



Licence Sciences et Techniques (LST)

# GENIE CHIMIQUE

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### La fortification de l'huile raffinée par les vitamines A et D3

#### Présenté par :

- ◆ Mlle. Chaymae SQUALLI HOUSSAINI

#### Encadré par :

- ◆ Mme. Fatiha BOUSELLAMI (Société)
- ◆ Pr. El hadi LAMCHARFI (FST)

**Soutenu Le 17 Juin 2015 devant le jury composé de:**

- Pr. H. Zaitan
- Pr. A. El ghazouali
- Pr. E. LAMCHARFI

**Stage effectué à SIOF à DEKKARAT**

**Année Universitaire 2014 / 2015**

# Sommaire :

<b>Introduction :</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : <i>Présentation générale de la SIOF</i></b> .....	<b>2</b>
<b>I. Présentation de la SIOF :</b> .....	<b>3</b>
1. Historique : .....	3
2. Activité: .....	4
3. Produit : .....	4
a. Les huiles alimentaires :.....	4
b. Les olives de tables: .....	5
4. Organigramme : .....	5
<b>Chapitre 2 : <i>Présentation générale des huiles</i></b> .....	<b>6</b>
<b>I. Présentation générale des huiles :</b> .....	<b>7</b>
1. Composition :.....	7
<b>I. Présentation des huiles élaborée dans la SIOF :</b> .....	<b>9</b>
1. L’huile de tournesol : .....	9
2. L’huile de soja : .....	9
3. L’huile d’olive :.....	9
4. L’huile de grignon :.....	10
<b>Chapitre 3 : <i>Procédé de raffinage de huile brute</i></b> .....	<b>11</b>
<b>I. Raffinage:</b> .....	<b>12</b>
<b>II. Les étapes du raffinage des huiles :</b> .....	<b>12</b>
1. Démucilagination: .....	12
2. Neutralisation : .....	13
3. Lavage : .....	14
4. Séchage:.....	15
5. Décoloration:.....	15
6. Filtration : .....	16
7. Désodorisation : .....	17
8. Fortification : .....	18

<b>III. Conditionnement:</b> .....	<b>19</b>
<b>1. Définition :</b> .....	<b>19</b>
<b>2. Description des étapes du conditionnement :</b> .....	<b>20</b>
<b>IV. Les analyses effectuées au sein du laboratoire de la SIOF :</b> .....	<b>20</b>
<b>Chapitre 4 : la fortification de l'huile</b> .....	<b>21</b>
<b>I. Introduction :</b> .....	<b>22</b>
<b>II. Description des vitamines A et D3 :</b> .....	<b>22</b>
<b>a. Vitamine A :</b> .....	<b>22</b>
<b>b. La vitamine D3 :</b> .....	<b>23</b>
<b>III. Les spécifications des équipements de fortification :</b> .....	<b>24</b>
<b>IV. La variation de la pompe doseuse de vitamine A et D3 en fonction de débit de l'huile raffinée:</b> .....	<b>25</b>
<b>1. Calibrage de la pompe :</b> .....	<b>26</b>
<b>2. Interprétation des résultats:</b> .....	<b>27</b>
<b>Conclusion:</b> .....	<b>28</b>

# *Introduction :*

Les huiles jouent un rôle majeur dans notre alimentation; nous les consommons directement sous forme d'huile raffinée ou vierge, ou bien indirectement via de nombreux produits de l'industrie agroalimentaire.

Les consommateurs cherchent une qualité régulière, et un rapport qualité/prix optimal.

En parallèle, les huiles brutes obtenues renferment un certain nombre d'impuretés indésirables, responsables du goût et de l'odeur désagréables et de sa mauvaise conservation. D'où on fait appel au procédé de raffinage qui comprend une série de traitements qui nous confèrent une huile raffinée et prête à consommer.

L'huile a pour rôle de donner au corps les réserves énergétiques, les vitamines (A, D, E et K). Elle joue aussi le rôle de protecteur contre le froid.

Ce stage garde tout son intérêt dans le suivi des différentes étapes du procédé de raffinage de l'huile de soja, ainsi principalement l'étape de la fortification qui est un point critique qui nécessite un suivi régulier. La fortification des aliments de base consiste à ajouter industriellement des vitamines et/ou des sels minéraux à des produits alimentaires.

# CHAPITRE 1 :

*Présentation générale de la SIOF.*

## I. Présentation de la SIOF :

### 1. Historique :

La Société Industrielle Oléicole de Fès **SIOF** est une société anonyme à vocation agroalimentaire plus précisément dans le domaine de l'extraction, raffinage, et le conditionnement des huiles alimentaires et conserve des olives.

La SIOF a été créé en **1961** sous forme d'une société à responsabilité limitée (S.A.R.L), la SIOF est une réalisation qui n'a pas cessé de développer ses moyens, de diversifier et d'améliorer la qualité de ses produits.

Au départ l'activité initiale de la société était simplement la pression d'olives, l'extraction de l'huile de grignon et la conserve d'olives.

-**1966**, La SIOF a pu installer une raffinerie d'huile de table avec une capacité de 12000 tonnes/an.

-**1972** la société SIOF a intégré dans ses activités une usine de fabrication des emballages en plastique et un nouvel atelier pour le remplissage, capsulage et étiquetage des bouteilles (1/2 L, 1L, 5L).

-**1977**, Cette nouvelle installation a permis à la société de devenir un complexe important pour le capsulage des produits.

-**1978** le produit de la **SIOF** s'est étendu dans tout le royaume grâce au premier lancement de la campagne publicitaire, l'ouverture des dépôts à différentes régions du royaume. Tout cela a permis à la société de devenir plus proche au consommateur surtout avec ses différents produits de qualité.

-**1980**, afin d'augmenter sa production, l'entreprise a mis en place une installation de raffinage d'une capacité de 30.000 tonnes/an.

A partir de **1980**, elle s'est transformée en une Société Anonyme (S.A) avec un capital de 51 millions de dirhams dont les actions sont réparties entre la famille LAHBABI.

-**1993**, la mise en place d'une raffinerie de l'huile brute à base de soja.

-**1994**, recrutement des cadres pour améliorer la gestion de l'entreprise et élargir sa part de marché.

-**2003-2004**, la société a installé deux chaînes de production pour la fabrication des bouteilles de PET (type de plastique). Pour le conditionnement des huiles en format 0.5L, 1L, 2L, 5L.

