



Licence Sciences et Techniques (LST)

GENIE CHIMIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDES

Le suivi de la variation du taux des vitamines A et D3
en fonction du débit de l'huile de soja raffinée

Présenté par :

◆ MOUFID SANAË

Encadré par :

◆ Mm .FATIHA BOUSLAMI (SIOF)

◆ Pr. HICHAM CHTIOUI (FST)

Soutenu Le 17 Juin 2015 devant le jury composé de:

- Pr. H. CHTIOUI
- Pr. A. HAUDI
- Pr. C. AMEZIANE HASSANI

Stage effectué à SIOF

Année Universitaire 2014 / 2015

Dédicaces

Je tiens à dédier ce rapport à mes parents et à mes frères pour leur grand soutien. Je dédie aussi ce travail aux collaborateurs et les personnels de la Société Industrielle Oléicole de Fès pour leur surveillance et les conseils qui je ont prodigués tout au long de la durée de stage.

Sommaire :

<i>Dédicaces</i>	
<i>Remerciements</i>	
<i>Introduction</i>	
<i>Chapitre I : Présentation Générale de la Société industriel Oléicole Fès (SIOF) et du procédé Industriel De L'huile de Soja</i>	<i>1</i>
1-Présentation :	2
2-Historique:.....	3
3-organigramme:.....	3
II –La présentation générale des huiles :	5
1-Définition :	5
2-Composition :	5
3-Propriété physico – chimique des acides gras :	6
III –La présentation des huiles traitées au niveau de la SIOF :	8
1-Huile de soja :	8
2-Huile de Tournesol :	8
3-Huile de grignon :	9
4-Huile d'olive :	10
<i>Chapitre II : Le procédé du raffinage industriel de l'huile de Soja au Niveau de la Société Industrielle Oléicole Fès (SIOF)</i>	<i>11</i>
I - Le raffinage :	12
II-Etapes de raffinage de l'huile :	13
1-Démucilagination :	14
2 – Neutralisation :	14
3-Lavage.....	15
4-Séchage :	15
5-Décoloration :	15
6-Filtration :	16
7- Désodorisation :	16
8-Fortification :	17
9-Les étapes du conditionnement :	17
<i>Chapitre III : La variation de taux de vitamine A et D3 en fonction du débit de l'huile raffiné Au niveau De La Société Industrielle Oléicole Fès (SIOF)</i>	<i>19</i>
I-Fortification des huiles :	20
1-vitamine A :	20
2-vitamine D3.....	21
3-Circuit hydraulique de fortification de huile de table en vitamines A et D3 :	22
4-les spécifications des équipements de fortification :	23
5-Etude du débit de la pompe doseuse et la concentration des vitamines A et D3 :	26
6-Calcul pratique de la concentration des vitamines:	26



Projet de fin d'études



7- Solutions envisagés	28
<i>Conclusion</i>	29

Remerciements

Louange à **DIEU TOUT PUISSANT** de nous avoir accordé la force d'accomplir cet humble travail.

Tout d'abord je tiens à remercier le doyen de la faculté des sciences et techniques de Fès et tous les enseignants du Département de chimie pour leurs soutien.

Mes remerciements s'adressent aussi à mon encadrant *Pr H.CHTIOUI* pour ses conseils, ses directives et recommandations.

Je remercie également le chef de bureau du service chimie *Mme .FATIHA BOUSSELAMI* mon encadrant au sein de la SIOF de m'avoir tant donné et aidé dans les différentes tâches et étapes de ce stage.

Enfin, je tiens à exprimer mon profonde reconnaissance aux membres du jury *Pr.C.AMZIANE et Pr. A.HAOUDI* de nous avoir honoré de leur présence et de porter leur jugement sur ce modeste travail.

Que toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail trouve ici l'expression de mon gratitude.

Liste des figures

Figure 1 : organigramme de la société SIOF	3
Figure 2 : la structure du triglycéride.....	5
Figure 3 : la structure des acides gras.....	6
Figure 4: Soja.....	8
Figure 5: Tournesol	9
Figure 6 : Grignon	9
Figure 7 : Olive.....	10
Figure 8 : Schéma générale du procédé du raffinage de l'huile de soja.....	13
Figure 9: Vitamine A (Rétinol).....	21
Figure 10 : Vitamine D3 (cholécalfiérol).....	21
Figure 11: le circuit hydraulique de fortification de huile de Soja en vitamine A et D3.....	22
Figure 12 : schéma de fortification des vitamines A et D3.....	24
Figure 13 : la variation de la concentration en fonction du D_{HR}	27

Liste des tableaux :

Tableau 1 : propriétés physiques de quelques acides gras.....	7
Tableau 2 : Composition en acides gras d'huile de Soja	8
Tableau 3 : Composition en acides gras d'huile de Tournesol.....	9
Tableau 4 : Composition en acides gras d'huile d'Olive.....	10
Tableau 5: Les opérations effectuées au niveau du raffinage d'huile.....	12
Tableau 6 : La variation de la concentration de la vitamine en fonction du D_{rh} et D_p	27

Liste des abréviations :

SIOF : société industriel oléicole de Fès

S.A.R.L : société à responsabilité limité

S.A : société anonyme

PDG : Président - Directeur générale

DG : Directeur générale

DGA : Directeur générale adjoint

RH : Ressources humaines

Introduction

Le secteur agroalimentaire est un pilier de l'économie marocaine et une source importante de rentrée de devises Il permet également de répondre à la plupart des besoins alimentaires du pays en produits de première nécessité.

Le secteur agroalimentaire est également l'un des secteurs qui contribuent activement à la création d'emplois, du fait de la diversification des branches qui le constituent.

Les huiles et les graisses ont toujours constitué une part importante de ce secteur. Les huiles végétales offrent un large choix tant au niveau du goût, de l'utilisation, du prix, que de la qualité. Parmi ces produits, l'huile de soja qui nécessite un traitement de raffinage pour obtenir une huile prête à la consommation humaine.

Ce traitement doit garantir au consommateur un produit d'aspect engageant, neutre de goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassé de ses substances toxiques ou nocives.

Cette étude a été effectuée au sein de la société des huileries de SIOF pour effectuer mon stage. Elle est considérée l'une des grandes sociétés Marocaines spécialisées dans la production et la commercialisation de quelques produits Agroalimentaires comme l'huile d'olive, huile de table, huile de grignon,...

Mon stage vise à suivre la variation du taux des vitamines A et D3 en fonction du débit l'huile raffinée. la présence de ces vitamines dans l'huile est très importante, vu qu'elle peut corriger des problèmes de nul nutrition.

Ainsi ce travail sera divisé en trois parties :

- La première partie concerne la présentation de l'entreprise.
- La deuxième partie consiste à décrire le processus de production au sein de la société SIOF.
- La dernière partie porte sur de la variation de taux des vitamines A et D3 en fonction du débit l'huile raffinée.

Chapitre I

Présentation Générale de la Société industriel

Oléicole Fès (SIOF) et du procédé

Industriel De L'huile de Soja

I-Aperçu de la SIOF :

1-Présentation

La SIOF société industriel oléicole de (Fès) est l'un des sociétés les plus performantes à l'échelle nationale, c'est une société anonyme à vocation agro- alimentaires, plus exactement dans le domaine de l'extraction, raffinage et conditionnement des huiles alimentaires et conserves des olives.

