

Sommaire

<u>Introduction</u>	1
<u>Chapitre 1 : Aperçu sur la société industrielle oléicole de Fès</u>	2
I. <u>HISTORIQUE</u>	3
II. <u>PRÉSENTATION</u>	3
III. <u>LES HUILES ÉLABORÉES PAR LA S.I.O.F</u>	4
1. <u>L'huile d'olive</u>	4
2. <u>L'huile de soja</u>	5
3. <u>L'huile de tournesol</u>	6
4. <u>L'huile de grignon</u>	6
<u>Chapitre 2: Raffinage etConditionnement</u>	8
I. <u>RAFFINAGE</u>	9
1. <u>Principe</u>	9
2. <u>Description du processus de raffinage industriel</u>	11
a. <u>Démucilagination (ou dégomme)</u>	11
b. <u>Neutralisation</u>	12
c. <u>Lavage</u>	13
d. <u>Séchage</u>	13
e. <u>Décoloration</u>	13
f. <u>Filtration</u>	14
g. <u>Désodorisation</u>	14
h. <u>Fortification</u>	15
i. <u>Décirage</u>	16
II. <u>EMBALLAGE ET CONDITIONNEMENT</u>	17
1. <u>Définition</u>	17
2. <u>Description des étapes du conditionnement</u>	17
a. <u>Le soufflage</u>	17
b. <u>Remplissage et capsulage</u>	18

c. Etiquetage et codage	18
d. L'encaissage ou Mise en carton	18
Chapitre 3:Optimisation de la quantité de l'eau et de H₃PO₄ au niveau de la démucilagination	19
I. PROBLÉMATIQUE	20
1. Généralités sur les phospholipides	20
a. Acide Phosphatidique (AP)	21
b. Phosphatidylglycérol (PG)	21
c. Phosphatidylcholine (PC)	21
d. Phosphatidyléthanolamine (PE)	22
e. Phosphatidylsérine (PS)	22
f. Phosphatidylinositol (PI)	22
2. Impact de l'eau sur les phospholipides hydratables	23
3. Impact de l'acide phosphorique sur les phospholipides non hydratable	23
a. L'acide phosphatidique (AP)	23
b. Phosphatidylinositol (PI)	24
II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	24
1. Dosage du phosphore	24
2. Lavage avec l'eau	26
III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	26
1. Expérience 1 : lavage de l'huile brute avec l'eau tiède.....	26
2. Expérience 2 : attaque de l'huile brute avec l'acide phosphorique (10 M).....	28
2. Expérience 3 : ajout du mélange d'eau et d'acide phosphorique concentré sur l'huile brute	30
VI. CONCLUSION.....	31
Conclusion générale	32
Webographie	33

Introduction

Pour mettre en valeur la formation reçue, il est primordial d'effectuer un stage au sein d'une entreprise afin d'amener l'étudiant à se confronter à des situations réelles, d'élargir sa formation dans le domaine pratique, et d'avoir une idée sur la vie professionnelle.

Mon stage était une occasion exceptionnelle qui m'a permis d'étudier de l'intérieur le fonctionnement de la société SIOF avec ses particularités humaines, techniques et organisationnelles.

Les huiles et les graisses ont toujours constitué une part importante de l'alimentation humaine. Les huiles végétales offrent un large choix au niveau du goût, de l'utilisation, du prix et de la qualité. Quelle que soit l'huile, la teneur lipidique reste identique : environ 100% soit près de 900 Kcal/100 ml. La différence entre les diverses huiles réside dans la qualité des acides gras qui les composent. Selon leur nature, elles sont plus ou moins riches en certains acides gras polyinsaturés qui sont dits "essentiels" car notre organisme ne peut pas les synthétiser. Elles constituent également la meilleure source de vitamine E connue pour ces propriétés anti-oxydantes.

Cependant, de plus en plus soucieux de leur ligne et de leur équilibre, les consommateurs (surtout les jeunes générations) tendent à réduire leur consommation de matière grasse. Face à cette crise, les industriels font preuve d'originalité en proposant des produits de plus en plus axés d'une part sur la particularité, et d'autre part, sur le côté naturel et authentique.