## 2. Activité:

La société **SIOF** raffine, conditionne et commercialise une large gamme d'huiles et d'olives de conserve.

Pour atteindre ses objectifs en termes de production, l'entreprise s'est installée progressivement sur trois sites :

- ❖ Le 1<sup>er</sup> site se situe à la zone industrielle *Sidi Brahim*, assurant la trituration des olives, la production de conserve d'olives et l'extraction de l'huile de grignon.
- ❖ Le 2<sup>ème</sup> site se situe à la zone industrielle *Dokkarat*, assurant le raffinage et le conditionnement des huiles alimentaires.
- ❖ Le 3<sup>ème</sup> site est une ferme localisée dans les régions d'*Ain Taoujdat* dont la seule préoccupation est l'extraction de l'huile de grignon.

## 3. Produit :

### a. Les huiles alimentaires :

- Huile de table en vrac ou conditionnée sous la marque « **SIOF** » en ½, 1, 2 et 5 L.
- Huile d'olive extra-vierge, en vrac ou conditionnée sous la marque « **Moulay Idriss** » en ½, 1, 2 et 5 L.
- Huile de grignon d'olive, en vrac ou conditionnée sous la marque « **Andalusia** » en ½, 1, 2 et 5 L.
- Huile de tournesol, en vrac ou conditionnée sous la marque « **Frior** » en ½, 1, 2 et 5L.



**Figure 1: Echantillons de l'huile produits par la SIOF.**

- Huile d'olive vierge, en vrac.
- Huile d'olive raffinée, en vrac.

#### b. Les olives de tables :

- Olives vertes entières, dénoyautées ou en rondelles conditionnées en boites de ½, 1, 3 et 5 Kg.
- Olives noires façon Grèce conditionnée sous vide en sac de 5 kg.
- Olives noires confites entières, dénoyautées ou en rondelles conditionnées en boites de ½, 3 et 5 Kg.
- Olives taillées ou cassées conditionnées en boites de ½, 1, 3 et 5 Kg.
- Olives tournantes taillées ou cassées conditionnées en boites de ½, 1, 3 et 5 Kg.

#### 4. Organigramme :

L'aspect organisationnel de la **SIOF** ne diffère pas entièrement des types d'organisation disponible au sein d'autres établissements. Il se présente de la manière suivante :

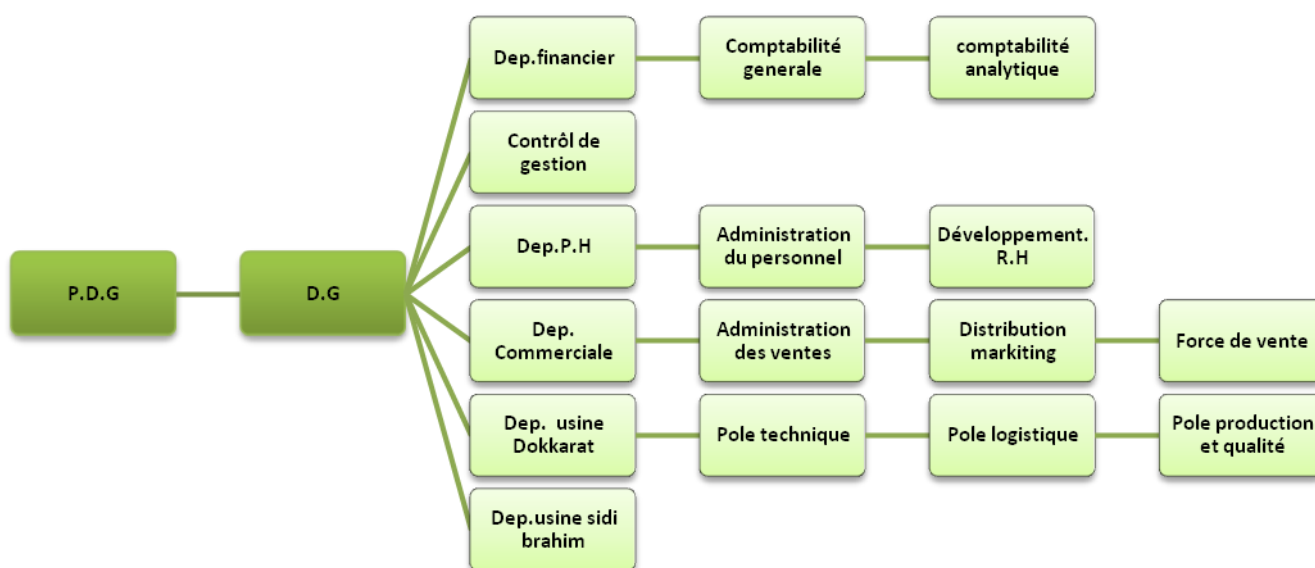


Figure 2: Organigramme de la SIOF



# CHAPITRE 2 :

*Présentation générale des huiles.*

## I. Présentation générale des huiles :

L'huile est un terme générique désigne des matières grasses à l'état liquide à température ambiante et qui se mélangent pas à l'eau.

Les huiles sont des liquides gras, visqueux, d'origine animale, végétale, ou minérale, elles se différencient des graisses qui sont pâteuses dans les conditions normales d'utilisations.

➤ **Les huiles végétales** peuvent être comestibles ou utilisées dans l'industrie, en savonnerie ou en pharmacie. Les principales huiles végétales, en termes productions, sont : l'huile d'olive, de soja, de maïs, et de tournesol....

➤ **Les huiles animales** sont aussi utilisées dans l'industrie, en peinture, en savonnerie ou en pharmacie. Les principales huiles et graisses sont : les huiles de poisson, de baleine....

➤ **Les huiles minérales** sont obtenues par distillation de la houille (roche carboné sédimentaire), et du pétrole.

### 1. Composition :

Toutes les huiles sont composées, en proportions variables par des acides gras sous forme triglycérides. Elles contiennent aussi d'autres éléments comme la vitamine E et la lécithine.

Un acide gras est une molécule formée d'une chaîne de carbones liée à des hydrogènes (c'est ce qu'on appelle un hydrocarbure) terminée par un groupement acide : COOH.

On trouve deux types d'acides gras :

➤ **Les acides gras saturés** : sont des acides gras dont tous les atomes de carbones sont saturés en hydrogène.