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

- Le premier au quartier industriel DOKKARAT à Fès dont les activités sont : le raffinage et conditionnement des huiles alimentaires.
- La deuxième au quartier industriel SIDI IBRAHIM à Fès qui a intégré l'extraction des huiles de grignon, la conserve et le conditionnement d'olives de table.
- Le troisième à Ain TAOUJDATE spécialisé en extraction des huiles de grignon et qui intègre l'amont agricole.

La SIOF assure le raffinage de quatre produits :

- **SIOF** huile de table raffinée à base de soja.
- **MOULAY IDRIS** huile d'olive vierge courante.
- **ANDALOUSSIA** huile de grignon raffinée.
- **FRIOF** huile de friture 100% tournesol.

Le groupe SIOF possède un complexe qui comprend :

- Un matériel d'extraction de l'huile de grignon.
- Un matériel de raffinage d'huiles alimentaires.
- Une unité de fabrication, d'emballage et conditionnement des produits finis.
- Un réseau de distribution.

La SIOF a implanté 5 dépôts permettant une bonne distribution des produits sur les différents points du royaume comme suit :

- Dépôt à Casablanca.
- Dépôt à Oujda.
- Dépôt à Marrakech.
- Dépôt à Oued-Zem.
- Dépôt à Tétouan.

2-Historique:

La société industrielle oléicole de Fès (SIOF) a été créée en 1961 sous forme de S.A.R.L. tant qu'huilerie extraction d'huile de grignon et conserverie d'olives.

Depuis sa création, la société n'a pas cessé de se développer et voici les dates clés :

- 1966 : l'installation d'une raffinerie d'huiles alimentaires.
- 1972 : la fabrication d'emballages en plastique et le conditionnement des produits.
- 1980 : la distribution du produit SIOF s'étend sur tout le royaume Maroc.
- 1980 et 1984 : la modernisation de l'outil de production.
- 1985 : la société se transforme en S.A avec un capital de 30 millions de Dirhams.
- 2003 et 2004 : la société installe deux machines de soufflages pour la fabrication des Bouteilles en PET.

3-Organigramme de la SIOF :

L'organigramme s'agit d'une représentation schématique de la structure de la SIOF.

Cette représentation est très importante et indispensable pour tout organisme professionnel

Comme la société industrielle oléicole Fès (SIOF).

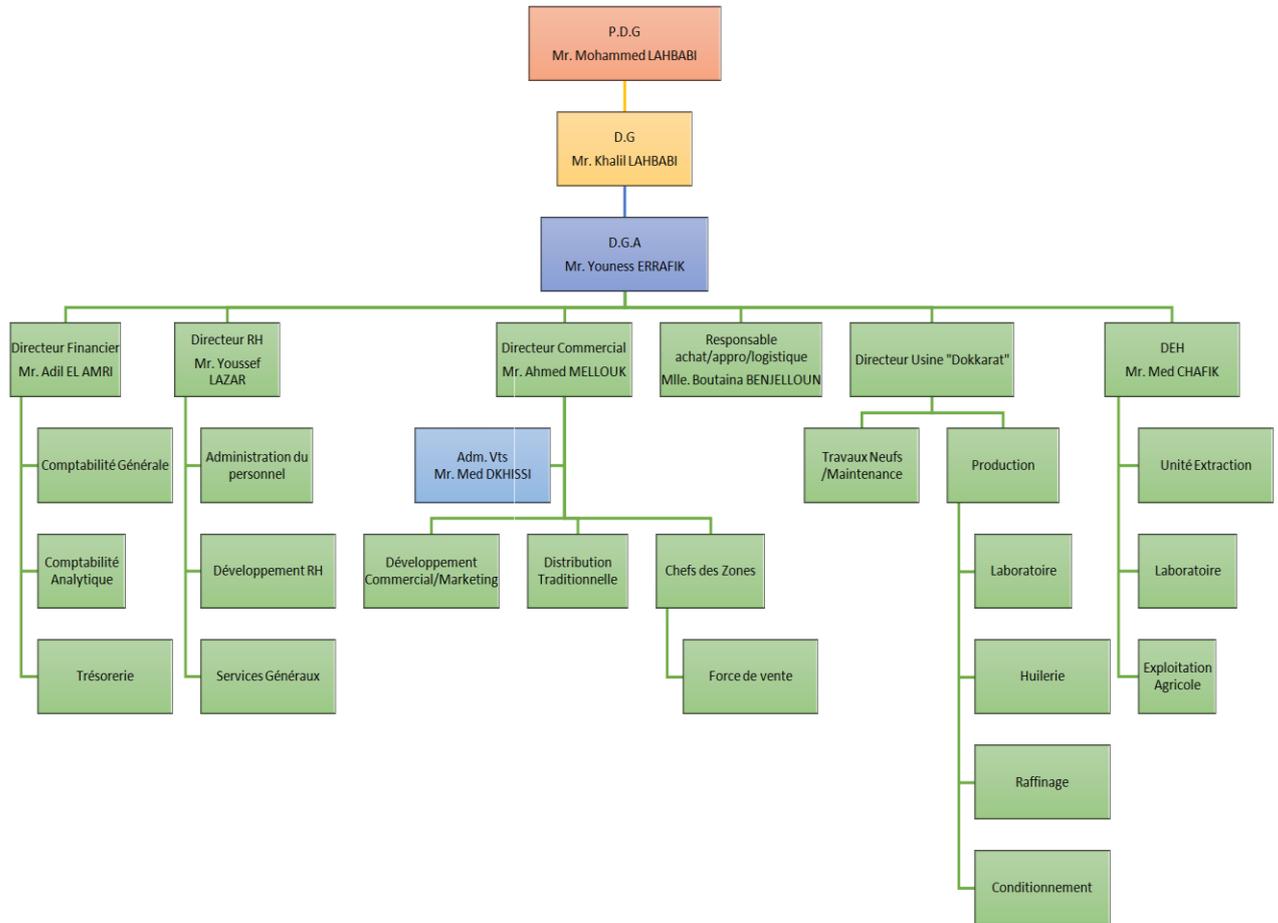


Figure 1 : organigramme de la société SIOF

II –La présentation générale des huiles :

1-Définition :

Les huiles est une matière grasse ; insoluble dans l'eau et généralement fluide à la température de 15 °C .l'huile est utilisée depuis les temps anciens la première matière grasse utilisée par l'homme primitif fut la graisse fondue des carcasses d'animaux.

A l'alimentation on se sert surtout d'huiles végétales obtenues des légumineuses (soja) ; des graines (tournesol ; colza) des céréales (maïs) ; des fruites (olive ; grignon).

2-Composition :

Les huiles végétales sont constitués principalement **d'acides gras** qui sont surtout **des triglycérides** (ester triple d'acide gras et glycérol) .Elles contiennent aussi d'autres éléments comme la Vitamine E et la Lécithine.

