile hydrogénée, huile interestérifiée, qualité, AG trans.

The present work, carried out at CEVITAL, consists of a comparative study of the physico-chemical quality (melting point, solid content, acidity, peroxide value, and color) and the trans fatty acid profile of Three types of smen products in Algeria.

The results of the physicochemical analyses (acidity, peroxide index, melting point, solid content and color) show that the sample of smen E3 distinguishes from the other two samples by its very high values which exceeds the standards.

The GC analysis of the fatty acid profile makes it possible to measure the richness of the three smen in AGI and considerable contents in AGS.

Among the three samples of smen analyzed. Two samples with high TFA contents, one of which has a low content and the other that exceeds the threshold (2%) limit concentration recommended by international bodies.

Key words: smen, hydrogenated oil, interesterified oil, quality, trans