➤ **Les acides gras insaturés** : sont des acides gras qui comportent une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone. Il est possible de rompre une de ces liaisons par ajout des atomes d'hydrogène à l'acide gras, et dans ces acides gras on trouve :

**Les acides gras mono-insaturés** : sont des acides gras qui contiennent une seul double liaison. Le plus fréquent c'est l'acide oléique (C18 :1, oméga9). Il se trouve dans tout les corps gras, il diminue le cholestérol total et les LDL (lipoprotéines à base densité ou le mauvais cholestérol) et augmente en même temps le taux de HDL (lipoprotéines à haute densité ou le bon cholestérol).

**Les acides gras polyinsaturés** : sont des acides qui contiennent plusieurs doubles liaisons. Les deux acides gras essentiels sont : l'acide linoléique (C12 :2, oméga6) et l'acide alpha linoléique (C18 :3, oméga3).

## Composition des huiles

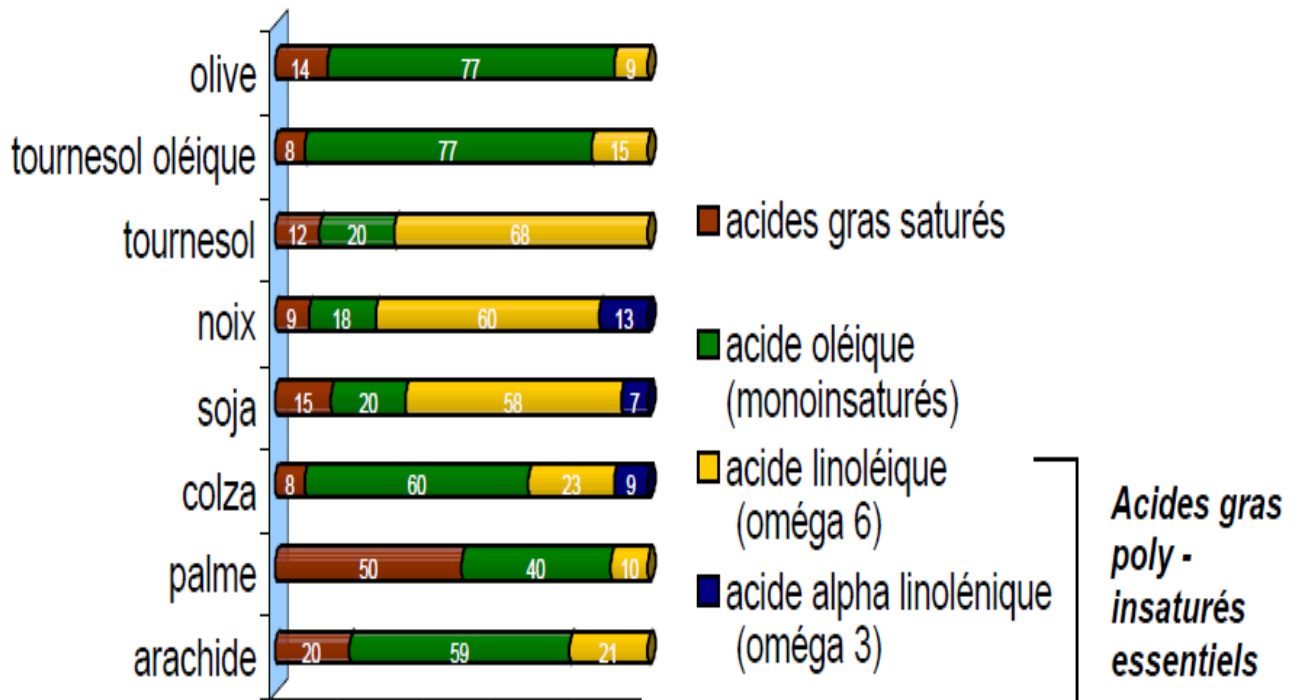
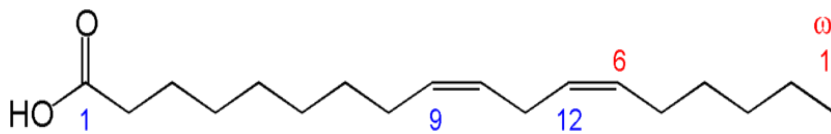
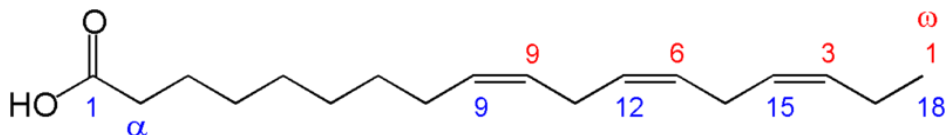


Figure 3 : la composition des différentes huiles en %.

- La structure moléculaire de l'[acide linoléique](#) (18:2), un acide gras polyinsaturé (oméga 6).



- La structure moléculaire de l'[acide alpha linoléique](#) (18:3), un acide gras polyinsaturé (oméga 3).



## II. Présentation des huiles élaborée dans la SIOF :

### 1. L'huile de tournesol :

L'huile de tournesol est une huile végétale obtenue à partir des graines de tournesol sous pression et à froid. Elle est composée de 98% de triesters d'acides gras. Le reste (2%) contenant entre autres des stérols et du tocophérol (vitamine E).

Le tournesol est une plante oléagineuse très riche en huile alimentaire (environ 40% de sa composition).

La composition de l'huile de tournesol utilisée pour l'alimentation humaine en acides gras est la suivante (en pourcentage massique) :

- **acides linoléique** (C18:2 w-6polyinsaturé) : 70%
- **acides palmitique** (C16:0 saturé) : 6%
- **acides stéarique** (C18:0 saturé) : 5%

### 2. L'huile de soja :

L'huile de soja est l'huile alimentaire la plus consommée à travers le monde. Onctueuse, légère et de couleur jaunâtre, elle provient de l'extraction de la fève de soja.

L'huile de soja contient de l'acide oléique (23%), de l'acide linoléique (51%), et de l'acide alpha-linolénique (6%). C'est une source naturelle importante d'acides gras insaturés des familles des oméga-6 et des oméga-3.

### 3. L'huile d'olive :

L'huile d'olive est la matière grasse extraire des olives (fruits d'olivier) lors de la trituration dans un moulin à l'huile. Elle est un des fondements de la cuisine méditerranéenne.

Elle a des propriétés bénéfiques pour la santé, notamment sur le plan cardio-vasculaire, grâce à sa teneur en vitamine A, vitamine E et en acides gras mono-insaturés.

L'huile d'olive est composée d'environ 99% de matières grasses, le 1% restant constitue les composés mineurs, il s'agit des alcools, des stérols, des phénols.....etc.