Parmi ces produits, l'huile de Soja, de grignon et de tournesol qui proviennent de l'huile brute et qui nécessitent, pour obtenir une huile comestible, le passage obligatoire par le traitement de raffinage. Ce traitement doit garantir au consommateur un produit d'aspect engageant, neutre de goût.

Afin d'assurer cette qualité, il est essentiel de comprendre comment les propriétés du corps gras influencent les procédés de fabrication et les caractéristiques du produit fini.

Le présent travail m'a permis :

- ✓ Premièrement, d'assister aux différentes étapes de procédé et de suivre de près l'huile produite.
- ✓ Deuxièmement, de connaître les différentes analyses effectuées au niveau de laboratoire.

✓ Et enfin De faire un suivi sous le thème : **Optimisation de la quantité d'eau et de H_3PO_4 au niveau de la démulcination.**

*Chapitre 1 :
Aperçue sur la société
industrielle oléicole de Fès*

I. Historique:

La SIOF "Société Industrielle Oléicole de Fès" est une société anonyme à vocation agro-alimentaire plus précisément dans le domaine de l'extraction, raffinage et le conditionnement des huiles alimentaires et conserves des olives, avec un capital qui atteint 42 000 000 Dirhams dont les actions sont répartis entre la famille LAHBABI (9 associés).

La SIOF a été créé en 1961 sous forme d'une société à responsabilité limitée (S.A.R.L), l'activité de la société était simplement la pression des olives, l'extraction de l'huile de grignon et la conserve des olives.

En 1966, la SIOF a pu installer une raffinerie d'huile de table avec une capacité de 12 000 tonnes/an.

En 1972, la 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 (1/2L, 1L, 5L).

En 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.

En 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 1985, elle s'est transformée en une société anonyme (S.A).

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

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

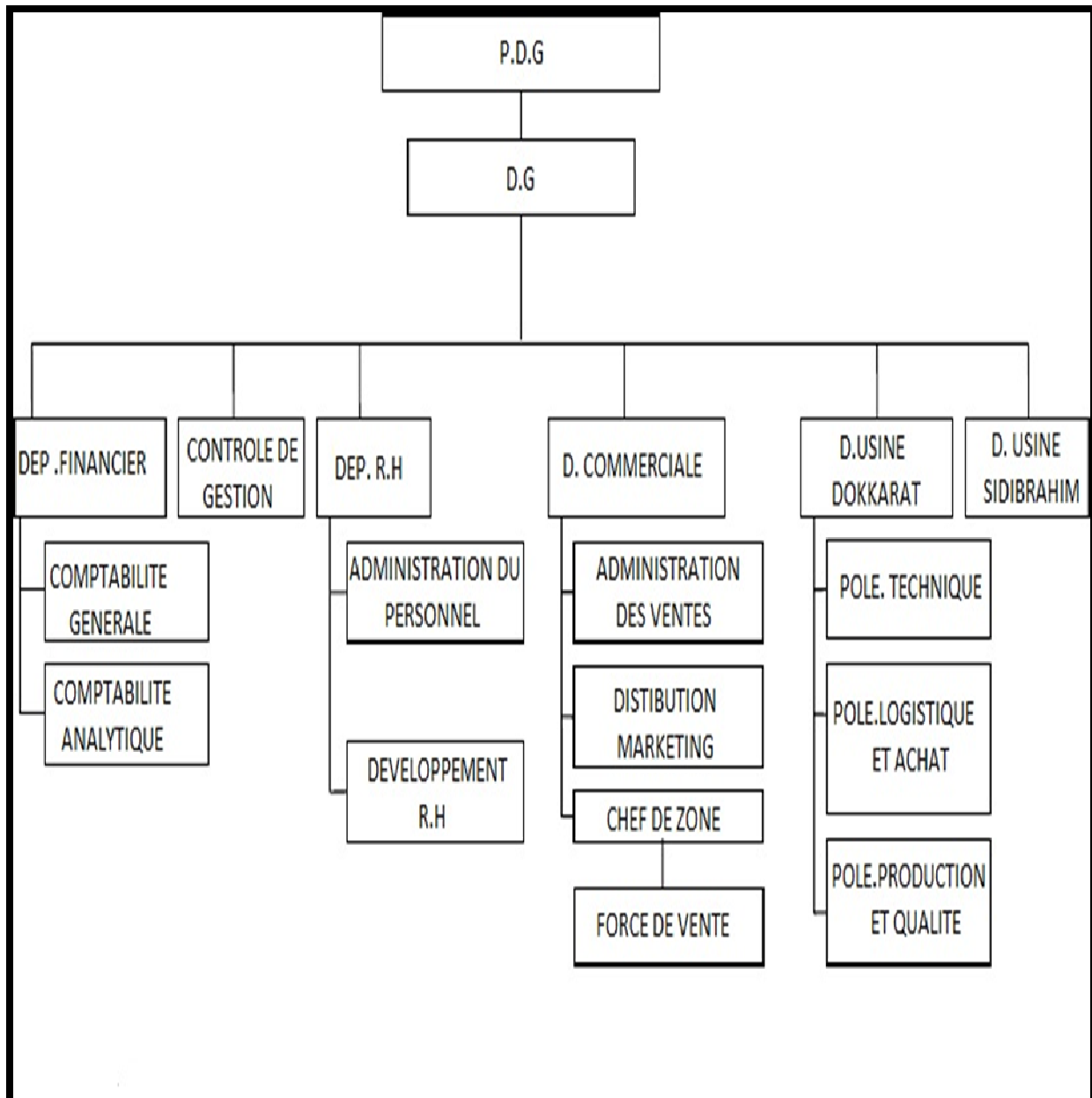
II. Présentation:

Actuellement, la SIOF dispose de trois sites industriels :

- ✚ Le 1^{er} 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^{ème} se situe à la zone industrielle *Dokkarat*, assurant le raffinage et le conditionnement des huiles alimentaires.
- ✚ Le 3^{ème} site est une ferme localisée dans les régions d'*Ain Taoujdat* dont la seule préoccupation est l'extraction de l'huile de grignon.

La SIOF compte un effectif de 320 personnes. La production se fait 24h /24h et elle est assurée par des équipes différentes afin d'atteindre une production maximale par jour.

Pour la distribution et la commercialisation de ses produits, **SIOF** commercialise ses produits au Maroc à travers un grand réseau de distribution ainsi qu'à l'étranger avec des partenaires de grande envergure.



Organigramme de la S.I.O.F

III. Les huiles élaborées par la S.I.O.F :

1.

L'huile d'olive :

L'huile d'olive se présente sous différentes qualités. Selon son procédé de fabrication et de manipulation, cette dernière peut également présenter des différences de goût, d'une région à une autre et d'un pays à un autre.

L'huile d'olive est le plus souvent obtenue par des procédés mécaniques. La formule première qui est la pression à froid est une appellation commerciale qui date de l'époque où les moulins, peu puissants, faisaient une deuxième pression additionnée d'eau chaude. Cette appellation n'est plus justifiée vu les évolutions technologiques.

Type de l'huile	La composition de cette huile
L'huile d'olive	4% d'acide gras saturés. 4% d'acide gras mono-insaturés (acide oléique). % d'acide gras polyinsaturés. vitamines : A, D, E et K. Provitamine A (carotène). autres composés.

Tableau1: composition chimique de l'huile d'olive



Figure1 : Olives

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. Cette dernière constitue une plante légumineuse grimpante cultivée en grande partie dans les pays asiatiques. Le soja constitue également la base de nombreuses préparations comme le tofu, la farine ou encore l'huile de soja.

L'huile de soja contient de l'acide oléique (23%), de l'acide linoléique (51%), et de l'acide alpha-linolénique (7%). C'est une source naturelle importante d'acides gras insaturés des familles des oméga-6 et des oméga-3.

Type d'huile	Sa composition
L'huile de Soja	<p>4.4% d'acides gras saturés.</p> <p>3% d'acides gras mono-insaturés.</p> <p>7.9% d'acides gras polyinsaturés :</p> <p>1% d'acide linoléique et 6.9% d'acide α-linoléique).</p> <p>Oméga-3.</p> <p>Oméga-6.</p>

Tableau2: composition chimique de l'huile de Soja



Figure 2: Soja

3.