Les structures générales du triglycéride et des acides gras :

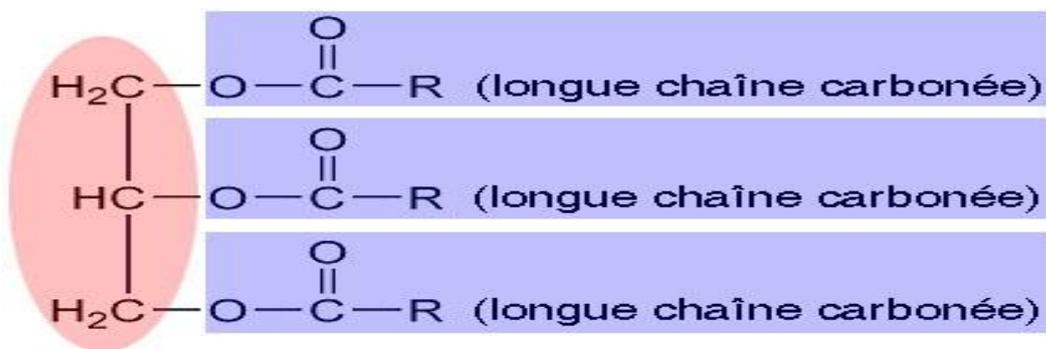
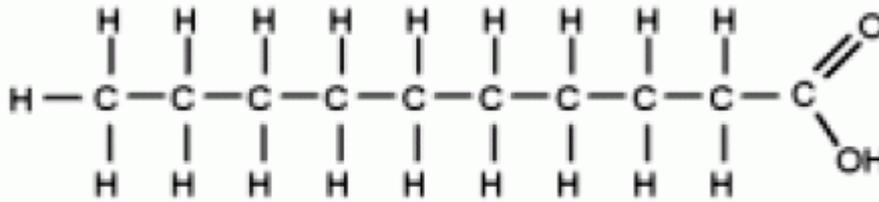


Figure 2 : la structure du triglycéride



Acide gras

Figure 3 : la structure des acides gras

3-Propriété physico – chimique des acides gras :

Les acides gras sont des acides carboxyliques à chaîne aliphatique hydrophobe saturée ou insaturée. Appartenant à la catégorie des lipides, ils font l'objet de plusieurs nomenclatures : la nomenclature internationale normalisée, une nomenclature communément appelée «oméga» et une nomenclature usuelle.

On trouve 2 types d'acide gras :

- **Les acides gras saturés** : sont des acides gras dont tous les atomes de Carbone sont saturés en hydrogène.
- **Les acides gras insaturés** : sont des acides qui comportent une ou plusieurs liaisons carbone-carbone .**Il est possible de rompre une de ces liaisons par l'ajout des atomes d'hydrogène et dans ces acides on trouve :**
 - **Les acides gras mono-insaturés** : sont des acides gras qui comportent une ou plusieurs doubles liaisons, le plus fréquent est l'acide oléique (C18 :1).il se trouve dans tous les corps gras.
 - **Les acides poly- insaturés** : sont des acides gras qui comportent plusieurs doubles liaisons. les deux acides gras essentiels sont l'acide linoléique (C18 :2) et l'acide alpha linoléique (C18 :3).

a) Propriété physique des acides gras :

	Nombre d'atomes de Carbone	T (°C) de fusion	Taux d'insaturation
Acide butyrique	4	-8	0
Acide palmitique	16	63	0
Acide stéarique	18	69	0
Acide oléique	18	16	1
Acide linoléique	18	-5	2
Acide linoléiques	18	-11	3

Tableau 1 : propriétés physiques de quelques acides gras

b) Propriété chimique des acides gras :

Les acides gras font partie de la famille des lipides, molécules organiques insolubles dans l'eau. Les lipides ont fait l'objet de nombreuses classifications et parmi de ces molécules qui est à base des acides gras sont : Les triglycérides, les cérides et les phospholipides.

Les triglycérides :

Les triglycérides ou plus exactement les triacylglycérols sont des triples esters d'acides gras et de glycérol.

Les cérides :

C'est des mono esters d'acide gras et d'alcool gras aliphatique à longue chaîne.

Phospholipides :

Les phospholipides constitué de deux résidus d'acides gras estérifiant un résidu glycérol lui-même estérifié par un résidu phosphate, cet ensemble formant un acide phosphatidique lié, à travers une liaison phosphodiester, à l'alcool (groupe hydroxyle) d'une molécule polaire telle que :

- la sérine, donnant une phosphatidylsérine.
- l'éthanol amine, donnant une phosphatidyléthanolamine.
- la choline, donnant une phosphatidylcholine.

III –La présentation des huiles traitées au niveau de la SIOF :

1-Huile de soja :

C'est une plante grimpante originaire d'Asie cultivée pour ses graine oléagineuses, elle renferme une grande quantité de protéines et constitue l'un des aliments naturels riches en glucides, potassium, calcium, magnésium, vitamines A et D et le fer.

L'huile de soja extraite de la fève par broyage ou extraction chimique est jaunâtre, légère et onctueuse. Cette huile est facilement absorbée et elle est riche en vitamine E, acides gras polyinsaturés et la lécithine. Les grands pays producteurs de Soja sont : les Etats-Unis, le Brésil, l'Argentine et la chine.



Figure 4: Soja

Les Compositions des acides gras dans l'huile de Soja sont :

Nom d'acide gras	% dans l'huile de Soja
Acides gras satures	14.40
Acides gras mono insaturés	23.3
Acides oléique	22.8-25
Acides gras polyinsaturés	57.9
Acides linoléique	51
Acides gras linoléique	6.8-7.5

Tableau 2: Composition en acides gras de l'huile de Soja

2-Huile de Tournesol :

Cette plante est très cultivée pour ses graines riches en huile alimentaire (environ 40% de sa composition). L'huile de Tournesol est extraite des graines soit par broyage ou extraction. Sa saveur est douce, elle rappelle le gout de la graine de Tournesol fraîche. C'est une huile très fluide d'un jaune plus ou moins pâle .Cette huile se prête à tous les usages car elle

renferme des acides gras essentiels et est riche en Vitamine E. D'une couleur jaune d'or, elle a une légère odeur de noisette.



Figure 5: Tournesol

Les Compositions des acides gras dans l'huile de Tournesol sont :

Nom d'acide gras	% dans l'huile de Tournesol
Acide linoléique	70
Acide oléique	20
Acide palmitique	6
Acide stéarique	5

Tableau 3 : Composition en acides gras de l'huile de Tournesol

3-Huile de grignon :

Les grignons d'olives sont un sous-produit du processus d'extraction de l'huile d'olives composés des peaux, des résidus de la pulpe et des fragments des noyaux .Les grignons sont les résidus solides résultats de l'extraction d'huile. Le grignon est séché, broyé et traité au solvant. Les grignons purs se présentent comme un très bon combustible, d'emploi facile et doté d'un pouvoir calorifique élevé, qui peut être utilisé comme substitut du bois de chauffage en granulés pour chaudières.



Figure 6 : Grignon

4-Huile d'olive :

L'huile d'olive est l'huile provenant uniquement du fruit de l'olivier. L'huile d'olive vierge désigne un pur jus de fruit extrait à partir des olives par des procédés physiques qui n'altèrent pas la qualité de l'huile initialement présente dans les olives.

Cette virginité confère à l'huile d'olive des caractéristiques nutritionnelles et organoleptiques (arômes et saveur) uniques.