Elle est riche en vitamines (A, B, K et E), en provitamine A (carotène), et en sels minéraux.

#### **4. L'huile de grignon :**

Lorsqu'on extrait l'huile d'olive, il en résulte un sous produit appelé grignon brut qui contient encore 9% d'huile. On lui fait subir un déshuilage par un solvant (généralement l'hexane) pour obtenir une huile dite de grignon qui doit être raffinée. Le grignon épuisé ainsi obtenu est utilisé pour le chauffage des chaudières.

# CHAPITRE 3 :

*Procédé du raffinage de l'huile  
de soja brute.*

## I. Raffinage :

Le raffinage est l'ensemble des opérations qui servent à transformer l'huile brute en un produit comestible en éliminant les impuretés qui le rendent impropres à la consommation.

En effet, les huiles reçues à l'état brut contiennent encore un certain nombre d'impuretés qu'il est primordial d'éliminer pour aboutir à un produit commercial tant par son aspect que par ses qualités organoleptiques et sa stabilité :

- ✚ Grosses impuretés à éliminer par simple filtration.

- ✚ Les phospholipides à éliminer par démucilagination. Ce sont des composés polaires et leurs propriétés émulsifiantes tensioactives gênent les opérations de raffinage, c'est pourquoi, leur élimination constitue le premier stade du raffinage.

- ✚ Les acides gras libres (AGL) à éliminer par neutralisation. Les AGL sont naturellement présent dans les graines et peuvent également provenir des réactions d'hydrolyses, réaction production de nouveau AGL.

- ✚ les matières colorantes à savoir : le  $\beta$  carotène présent dans les huiles végétales. La chlorophylle présente en quantité appréciable dans les huiles d'olive et les colorants d'origine oxydative.

- ✚ Les composés responsable de l'odeur et du goût comme les constituants portants des fonctions aldéhydes et cétones d'origine oxydative.

Le raffinage constitue donc l'ensemble des opérations ayant pour objectif de purifier l'huile des matières indésirables qui peuvent nuire la qualité de l'huile et d'aboutir à un produit neutre de goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassé de ses substances nocives.

## II. Les étapes du raffinage des huiles :

### 1. Démucilagination:

La démucilagination est la première étape du raffinage de l'huile, elle permet de débarrasser les huiles brutes des substances dites mucilages qui sont des phospholipides, des lécithines et d'autres impuretés contenues dans l'huile brute.

L'élimination parfaite du phosphore est une opération très importante pour obtenir une bonne qualité de l'huile.

Les principaux inconvénients des phospholipides sont présentés comme suit :

- De nombreux essais ont montré qu'une huile mal raffinée (mal débarrassée de ces phospholipides) s'acidifie, s'oxyde et prend plus rapidement un goût désagréable.

- Ces substances sont souvent liées à des métaux catalyseurs d'oxydation, désactivant les terres décolorantes et colmatant rapidement les filtres.
- Ces phospholipides peuvent provoquer des émulsions.

### ✚ Procédé :

L'huile brute est chauffée à une température de **60-70°C**, le chauffage est effectué à l'aide d'un échangeur à plaque à contre courant avec l'huile raffinée (**130°C**), avant de la refouler à la cuve de lancement. L'huile est ensuite filtrée dans un filtre à double corps contenant chacun d'eux un tamis pour éliminer les substances grossières.

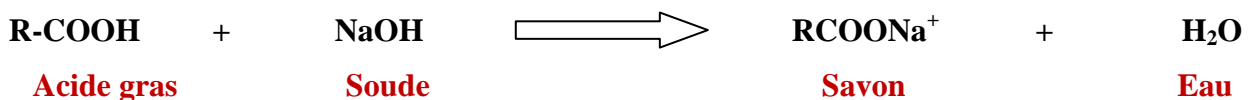
L'huile est en suite chauffée **entre 85 -90°C** dans un échangeur à spiral avec de la vapeur d'eau adoucie venant de la chaudière, cette opération a pour but de diminuer la viscosité de l'huile qui va être pompée vers le bac de contact.

Ensuite, l'opération se poursuit par injection de l'acide phosphorique commercial à 50% par une pompe doseuse à raison de **1 à 3%**. L'huile et l'acide sont ensuite fortement agités dans un premier mixeur pour avoir un mélange intime, avant de le refouler vers le bac de contact dans lequel il va séjourner pendant **15 à 20 minutes**, ce temps de séjour est suffisant pour le gonflement des mucilages afin d'obtenir une bonne séparation.

## 2. Neutralisation :

Cette opération consiste à neutraliser l'acide phosphorique d'une part, et d'autre part vise essentiellement à éliminer les acides gras libres, qui sont indésirable dans l'huile car se sont des catalyseurs d'oxydation, sous forme de savons appelés pâtes de neutralisation.

La réaction de saponification est la suivante :



C'est une réaction équilibrée. Ainsi pour déplacer l'équilibre vers la formation du savon, on ajoute une quantité bien déterminée de soude de **5% à 10%**. Si la soude est mal dosée on peut avoir la saponification des triglycérides dite saponification parasite :





### ⚡ Procédé :

A l'aide d'une pompe doseuse, la soude est injectée dans l'huile provenant du bac de contact, 16 à 18 **baume** pour l'huile de soja et 20 **baume** pour l'huile de grignons et de tournesol.

Le mélange d'huile et de soude passe dans un mixeur à grande vitesse pour éliminer tout risque de saponification parasite avant d'être envoyée vers le séparateur à bol auto-débourbeur appelé (RSA 150) (centrifugeuse à 4700tr /min) destiné à séparer les pâtes de neutralisation.

Le mélange est divisé en deux phases :

**Phase lourde** : pâte de neutralisation.

**Phase légère** : huile neutre.

A la sortie de l'étape de neutralisation, l'huile neutralisée doit avoir les caractéristiques suivantes :

**Acidité** : 0,02-0,04%.

**Traces de savon** : entre 1000 et 1200 ppm.

### 3. Lavage :

Cette opération permet d'éliminer les substances alcalines (savon et soude) présentes dans l'huile sortante du séparateur de neutralisation, ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et autres impuretés. Il est essentiel que l'huile brute subisse une bonne préparation si non il se produit des émulsions importantes et une partie de savon risque de ne pas être éliminée.

### ⚡ Procédé :

Le lavage est effectué par de l'eau chaude (**90°C**) adoucie et acidifiée par l'acide citrique. Le mélange est agité dans un mixeur avant de passer à la centrifugation. Cette opération est plus efficace lorsqu'elle est effectuée en partage dans deux centrifugeuses à bol auto-débourbeur.