L'huile de tournesol :

L'huile de tournesol est classée parmi les huiles insaturées qui sont souvent partiellement hydrogénées. Ceci augmente leur point d'ébullition, et les rend les plus utilisées pour la cuisine.

L'huile de tournesol est l'huile végétale la plus riche en acides gras essentiels de la catégorie des Oméga-6. On note cependant sa pauvreté en acides gras essentiels de la catégorie des Oméga-3.

Type de l'huile	La composition de cette huile
L'huile de Tournesol	<p>7% d'acide linoléique (C18 :2 w-6 polyinsaturé).</p> <p>9.7% d'acide oléique (C18 :1 w-9 mono-insaturé).</p>

Tableau3: composition chimique de l'huile de Tournesol



Figure 3 : Tournesol

4.

L'Huile de grignon :

On distingue trois types d'huile de grignon d'olive, à savoir :

- ❖ **Huile de grignons d'olive brute** : obtenue par traitement au solvant de grignon d'olive, à l'exclusion des huiles obtenues par tout mélange avec des huiles d'autre nature.
- ❖ **Huile de grignons d'olive raffinée** : huile obtenue par le raffinage d'huile de grignons d'olive brute, dont l'acidité libre ne peut être supérieure à 0.5g/100g.
- ❖ **Huile de grignons d'olive** : obtenue par mélange des huiles brutes et raffinée, dont l'acidité libre, exprimée en acide oléique, ne peut être supérieure à 1.5g /100g.

La matière grasse de grignons est très riche en acides gras notamment C16 et C18 insaturés qui constituent 96% du total des acides gras.



Figure 4 : Grignon

Les produits lancés sur le marché sont présentés dans le tableau suivant :

Nom d'huile	Année de lancement sur le Marché	
SIOF	1966	L'huile de table raffinée à base de soja

Moulay Idriss	1992	L'huile d'olive vierge courante
Andaloussia	1993	Huile de grignon raffinée
Frior	1996	Huile de friture 100 % de tournesol

Tableau4: différentes types d'huiles mises sur le marché

Remarque: pour l'huile d'olive à la réception elle subit un test d'acidité, si cette dernière est élevée l'huile passe dans le raffinage, sinon elle passe au stockage.

*Chapitre 2:
Raffinage et
Conditionnement*

I. Raffinage :

1. Principe :

Le procédé de raffinage des huiles brutes consiste à corriger des défauts non désirés, comme l'acidité, la couleur, l'odeur et la saveur, c'est l'ensemble des opérations qui servent à transformer l'huile brute en un produit comestible et à obtenir une huile aux qualités organoleptiques et chimiques satisfaisantes, en éliminant les substances indésirables et nuisibles à la qualité de l'huile.

Il existe deux types de raffinage :

- *le raffinage chimique.*
- *le raffinage physique.*

Le choix entre raffinage physique et chimique se fait en fonction de la nature de l'huile, de sa qualité et des objectifs visés.

Le raffinage nécessite plusieurs étapes, la démulagination, la neutralisation, la décoloration, la filtration et enfin la désodorisation de l'huile brute.

L'huile brute peut contenir des substances contaminants, qui peuvent être toxiques, et dont les concentrations dépendent des techniques d'agriculture, de l'impact de l'environnement, des moyens utilisés pour le séchage et le stockage. Seul le raffinage est capable d'éliminer ces composés.

Le raffinage est une technologie relativement récente qui n'a été progressivement mise en œuvre que depuis un siècle environ et qui devient de plus en plus importante dans l'industrie agroalimentaire. Avant, les corps gras d'origine animale ou végétale étaient utilisées directement après leur extraction.