L'huile d'olive raffinée est issue du raffinage de l'huile d'olive lampante qui est une huile d'olive vierge mais non propre à la consommation du fait de la méthode d'extraction utilisée, de son odeur ou de son goût défectueux, ou de son taux d'acidité supérieur à 2%. L'huile raffinée est incolore, inodore et sans saveur.



Figure 7 : Olive

Les Compositions des acides gras dans l'huile d'olive sont :

Nom de l'acide gras	% dans l'huile d'olive
Acide palmitique	7.5-20
Acide stéarique	0.5-5
Acide oléique	55-83
Acide linoléique	3.5-20
Acide linoléique	0-1.5

Tableau 4 : Composition en acides gras de l'huile d'Olive.

Chapitre II

Le procédé du raffinage industriel de l'huile de Soja
au niveau de la Société Industrielle Oléicole Fès
(SIOF)

I - Le raffinage :

Le raffinage constitue une étape essentielle de la technologie de production des huiles et corps gras naturels, permettant d'obtenir une qualité conforme aux exigences des différents secteurs utilisateurs, c'est un procédé relativement récent qui devient de plus en plus important dans l'industrie agroalimentaire. Les huiles brutes obtenues par pression mécanique ou extraction par solvant contiennent de nombreux composés : certains sont très utiles tels que les vitamines, d'autres sont nuisibles à leur qualité ou à la santé (phospholipides, gommes, acides gras libres, pigment, agent odorant).

Le raffinage est donc une série d'opérations qui consiste à éliminer au mieux ces composés nocifs afin d'obtenir des huiles aux qualités organoleptiques et chimiques les meilleures possibles.

Le raffinage effectué au niveau de la *SIOF* est un raffinage chimique qui se fait selon les opérations élémentaires suivantes :

Opération	Composés éliminés ou réduits en quantités
Démucilagination	<ul style="list-style-type: none"> Composés hydratables tel que les phospholipides
Neutralisation alcaline	<ul style="list-style-type: none"> Acides gras libres Phospholipides résiduels Matières colorantes (réduites)
Séchage	<ul style="list-style-type: none"> Humidité (réduite)
Décoloration	<ul style="list-style-type: none"> Agents colorants : chlorophylle, caroténoïdes Agents toxiques
Désodorisation	<ul style="list-style-type: none"> Acides gras libres Tocophérols (réduits) Résidus de pesticides et mycotoxines

Tableau 5: Les opérations effectuées au niveau du raffinage de l'huile

Au niveau de cette société, deux lignes de production séparées l'une de l'autre sont à distinguer :

- La 1ère ligne est réservée au raffinage des huiles de *Tournesol* et celle de *grignon*.
- La 2ème ligne est réservée à l'huile brute de *Soja*.

II-Etapes de raffinage de l'huile :

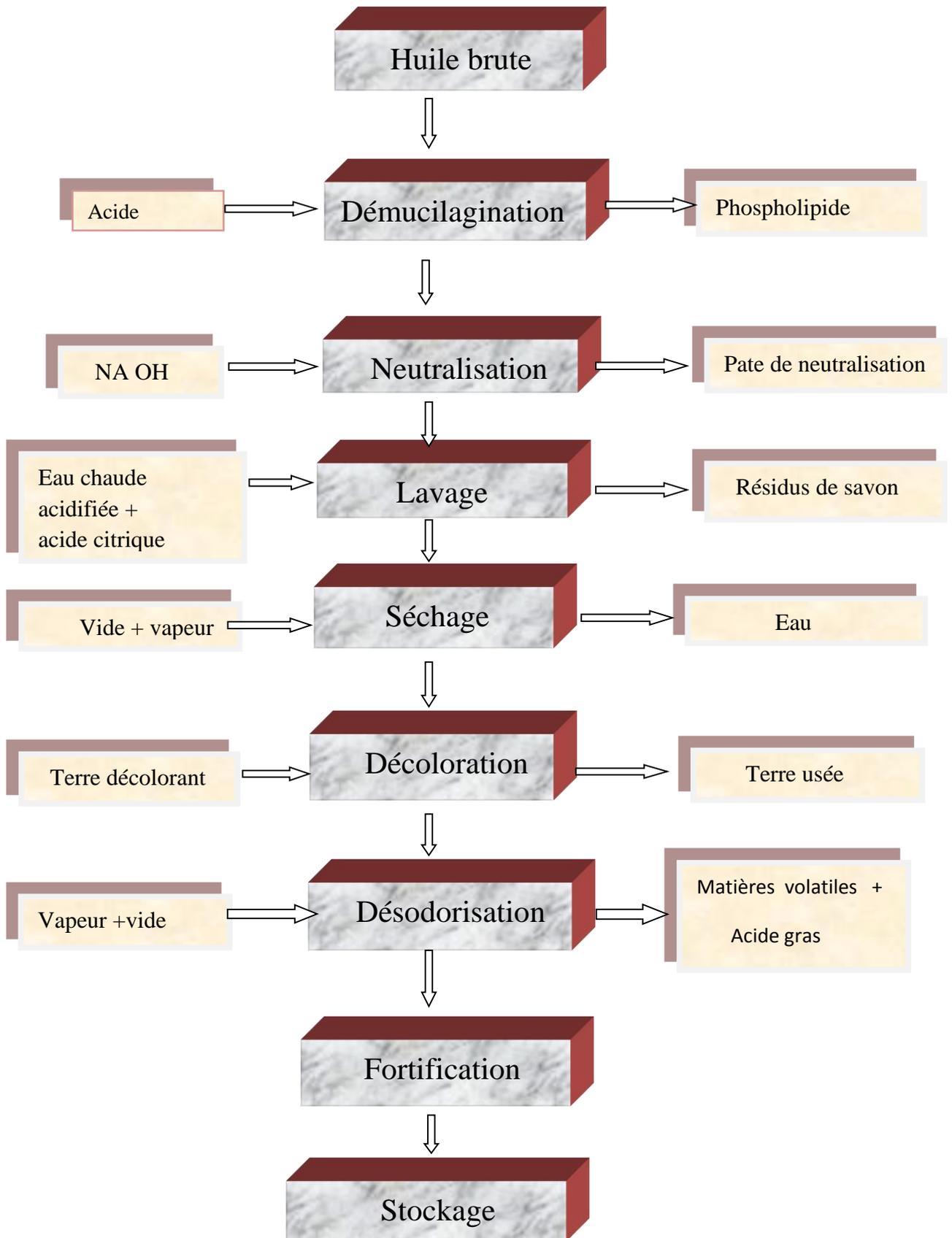


Figure 8 : Schéma générale du procédé du raffinage de l'huile de soja

1-Démucilagination :

a)Le but et le principe :

Démucilagination (ou dégomme) : elle permet de débarrasser les huiles brutes des mucilages qui sont des phospholipides (glycérides liés à l'acide phosphorique et à une base azotée), les lécithines, les pigments, les impuretés Mécanique etc...., l'ensemble de ces produits sont souvent désigné sous le nom de gomme provenant des enveloppes de la graine.

b) le procédé :

Le procédé de la dégomme de la SIOF se fait comme suit :