Pour l'huile de soja le lavage est effectué en deux séparateurs appelés (**RSA60 et OSM800**).

#### 4. Séchage:

Cette étape consiste à éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée car la présence des traces d'eau diminue l'activité de la terre décolorante et provoque le colmatage rapide des filtres.

La technique de séchage est basée sur le phénomène de l'évaporation de l'eau à une température inférieure à sa température normal d'évaporation, en appliquant des pressions élevées.

#### ✚ Procédé :

La technique de séchage est simple, l'huile neutralisée sortant du lavage à une température de 90°C est pulvérisée dans une tour verticale maintenue sous vide à une pression de **60mmHg**.

A la sortie du sécheur on doit avoir :

**Une acidité inférieure** : 0,04%

**Une humidité inférieure** : 0,1% (qui était à l'entrée du sécheur entre 0,5 et 0,7%).

**Des traces du savon inférieur** : 50 ppm.

**Un pourcentage en mucilages ne dépassant pas** : 10 ppm.

#### 5. Décoloration:

Cette étape consiste à éliminer les pigments colorés (**carotènes** et **chlorophylles**) que l'huile contient encore, et que la neutralisation n'a que partiellement détruit.

Elle permet aussi de la débarrasser de différents composés indésirables et de contaminants éventuels tels que les composés d'oxydations, les traces métalliques, et celles des phospholipides, des savons, etc.

#### ✚ Procédé :

L'huile à la sortie du sécheur est séparée en deux conduites :

- La première conduite : **80%** de l'huile directement vers le décolorateur.
- La deuxième conduite : **20%** d'huile vers un mélangeur (une petite cuve munie d'un agitateur) où elle sera mélangée avec de la terre décolorante. Ce mélange rejoint ensuite les **80 %** d'huile dans le décolorateur.
- Le décolorateur est constitué, d'un agitateur et d'un serpentín où circule de la vapeur d'eau. Ainsi, l'huile garde la température de 100°C à 110°C, et l'agitation efficace favorisera le contact pendant 20 minutes. L'huile est toujours traitée sous vide, à fin d'empêcher l'oxydation favorisée par l'air.

A la sortie de la décoloration on doit avoir :

**Une acidité inférieure** à 0.1%.

**La teneur en savon** : 0ppm.

## 6. Filtration :

L'huile qui sort de la décoloration passe à la filtration. Cette dernière se fait à travers un milieu poreux constitué par de la toile filtrante, dont le diamètre des pores est inférieur au diamètre des particules de la terre, ce qui permet le passage de l'huile seule à travers le filtre.

### ✚ Procédé :

Au sein de la **SIOF**, l'huile sortante du décolorateur doit être débarrassée de la terre qu'elle contient en suspension, pour cela, l'huile passe tout d'abord dans un gros filtre à plaque appelés **NIAGRA**, puis dans deux autres filtres à poche (filtres de sécurité) pour s'assurer que l'huile ne contient plus de terre ou de matière en suspension. L'huile filtrée est ensuite stockée dans un réservoir (60T).



**Figure 4: Filtration à poche**

## 7. Désodorisation :

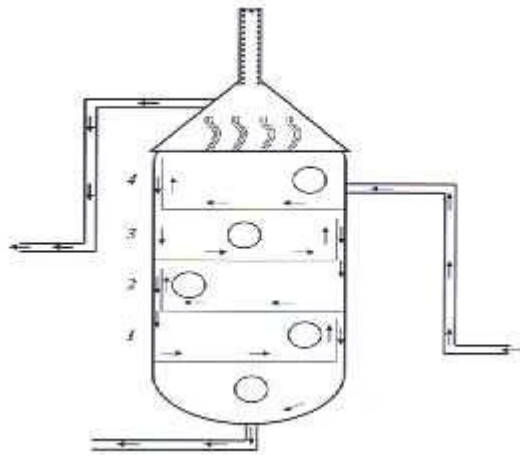
La désodorisation, comme son nom l'indique, a pour but d'éliminer les substances volatiles comme **les aldéhydes** et **les cétones** provenant de la décomposition des peroxydes instables, qui donnent une odeur et une saveur désagréables à l'huile, ainsi que les acides gras libres encore présents

dont certains sont très sensibles à l'oxydation et d'éliminer aussi d'autres produits (stérols, tocophérol, hydrocarbures...). Cette étape de désodorisation prolonge la durée de conservation durant l'entreposage après son emballage.

Pour obtenir ce résultat on effectue une distillation sous vide, à une température relativement élevée avec injection de vapeur.

#### ✚ Procédé :

Après la filtration, l'huile maintenue à une température de **70°C**, passe dans une série d'échangeurs pour que sa température atteigne **240°C**. Puis l'huile est acheminée vers le désodoriseur où on injecte de la vapeur sèche dans l'huile qui est maintenue sous vide. Il s'agit donc d'un entrainement à la vapeur des substances odorantes qui sont plus volatiles que l'huile.



**Figure 5: Désodoriseur**

#### 8. Fortification :

La fortification des aliments est définie comme tout traitement ayant pour but essentiel d'élever la teneur en principe nutritif de ces aliments au dessus de la valeur considérée. La fortification des aliments avec des vitamines **A** et **D3**, est une stratégie très efficace pour lutter contre les troubles dus aux carences en ces deux vitamines.

#### ✚ Procédé :

Après la désodorisation, et à l'aide d'une pompe doseuse on injecte à l'huile de la vitamine **A** et **D3**. Ces vitamines ajoutées d'une quantité bien définie par la réglementation, sont d'abord mélangées dans des petits bacs avec de l'huile désodorisée avant d'être injectées.

Après, l'huile raffinée est pesé puis stockée dans des citernes sous une atmosphère azotée pour éviter l'oxydation.