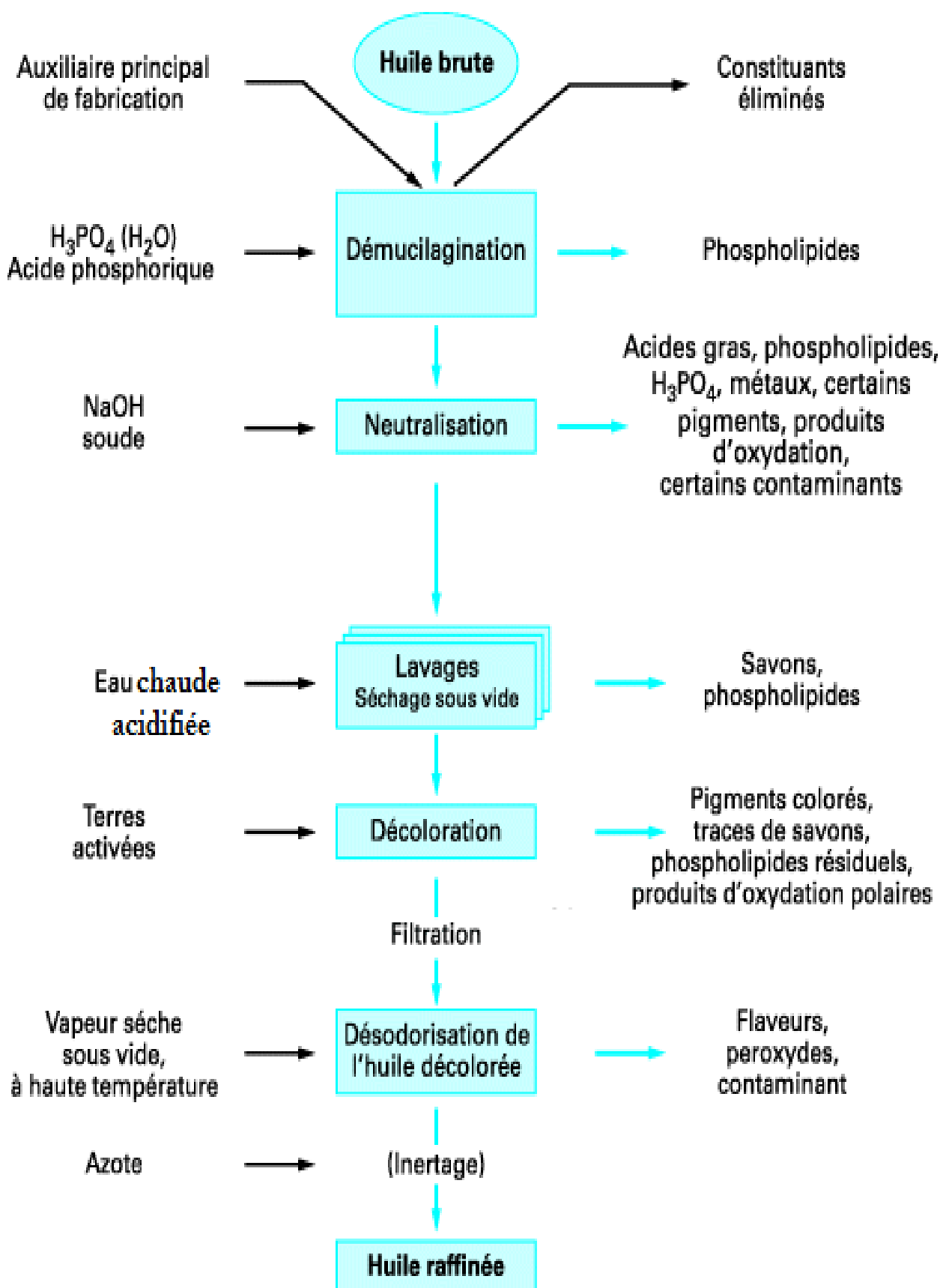


Schéma général du raffinage

2. Description du processus de raffinage industriel :

La S.I.O.F reçoit chaque jour des citernes de l'huile brute de Soja provenant de Casablanca (COSTOMA) où se trouve le dépôt de toutes les huileries du Maroc. Les citernes d'huile sont pesées, ensuite déchargées et stockées dans des cuves de stockage en acier inoxydables, au moyen de tuyaux munis d'un filtre destiné à retenir les éventuels corps étrangers.

Au niveau de la SIOF il y a 5 cuves de stockage (3 cuves pour l'huile de soja, 1 pour l'huile de tournesol et 1 pour l'huile de grignon).