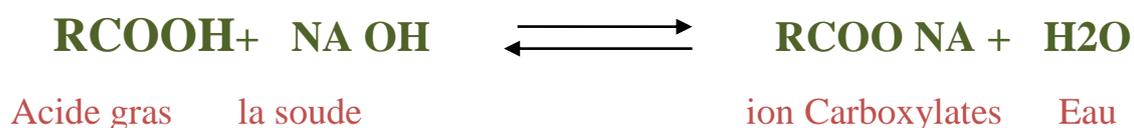
- L'huile de Soja reçoit un appoint de 2 à 3 % d'eau dans les machines maturateurs pour gonfler les phospholipides hydratables et pour qu'elles soient faciles à les séparer.
- L'huile est filtrée dans un filtre à double corps contenant chacun d'eux un tamis pour éliminer les substances grossières.
- Après, l'huile est chauffée à 90°C par la vapeur des eaux adoucies venant de la chaudière, cette opération visant à diminuer la viscosité de l'huile qui va être pompée vers le bac de contact.
- L'opération se poursuit par injection de l'acide phosphorique commercial à 75 % par une pompe doseuse à raison de 1 à 3 % (une concentration de l'acide supérieur à la norme peut provoquer une coloration très foncée et l'altération de la qualité de l'huile).
- L'huile et l'acide passent alors dans un mélangeur pour la dispersion d'acide dans l'huile, avant de le refouler vers le bac de contact pendant 15 à 20 min (temps de séjours) pour la séparation des phospholipides non hydratables.

2 – Neutralisation :

a)Le but et le principe :

Les graines destinées à la production de l'huile raffinée sont très souvent de qualité inférieure, elles ont un taux élevé d'acides gras libres (2 à 10% selon la graine oléagineuse et les conditions de stockage, et aussi d'hydrolyse Enzymatiques).

La neutralisation par la soude élimine les acides gras sous forme de savons appelés communément pâtes de neutralisation. La réaction de saponification est la suivante :



b) le procédé :

A l'aide d'une pompe doseuse, la soude est injectée dans l'huile provenant du bac de contact : 16 à 18% (débit = 80 L / h) pour l'huile de Soja et 20 % pour l'huile de grignon 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 envoyé vers le séparateur à bol auto-débordeur destiné à séparer les pâtes de neutralisation.

3-Lavage

a) Le but et le principe :

Le lavage permet d'éliminer la soude en excès, le savon restant dans l'huile sortante du séparateur ainsi que les dernières traces de métaux de phospholipides et autres impuretés, l'huile neutralisée reçoit de l'eau chaude et de l'acide citrique avant de passer dans un séparateur qui assure la séparation.

b) Le procédé :

L'huile sortante du 1^{er} lavage reçoit à nouveau 5 % d'eau et d'acide citrique 30 % dans un séparateur manuellement débordeur ce qui facilite l'élimination des savons, après elle passe dans un mélangeur rapide. Le mélange est séparé par centrifugation.

4-Séchage :

L'humidité présente dans l'huile lavée est éliminée avant l'opération de décoloration car la présence des traces de l'eau diminue l'activité de la terre décolorante et provoque le colmatage rapide des filtres.

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 (60mmHg).

5-Décoloration :

a) Le but et le principe :

Après le séchage, l'huile passe à la décoloration qui vise à éliminer les peroxydes, les produits secondaires d'oxydation et essentiellement les pigments colorés (les chlorophylles et les carotènes). Elle fait intervenir le Phénomène d'adsorption sur la terre décolorante et le charbon actif.

b) Le procédé :

- 80 % de l'huile se dirige directement vers le décolorateur.
- 20 % d'huile se dirige vers un mélangeur de la terre. Le mélange entre l'huile et la terre est assurée dans une petite cuve munie d'un agitateur. Une courte durée de contact est suffisante pour avoir un bon mélange. L'opération se fait à une température de 114°C, une agitation efficace favorise le contact et permet délimiter le temps de réaction à une demi-heure. L'opération s'effectue toujours sous vide léger de façon à empêcher l'oxydation qui est favorisée par la dispersion de l'huile sur les particules de terre.

6-Filtration :

a)Le but et le principe :

La séparation de l'huile et la terre usée s'effectue par filtration. La filtration s'effectue à travers un milieu poreux constitué par une toile métallique filtrante, ce qui permet le passage de l'huile seulement.

b) le procédé :

L'huile après décoloration est envoyée vers un gros filtre à plaque poreuses (le diamètre des pores est inférieur à celui des particules de la terre) où il y aura une séparation liquide-solide. On récupère à la fin de l'opération une huile décolorée d'une part, et d'autre part une terre usée. La filtration poursuit dans les filtres à poches. Chacun de ces derniers contient 4 poches à toile pour s'assurer que l'huile ne contient plus de terre. Après la filtration, l'huile décolorée est envoyée vers un bac de stockage qui servira comme alimentation de l'opération de désodorisation.

7- Désodorisation :

a)Le but et le principe :

Les huiles décolorées présentent généralement un goût et une odeur désagréables produites par les acides gras libres volatils et les substances aromatiques.

Ces composés volatils possèdent des fonctions cétones et aldéhydes, provenant de la décomposition de peroxyde au cours des traitements effectués pendant le raffinage, ce défaut est accentué également par l'utilisation des terres activées qui confèrents à ces huiles un goût terreux très caractéristique.

b) Le procédé :

L'huile réchauffée est remplie dans le désodoriseur (Désodoriseur de Bernardine) ou elle reste assez de temps pour éliminer les odeurs et les saveurs indésirables, ce désodoriseur est de forme cylindrique verticale constitué de 5 compartiments, chacun d'eux comprends un système d'injection de vapeur sèche dans l'huile maintenue sous vide et soumise à une haute température variante entre 220 et 260°C.

8-Fortification :

La fortification a pour but essentiel d'élever la teneur en principes nutritifs. La fortification des aliments avec les vitamines A et D3 est une stratégie très efficace pour lutter contre les troubles dus aux carences en deux vitamines. Les vitamines A et D3 sont injectées à l'huile à l'aide d'une pompe doseuse (une quantité bien définie et précisée).A la fin, l'huile est stockée dans des citernes sous atmosphère azote.

9-Les étapes du conditionnement :

a- Le soufflage :

Le soufflage est la première étape du conditionnement, il se fait comme suit :

- Chauffage : les préformes subissant un chauffage dans un four pour que la matière devient pâteuse.
- Etirage : l'étirage par une tige d'élongation donne à la bouteille la hauteur prévue.
- pré- soufflage : le pré- soufflage sous une pression de 7 bar ; pour but de préparer la matière subit une haute pression lors de soufflage.
- Soufflage : s'effectue sous une pression de 40 bars.
- Dégazage : donne à la bouteille sa forme finale.

b- Remplissage et bouchage :

Cette étape consiste à remplir les bouteilles par l'huile à l'aide des remplisseuses ; ces Bouteilles seront par la suite fermées à l'aide de la boucheuse.

c-Etiquetage et codage :

Les bouteilles remplit seront étiquetées et codées.

d-Mise en cartons :

L'encaisseuses reçoit les bouteilles déjà remplit pour les mettre dans le cartons de forme parallélépipédique. Les cartons sont par la suite fermés et datés ; puis encaissés manuellement avant d'être stockés.