On peut résumer le procédé du raffinage par le schéma suivant :

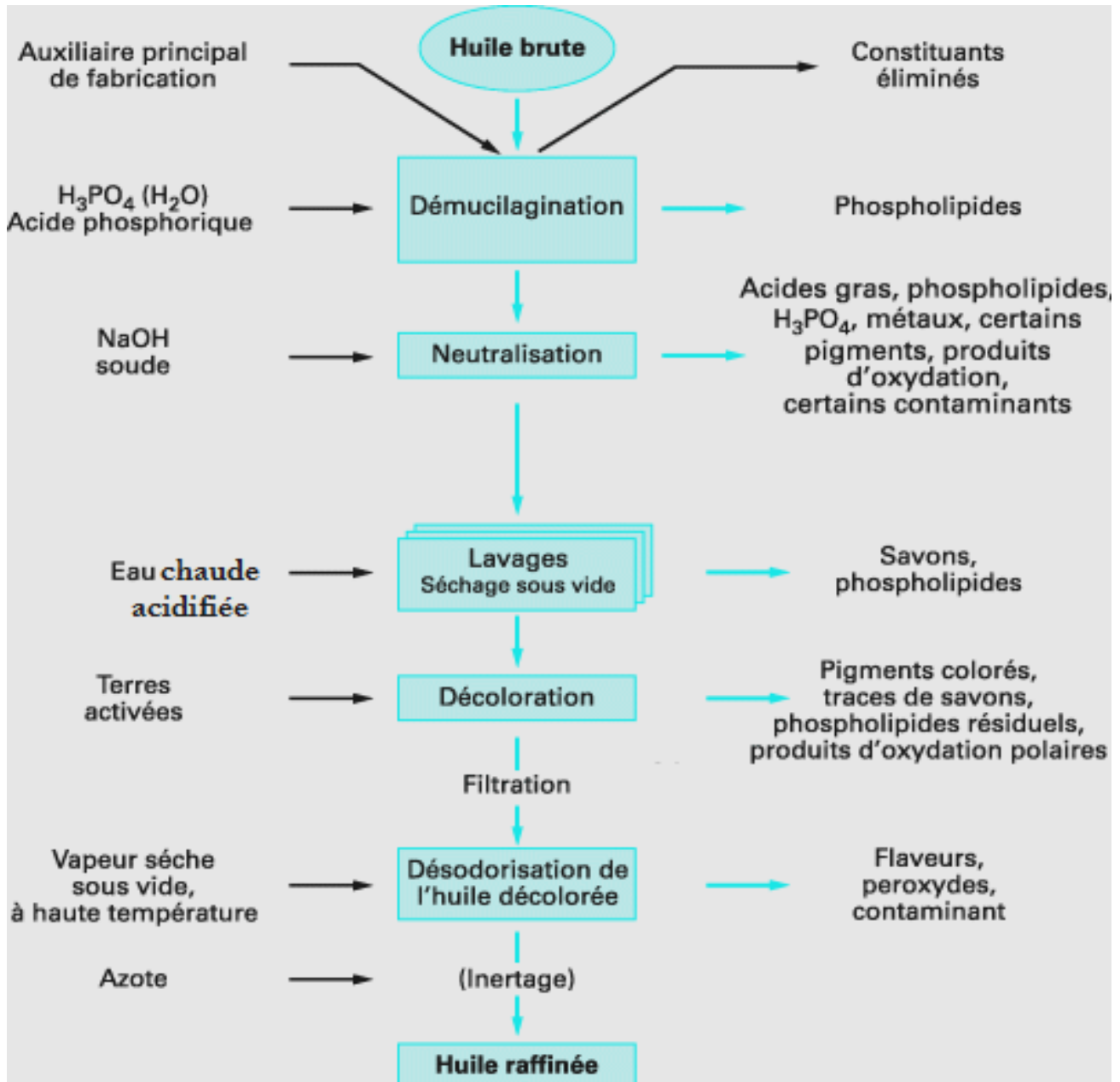


Figure 6: Schéma général du raffinage de l'huile de soja au sein de la SIOF

### III. Conditionnement :

#### 1. Définition :

Le magasin de conditionnement est un magasin où l'huile raffinée sera remplie dans des bouteilles ou bidons qui s'emballent dans des cartons, ensuite dans des palettes, et sont déposés dans le stock des produits finis. Le magasin est constitué de deux lignes de production :

**La première ligne** : ½ L et 1 L.

**La deuxième ligne** : 2L et 5L.

#### 2. Description des étapes du conditionnement :

##### **Le soufflage:**

Le soufflage est une première étape qui engendre plusieurs sous étapes :

**Chauffage** : les préformes subissent un chauffage dans un four pour que la matière devient pâteuse.

**Étirage** : l'étirage par une tige d'élongation donne à la bouteille la hauteur prévue.

**Pré soufflage** : le pré soufflage sous une pression de 7bar, a pour but de préparer la matière à subir une pression lors du soufflage.

**Soufflage** : s'effectue sous une pression de 40bar.

**Dégazage** : donne à la bouteille sa forme finale.

##### **Remplissage et bouchage:**

Cette étape consiste à remplir les bouteilles par l'huile à l'aide de la remplisseuse, ces bouteilles seront par la suite fermées de la boucheuse.

##### **Étiquetage et codage :**

Les bouteilles remplis seront étiquetées et codées.

##### **Mise en carton :**

Finalement, les bouteilles sont dirigés vers une casseuse où elles seront remplies dans des cartons qui sont remis par la formeuse, les cartons sont par la suite fermés puis encaissés manuellement et transportés vers les magasins de stockage.

#### **IV. Les analyses effectuées au sein du laboratoire de la SIOF :**

Pour garantir la qualité des huiles produites, il faut veiller sur la qualité des produits par plusieurs contrôles faisant intervenir les techniques de la chimie analytique.

##### **✚ Les analyses effectuées au sein de la SIOF sont :**

- Contrôle de l'acidité de l'huile.
- Contrôle de savons.
- Analyses de la pâte de neutralisation.
- L'humidité.
- L'indice de peroxyde.
- Contrôle de la transmittance.
- Dosage du phosphore.

# CHAPITRE 4 :

*La fortification de l'huile de soja raffinée par les vitamines A et D3.*



## I. Introduction :

Les différentes études réalisées à l'échelle internationale ont montré que la mortalité et la morbidité maternelles et infantiles sont liées directement ou indirectement aux carences en micronutriments.

Et c'est pour ça Le Ministère de la Santé a adopté depuis l'année 2000, un programme national de fortification des aliments de base qui représente le moyen le plus viable pour lutter contre les troubles dus aux carences en micronutriments.