Le raffinage de l'huile de Soja se divise en plusieurs étapes :

a. Démucilagination (ou dégomme) :

➤ **But :**

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, les lécithines, les complexes sucrés et 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 :

- Ils provoquent des émulsions.
- Ils réduisent le rendement lors de la première opération de filtration car ils désactivent les terres décolorantes, ce qui provoque un colmatage rapide des filtres.
- Leur présence conduit à des phénomènes de mousse lors de l'opération de désodorisation ; une huile raffinée mal débarrassée de ces phospholipides s'acidifie, s'oxyde et prend rapidement un goût désagréable.

➤ **Procédé :**

L'huile brute venant du bac de stockage est chauffée au moyen d'un échangeur thermique à plaques à contre-courant, elle est préchauffée à 60°C avec l'huile désodorisée (chaude), 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 ensuite chauffée à 85 -90°C dans un échangeur à spirale 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 75% 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.

Remarque : La quantité de l'acide phosphorique ajoutée dépend de la teneur de l'huile en phospholipides, par exemple, pour l'huile de soja qui est riche en phospholipides la quantité d'acide ajoutée est supérieure à celle utilisée pour l'huile de grignon qui contient moins de phospholipides, car l'action de l'acide phosphorique a quelques inconvénients sur l'huile :

- Elle renforce la couleur de l'huile.
- Elle provoque l'altération de la qualité de l'huile.

b. Neutralisation :

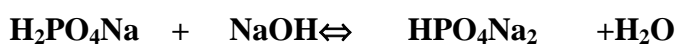
➤ But :

Les acides gras libres peuvent se former par une hydrolyse enzymatique des triacylglycerols dans les matières premières avant l'extraction ou pendant le stockage de l'huile brute. L'humidité de l'huile doit toujours être inférieure à 0.2%, pour éviter une augmentation de l'acidité libre pendant le stockage.

La neutralisation à la soude vise donc essentiellement à éliminer les acides gras libres sous forme de savons appelés « pates de neutralisation », et aussi à neutraliser l'acide phosphorique ajouté pour dégommer les huiles.

Les savons doivent être éliminés totalement car ils représentent de puissants émulsifiants. Comme ce sont des acides faibles, ils requièrent un excès de soude qui est d'habitude entre 1 et 10% pour s'assurer que la réaction soit déplacée dans le sens de formation du savon et que l'acidité résiduelle de l'huile soit petite. La possibilité que l'excès alcalin ajouté, et qui, s'il est mal dosé peut produire une saponification partielle des triglycérides pour engendrer des glycérols et des savons sodiques. Cette réaction, est appelée «saponification parasite», est totalement nuisible puisqu'elle augmente en grande mesure les pertes et doit donc être évitée.

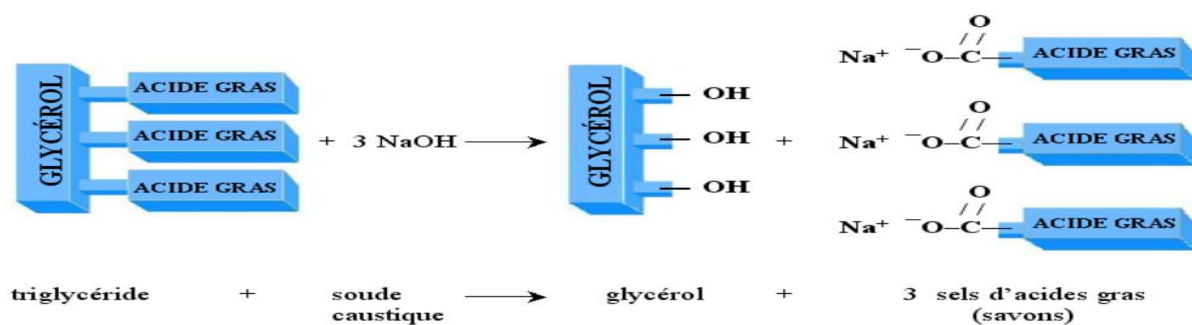
❖ La neutralisation de l'excès d'acide phosphorique :



❖ La neutralisation des acides gras libres en formant les savons sodiques :



❖ La quantité de l'excès de soude caustique :



➤ Procédé :