Chapitre III

Le suivi de la variation de taux de vitamine A et D3
en fonction du débit de l'huile de soja raffinée au
niveau de la Société Industrielle Oléicole Fès (SIOF)

I-Fortification des huiles :

La malnutrition due aux carences en micronutriments surtout les vitamines A et D3 affecte profondément l'état nutritionnel, la santé et le développement d'une proportion importante de la population marocaine. Ainsi plusieurs efforts sont faits pour se dépasser de ce problème, la solution la plus connue c'est la fortification des produits alimentaires (huile, margarine...etc.) par ces deux vitamines.

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

1-vitamine A :

La vitamine A est une vitamine liposoluble. Dans l'organisme, elle existe sous forme de rétinol, d'acide rétinoïque et de rétinyl phosphate. Ces molécules sont altérées l'oxygène de l'air, altérations accélérée la lumière et la chaleur.

Les aliments d'origine animale (viandes, produits laitiers et surtout foie) contiennent du rétinol et des esters de rétinol alors que les végétaux contiennent essentiellement des carotènes qui sont des précurseurs du rétinol.

Les besoins quotidiens en vitamine A pour un adulte sont estimés à 2 400 UI (femme, femme enceinte exceptée) ou à 3 400 UI (homme) soit de 0,7 à 1 mg environ.

Une unité internationale de vitamine A correspond à 0,3 μg de rétinol. Le rétinol est considéré l'unité de base, le rétinol-équivalent, ce qui permet de comparer l'activité vitaminique des différents dérivés de la vitamine A.

La forme la plus utile de vitamine A est le rétinol, bien qu'on puisse également en trouver sous forme de rétinol ou d'acide rétinoïque. Le rétinol est une molécule hydrophobe synthétisée à partir de l'isoprène. La vitamine A est impliquée dans la croissance des os et la synthèse de pigments de l'œil. Le rétinol est parfois utilisé dans le traitement des acnés sévères.

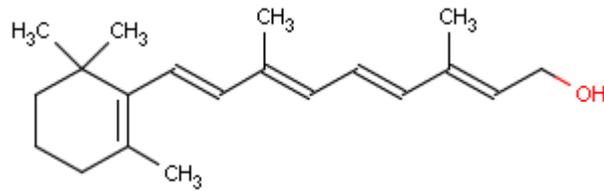


Figure 9: Vitamine A (Rétinol)

2-vitamine D3

La vitamine D est une vitamine liposoluble (soluble dans les graisses : les lipides). C'est une hormone retrouvée dans l'alimentation et synthétisée dans l'organisme humain à partir d'un dérivé du cholestérol sous l'action des rayonnements Ultraviolet de la lumière. Chez l'homme elle existe sous deux formes : D₂ (*ergocalciférol*) produite les végétaux ou D₃ (*cholécalfiérol*) d'origine animale. La vitamine D intervient dans l'absorption du calcium et du phosphore les intestins, ainsi que dans leur réabsorption les reins, sous l'influence de la PTH. Ses effets sont contrebalancés par la calcitonine.

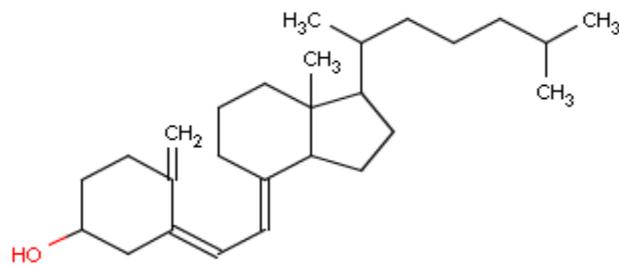


Figure 10 : Vitamine D3 (cholécalfiérol)

3-Circuit hydraulique de fortification de huile de table en vitamines A et D3 :

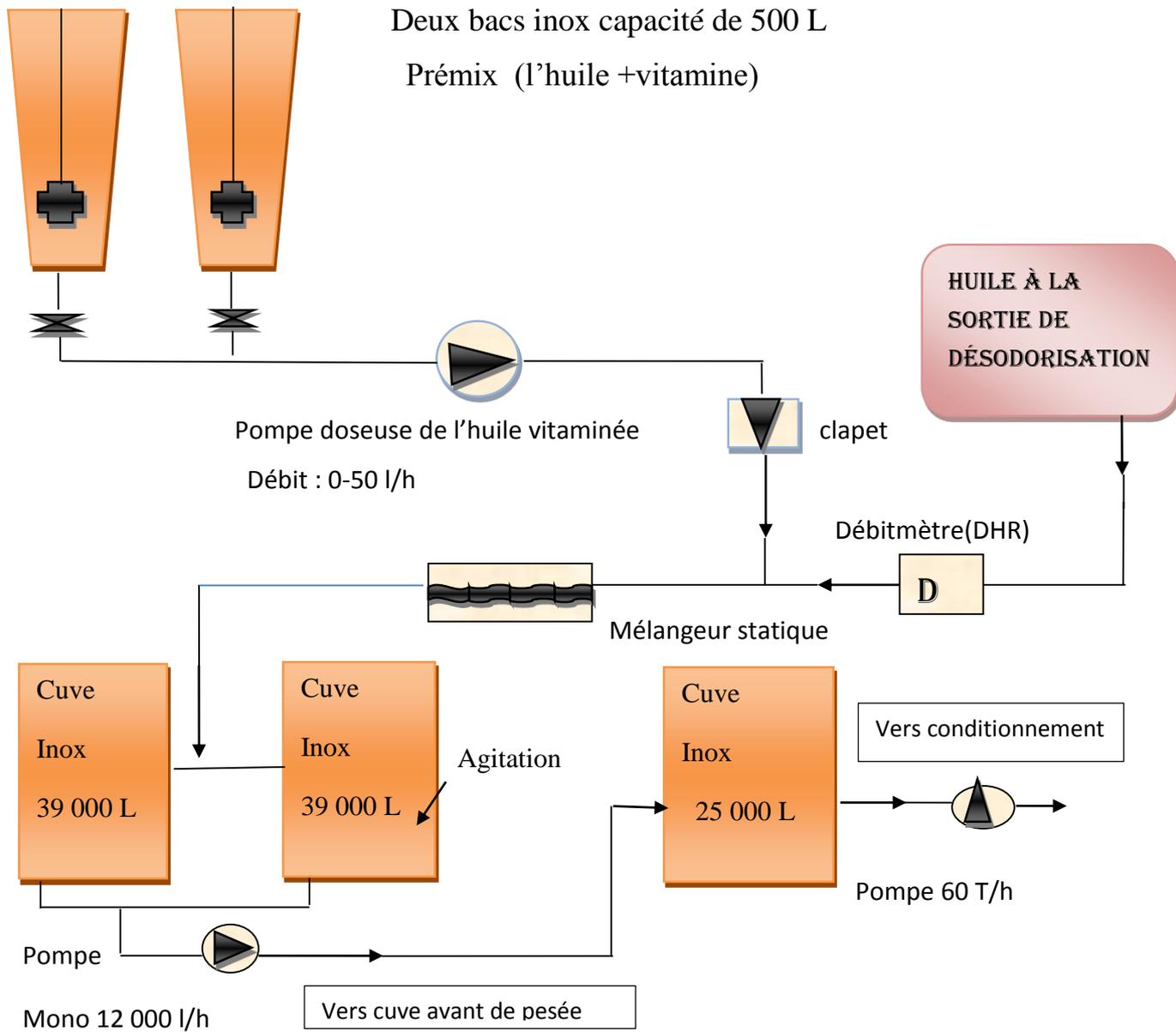


Figure 11: Circuit hydraulique de fortification de l'huile de Soja en vitamine A et D3

4-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 Pré-mix vitaminé.
- ▶ Deux bacs agités en inox de capacité 500 litres ; pour la préparation du pré -mix vitaminé
- ▶ Une pompe doseuse en inox à débit régulé de 0 à 50 l/h.
- ▶ Un clapet d'injection de la préparation du pré -mix 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 et D3.
- ▶ Une pompe mono anti- émulsion pour le transfert de l'huile vers le cuve avant de pèse.
- ▶ Une cuves en inox de capacité 25 000 litres ; montée sur une balance pour la Comptabilité matière de l'huile fortifiée.
- ▶ Une pompe grand débit pour le transfert de l'huile fortifiée vers l'atelier de Conditionnement.