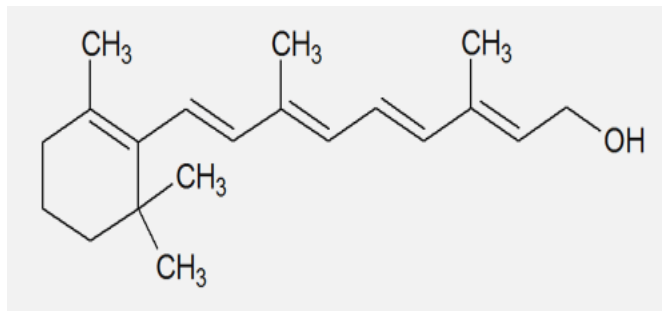
La fortification des aliments de base consiste à ajouter industriellement des vitamines et/ou des sels minéraux a des produits alimentaires de large consommation dans le but de renforcer leur contenu nutritionnel global.

Et par exemple La farine est fortifiée en fer, en acide folique et en vitamines du groupe B, l'huile de table et le lait en vitamines A et D3 et le sel en Iode.

Grâce à la signature d'une convention avec l'Association Professionnelle des Fabricants d'huile au Maroc en 2004, 95 % des huiles de table vendues sur le marché, aujourd'hui, i sont fortifiées en vitamines A et D3.

## II. Description des vitamines A et D3 :

### 1. Vitamine A :



**Figure 7: Structure de la vitamine A.**

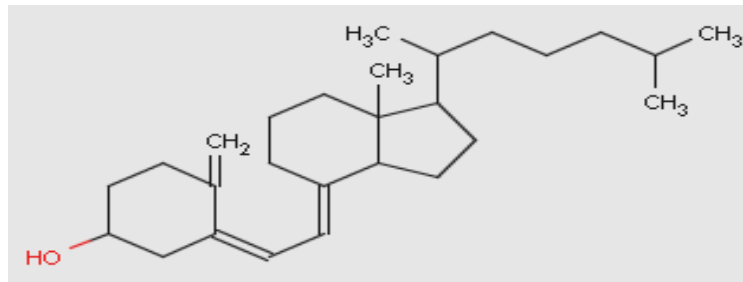
La vitamine A exerce plusieurs fonctions dans le corps humain. Elle intervient au niveau de la santé des yeux (vision) et du système immunitaire, elle favorise la croissance des cellules et des os.

Il existe deux sources de vitamine A dans l'alimentation :

- Vitamine A d'origine animale : Rétinol ou vitamine A présente dans le foie, la viande, les œufs, le beurre, le lait et ses dérivés.
- Vitamine A d'origine végétale : caroténoïde ou provitamine A présente dans le persil, la coriandre, les légumes jaune orange dans les carottes, les pêches, les abricots.

Une carence en vitamine A peut entraîner la sécheresse de la peau, de l'anémie et un retard de croissance

## 2. La vitamine D3 :



**Figure 8: Structure de la vitamine D3.**

La vitamine D3 augmente la teneur en minéraux des os, facilite l'absorption du calcium et du phosphore et limite la perte de minéraux par l'urine. La principale source de vitamine D est la lumière du soleil, mais on peut trouver la vitamine D3 dans les poissons, la viande, le lait et ses dérivés et les œufs.

La vitamine D3 est indispensable à l'absorption du calcium nécessaire à la formation du squelette et des dents.

Une carence en vitamine D3 entraîne une faible absorption du calcium et un ramollissement des os.

### **\*\*Remarque\*\***

Après tout ce long processus du raffinage le produit doit avoir les critères suivants avant l'ajout de la vitamine A et D3 :

- Acidité inférieure à **0,1%**.
- Teneur en phosphore inférieure à **5 ppm**.
- Taux de savon égale à **0 ppm**.
- Humidité inférieure à **0.1%**.
- Absence de chlorophylle et de carotène car se sont des agents de photo-oxydation.
- Absence de fer et de cuivre car ce sont des catalyseurs d'oxydation.
- Absence d'odeur indésirable et de flaveur.

Les vitamines A et D3 ont toutes les deux un intervalle étroit de concentrations de sécurité qui, lorsqu'il est dépassé, peut entraîner des symptômes d'intoxication.

**Norme :**

**1 Kg** d'huile doit avoir une quantité de vitamine **A** et **D3** entre **30 000 à 45 000 UI/Kg**.

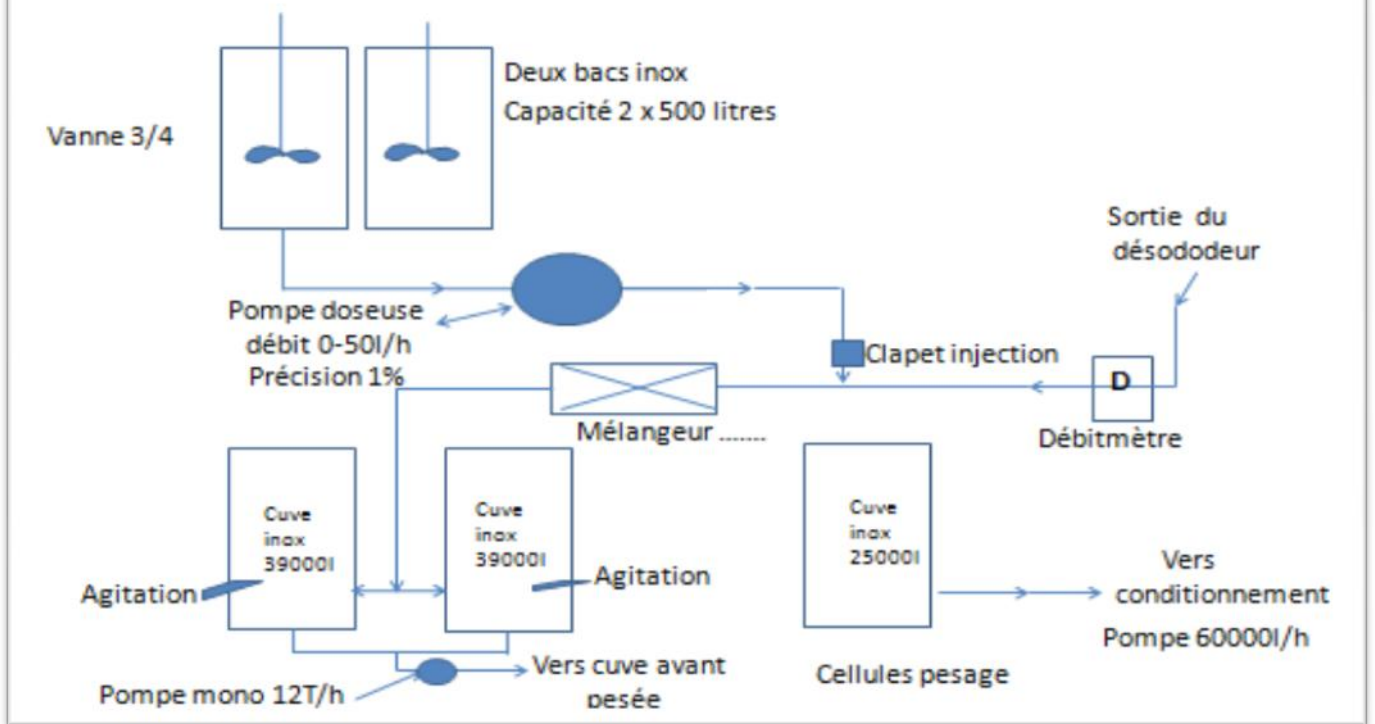
Quand la quantité de vitamine en (UI/g) d'huile **dépasse 45 000 UI/Kg**, l'huile devient **toxique**.