4-1 Fonctionnement du circuit :

Le circuit illustré dans la figure précédente décrit les étapes de la fortification de l'huile après le raffinage en vitamines A et D3 Dans ce but, on mélange l'huile raffinée avec les vitamines A et D3 pures en deux temps :

- 1) On mélange les vitamines pures avec de l'huile raffinée à l'aide des deux bacs agités de 500 L afin de garantir la solution totale des vitamines dans l'huile.
- 2) Le mélange produit de l'étape précédente sera mélangé encore une fois avec l'huile raffinée sortante de la désodorisation à l'aide d'un mélangeur et de deux pompes :
 - Une pompe poussant l'huile raffinée, le débit de celle-ci est fixé selon la cadence de la production, ce débit est mesuré par un débitmètre numérique et affichée aux opérateurs.

- Une pompe réglable poussant l'huile vitaminée, le débit de cette pompe est contrôlé pour régler la concentration des vitamines au niveau du mélangeur.

5-Etude du débit de la pompe doseuse et la concentration des vitamines

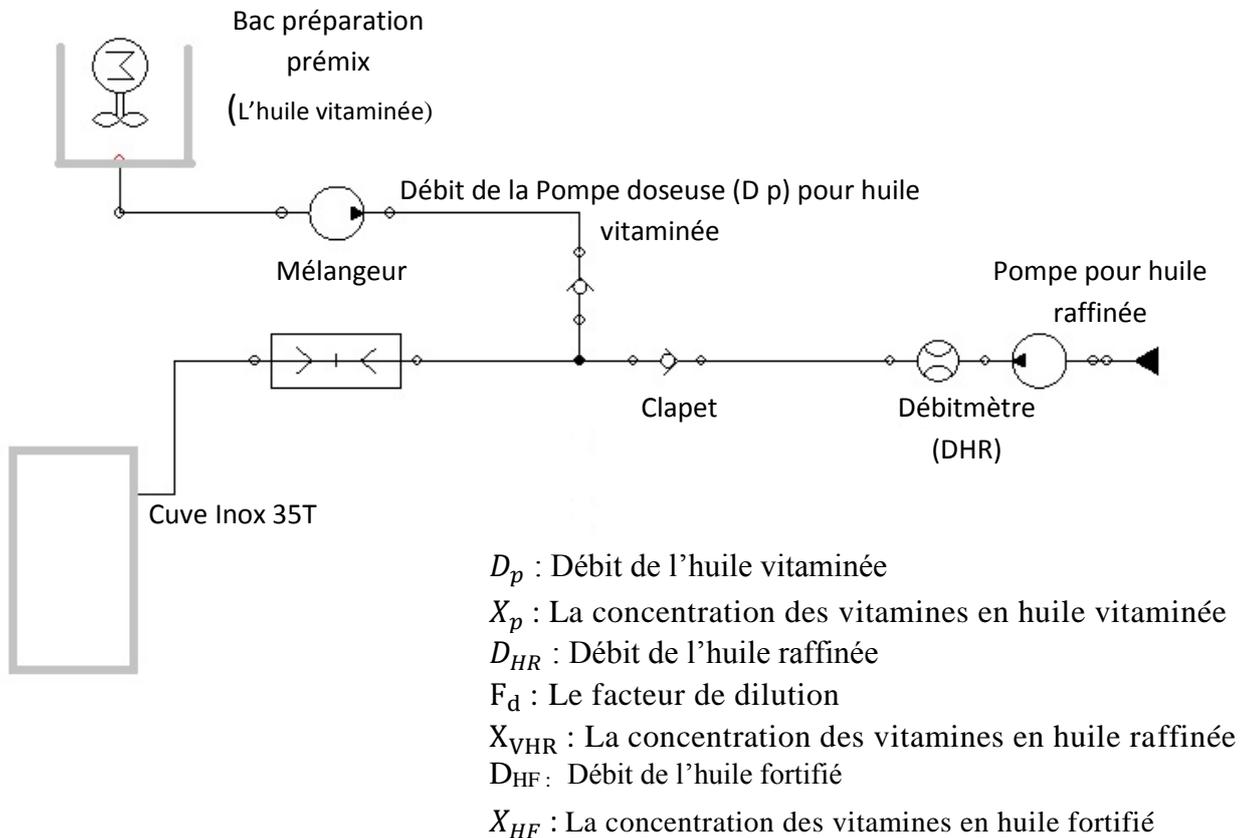


Figure 12 : schéma de fortification des vitamines A et D3

- La vitamine utilisée pour la fortification de l'huile est dosée à 10^6 UI/g (vitamine pure).
- La vitamine utilisée est composé de la vitamine A et D3
- L'huile raffinée perd durant le procédé du raffinage toute la quantité de la vitamine.

a) Calcul de la concentration finale des vitamines en huile

On mélange 5Kg de la vitamine avec 470 Kg de l'huile raffinée, le facteur de dilution sera :

$$F_d = \frac{\text{masse(Huile Raffinée) + masse(vitamines A et D3)}}{\text{Masse(vitamines A et D3)}}$$

D'où la concentration initiale après la dilution en UI/g est :

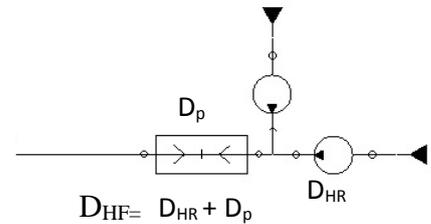
$$X_p = \frac{A \cdot 10^6 \cdot 10^3 (UI)}{(A+B) \cdot 10^3 (g)} = \frac{A \cdot 10^6}{A+B} \text{ en (UI/g)}$$

Avec : $F_d = \frac{A+B}{A}$ donc la concentration égale $X_p = \frac{10^6}{F_d}$

b) Le calcul de la concentration après le mélange :

Débit massique total : $D_{HF} = D_p + D_{HR}$

On a avant le mélange : la concentration $X_p = \frac{10^6}{F_d}$



Après le mélange on aura le débit égale : $D_p + D_{HR}$

Puisque l'huile raffinée ne contient pas de vitamines alors on a conservation de la masse de ce dernier et la relation de dilution sera :