### **III. Les spécifications des équipements de fortification :**

Le circuit d'enrichissement de l'huile de table comprend le matériel suivant :

- Un réfrigérateur capable de stocker l'équivalent de deux mois de consommation en prémix vitaminé.
- Deux bacs agités en inox, de capacité 500 litres chacun, pour la préparation du prémix vitaminé.
- Une pompe doseuse en inox à débit régulé de 0 à 50 l/h avec une précision de 1%.
- Un clapet d'injection de la préparation du prémix vitaminé.
- Un mélangeur statique entièrement en inox.
- Deux cuves agitées en inox, de capacité 39 000 litres pour compléter et assurer un mélange intime entre l'huile et la vitamine A, D3.
- Une pompe mono anti-émulsion pour le transfert de l'huile.
- Une pompe grande débit pour le transfert de l'huile fortifiée vers l'atelier de conditionnement.

## Vitaminisation de l'huile de table



### IV. La variation de la pompe doseuse des vitamines A et D3 en fonction du débit de l'huile raffinée:

L'entreprise SIOF effectue l'étape de fortification en se basant sur le tableau suivant qui représente la variation du débit de la pompe en fonction du débit d'huile raffinée :

Débit de l'huile raffinée (T)	Graduation	P <sub>1</sub> (kg) : Débit de la pompe doseuse en 10 min	P <sub>1</sub> (kg) : Débit de la pompe doseuse en 4h	qt : la quantité de vitamine en (UI/g) de l'huile
4	18	1.90	45.71	30
4.250	19	2.02	48.57	30
4.500	20	2.14	51.43	30
4.750	22	2.26	54.29	30
5	23	2.38	57.14	30
5.250	24	2.50	60.00	30
5.500	25	2.62	62.86	30
5.750	26	2.74	65.71	30
6	28	2.86	68.57	30
6.250	29	2.98	71.43	30
6.500	31	3.09	74.29	30
6.750	32	3.21	77.11	30
7	33	3.33	80.00	30
7.250	34	3.45	82.86	30
7.500	35	3.57	85.71	30
7.750	36	3.69	88.57	30
8	38	3.81	91.43	30

**Tableau 1:variation du débit de la pompe doseuse en fonction du débit de l'huile raffinée.**

### 1. Calibrage de la pompe :

Le but de ce calibrage est de vérifier les résultats de l'entreprise en passant par ces différentes étapes :

✚ **Pratiquement** : calcul du débit de la pompe doseuse de vitamine A et D3

-On varie la graduation de la pompe entre 20 et 40, pour chaque essaie.

- On remplit le bidon pendant 10 min en vitamine, puis le pesé.

⇒ Poids net (g) \* 10<sup>-3</sup> = Débit de la pompe (Kg)

✚ **Théoriquement** : le débit de la pompe doseuse de vitamine A et D3 théorique est calculé on utilise la relation suivante :

$$P_1(\text{Kg}) = \text{Débit de la pompe} = 0.476 * \text{débit d'huile raffinée.}$$

Avec :

- D<sub>HR</sub> : débit d'huile raffinée varie entre 4 à 8 T.

La quantité de vitamine en (UI/g) de l'huile est calculée on utilise cette formule :

$$qt \text{ (UI/g)} = 63 * P_1 \text{ (kg)} / D_{HR} \text{ (kg/h)} * 10^3$$

Et le tableau suivant résume les résultats trouvés :

Débit de l'huile raffiné (T)	Graduation	Poids net en (g)	P <sub>1</sub> (kg) : Débit de la pompe doseuse en 10 min	qt : la quantité de vitamine en (UI/g) de l'huile
4.500	20	2131.74	2.13	30
4.750	22	2280.92	2.28	30.24
5	23	2447.4	2.44	30.74
5.500	25	2597.8	2.59	30
6	28	2868.6	2.86	30
6.250	29	2920.04	2.92	29.5
6.500	31	3053.37	3.05	30
7	33	3325.17	3.32	30
7.500	35	3614.2	3.61	30.32
8	38	3876.6	3.87	30

**Tableau 2: variation du débit de la pompe doseuse en fonction du débit de l'huile raffinée.**

## **2. Interprétation des résultats :**

Le tableau ci-dessous présente le débit de l'huile raffinée en (T) et le débit de la pompe doseuse ainsi le degré de graduation pour préciser la quantité de la vitamine ajoutée à l'huile.

Les résultats obtenus du débit de la pompe doseuse et le débit de l'huile raffinée sont conformes aux résultats du cahier de charge de l'entreprise.

# *Conclusion.*

La SIOF occupe un domaine très important dans le marché des huiles en particulier. La société commercialise une large gamme d'huiles (tournesol, soja, huile d'olive.....) qui doivent être débarrassés des substances indésirables, d'où en fait appelle au procédé du raffinage en plusieurs étapes (telles que la démucilagination, la neutralisation, le lavage, le séchage, la décoloration, la filtration et la désodorisation) qui permettent d'éliminer les substances non désirées dans l'huile, représentant un grand risque pour la santé publique et une mauvaise conservation des huiles.

Les huiles raffinées peuvent être fortifiées par des sels minéraux, des vitamines ..., pour renforcer leur contenu nutritionnel global et pour lutter contre les carences de ces éléments.

La société SIOF procède à l'ajout des vitamines A et D3 (à différentes graduations qui varient entre 20 à 40) par une pompe doseuse en respectant un cahier de charge défini dans les normes.

Le contrôle et l'analyse des échantillons des huiles raffinées prélevés pendant la fortification par les vitamines A et D3 ont montré que les huiles obtenues sont dans les normes.