On a au niveau de mélangeur : $(X_p \times D_p) + (X_{HR} \times D_{HR}) = X_{HF} \times D_{HF}$

ET $X_{HR} = 0$ donc : $X_{HR} \times D_{HR} = 0$

Alors que $X_p \times D_p = X_{HF} \times D_{HF}$

D'où : $(D_p \cdot 10^3 \cdot \frac{10^6}{F_d}) = X_{HF} \cdot (D_p + D_{HR}) \cdot 10^3$

Alors :

$$X_{HF} (UI/g) = \frac{10^6}{\left(\frac{D_{HR}}{D_p} + 1\right) \times F_d}$$

Détermination du Débit de la pompe doseuse D p :

La concentration finale X_{HF} doit être égale à 33 UI/g (30 UI de A et 3 UI de D3), donc on doit régler le débit de la pompe doseuse suivant l'équation suivante :

$$D_p = \frac{D_{HR}}{\left(\frac{10^6}{F_d * 33} - 1\right)}$$

6-Calcul pratique de la concentration des vitamines :

Pour calculer la concentration des vitamines ; il est impératif de calculer le débit de la pompe doseuse, on a pris 11 échantillons pendant 3 jours, les échantillons sont pris chaque fois que le débit d'huile raffinée change de valeur, le procédé est détaillé dans le paragraphe suivant.

Calcul le D_p et la $X(UI/g)$:

Pour calculer le débit de la pompe on suit les étapes suivantes :

- On pèse le bidon à vide ;
- On ouvre le clapet pendant 10 min ;
- On pèse à nouveau le bidon ;

La quantité de l'huile est celle du bidon rempli moins sa masse à vide (la tare)

Avec : 1 U.I = 10^{-6} g de vitamine.

Soit - m_i la masse initiale = la masse de la tare

- m_f la masse finale = masse de l'huile récupéré + la masse de la tare

Alors la masse de l'huile récupérée vaut $m_f - m_i$

La période du temps de l'essai est $\Delta t = 10$ min

Alors le débit massique est calculé par la relation suivante :

$$D_p = \frac{m_f - m_i}{\Delta t}$$

La concentration des vitamines en phase final est calculée par l'équation suivante :

$$X(UI/g) = \frac{10^6}{\left(\frac{D_{HR}}{D_p} + 1\right) * 95}$$

Les résultats sont :

Les Echantillons	Masse(g) = $m_f - m_i$	D_P (Kg/h)	D_{HR} (Kg/h)	X (UI/g)
Echantillon 1	2131,74	12,79	4500	29,83
Echantillon 2	2280,92	13,68	4750	30,24
Echantillon 3	2447,4	14,68	5000	30,82
Echantillon 4	2597,8	15,58	5500	29,74
Echantillon 5	2868,6	17,21	6000	30,10
Echantillon 6	2920,04	17,520	6250	29,42
Echantillon 7	3053,37	18,320	6500	29,58
Echantillon 8	3325,17	19,95	7000	29,91
Echantillon 9	3614,20	21,68	7500	30,34
Echantillon 10	3876,60	23,25	8000	30,51
Echantillon 11	4067,10	24,40	8500	30,13

Tableau 6 : La variation de la concentration de la vitamine en fonction du D_{HR} et D_p

D'après les consignes du SIOF et aussi le dossier élaboré par le ministère de la santé la concentration des vitamines doit être égale à 33 (UI / g).

Et l'intervalle de tolérance [30, 40] (UI / g).

Les résultats du tableau précédent sont illustrés par les graphes suivants :

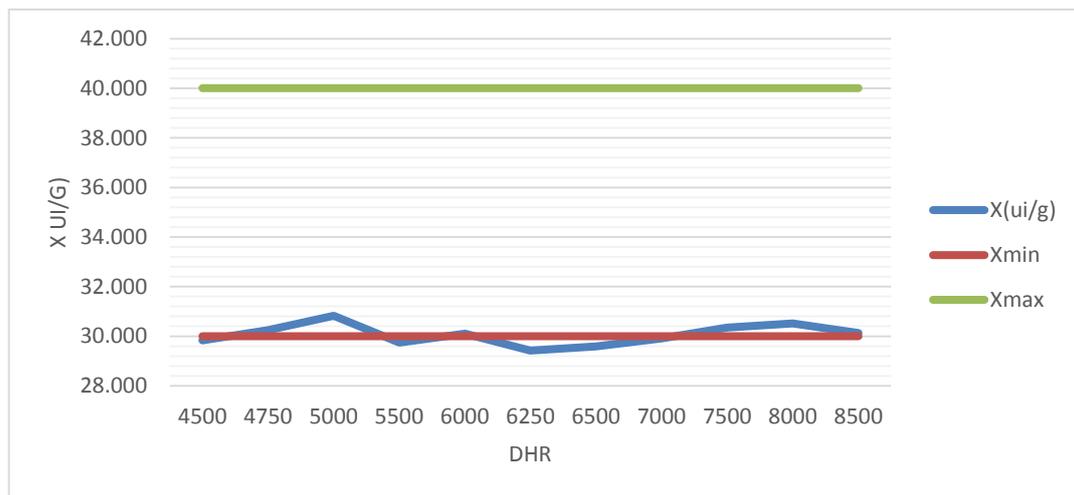


Figure 13 : la variation de la concentration en fonction du D_{HR}

Avec :

X : la concentration en UI/g

X max. : la valeur maximale que X peut atteindre en UI/g

X min : la valeur minimale que X peut atteindre en UI/g

Dans ce cas, on constate que la concentration des vitamines demeure constante et est en dehors de l'intervalle de tolérance [30, 40].

Cette variation est à l'origine de défaillance exprimée par la production des huiles dont la contention des vitamines en dehors de l'intervalle de tolérance.

Cette défaillance peut se produire à cause de :

- L'incertitude des réglages des pompes.
- La matière première (vitamines) non contrôlée.
- Les opérateurs non qualifiés
- Déréglage due au climat du milieu

7-Solution envisagée

La solution qu'on envisage pour résoudre ce problème rencontré est de modifier le circuit, en prévoyant un recyclage partiel de l'huile fortifiée vers l'entrée de l'unité de fortification.

Une autre solution peut être étudié est consisté à prévoir un stockage avec un temps de séjour élevé (à déterminer) avant la mise en bouteilles. Ainsi l'huile à carence en vitamine A et D3 peut être mélangé avec celle plus concentrée en ces vitamines ce qui peut résoudre le problème.

Conclusion

Durant cette étude, on a de décrire Le procédé du raffinage au niveau de la SIOF. En ensuite une étude de la variation du taux de vitamines A et D3 en fonction de débit de l'huile raffinée.

Le bilan nature au niveau de l'étape de fortification a été réalisé pour trouver la relation entre le débit et la concentration en vitamines A et D3.

L'étude de la concentration en ces vitamines relève des anormales puisque la concentration sort de l'intervalle de tolérance.

Nous proposons pour résoudre ce problème de :

- Prévoir un recyclage partiel de l'huile fortifiée
- Prévoir un stockage avec un temps de séjour élevé avant la mise en bouteilles ; ainsi l'huile moins fortifiée sera corrigé par celle le plus concentré.

Bibliographie

Le cours de chimie de l'industrie alimentaire

La bibliothèque de la FST