La soude est injectée dans l'huile provenant du bac de contact avec des proportions qui dépendent de son acidité, généralement de 16 à 24°Be. L'huile et la soude passent dans un mixeur² qui refoule le mélange vers un séparateur auto débourbeur (RSE90) assurant la séparation de l'huile, des pâtes de neutralisation et des matières solides. Ce type de séparation a été particulièrement étudié pour assurer un fonctionnement en continu du raffinage. Il permet grâce à son système de débouillage partiel automatisé, une évacuation périodique de matières solides retenues dans le bol, sans arrêt de l'alimentation et sans perte d'huile. Une telle technique permet que l'huile et la soude ne restent en contact que pendant un temps très court (3 à 10 secondes) afin d'éliminer toute saponification parasite.

c. Lavage :

➤ But :

Cette opération permet d'éliminer les savons et la soude en excès, qui sont encore présents dans l'huile sortant de la centrifugeuse, ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et d'autres impuretés.

L'eau utilisée dans l'étape de lavage est adoucie dans des adoucisseurs pour éviter l'encrassement des bols par dépôt de savons et de phosphate de calcium.

➤ Procédé :

L'huile neutralisée provenant du séparateur entre dans un échangeur à plaques (huile-eau chaude) jusqu'à une température de 90°C, puis reçoit une eau chaude de 90°C en additionnant de l'eau acidifiée avec l'acide citrique, le tout passe dans un mixeur 3, et le mélange est séparé par centrifugation dans deux séparateurs (RSE 60 et OSM 8004).

Remarque : «RSE 60 est plus grand que OSM 8004».

d. Séchage :

➤ But :

Cette opération a pour but d'éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée, car l'humidité diminue l'activité de la terre décolorante dans l'étape de décoloration et peut provoquer aussi un colmatage rapide des filtres dans l'étape de filtration, surtout en présence de savon.

➤ Procédé :

L'huile sort du lavage à environ 90° C. Elle est séchée sous vide par pulvérisation dans un tour vertical maintenu sous une pression absolue de 60 mmHg.

e. Décoloration :

➤ But :

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

Elle permet aussi de débarrasser de différents composés indésirables et de contaminants éventuels tels que les composés d'oxydation, les traces métalliques, et celles de phospholipides, les savons, les résidus de pesticides, les hydrocarbures polycycliques aromatiques lourds, etc.

La terre décolorante utilisée est traitée avec l'acide chlorhydrique ou sulfurique pour améliorer la capacité d'adsorption. Les substances dissoutes ainsi que celles qui sont dispersées dans l'huile peuvent se lier à la surface des adsorbants.

➤ Procédé :

Après le séchage, l'huile est séparée en deux conduites :

90% de l'huile séchée passe directement vers un échangeur à plaques circulant à contre-courant avec la vapeur, pour atteindre une température de 100°C à 110°C puis vers le décolorateur.

Une deuxième conduisant 10 % d'huiles vers un mélangeur où elle sera mélangée avec de la terre. Ce mélange rejoint ensuite les 90 % d'huiles dans le décolorateur.

Le décolorateur est constitué de deux compartiments, munis chacun, d'un agitateur et d'un serpentín où circule de la vapeur. 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.

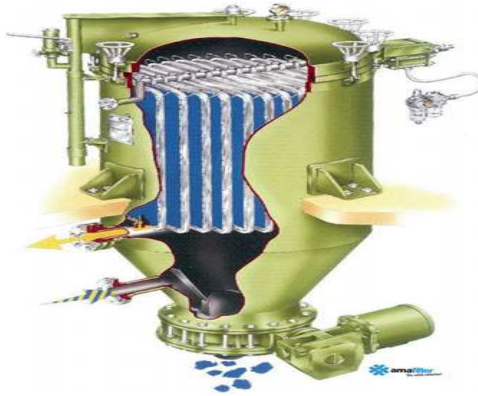
f. Filtration :

➤ But :

L'huile qui sort de la décoloration passe à la filtration (filtres NIAGRA). 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, 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).



Filtre à débatissage automatique Niagara

g. Désodorisation

➤ But :

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...).

➤ Procédé :

L'huile décolorée filtrée venant du réservoir de stockage (60T) est pompée d'abord vers un filtre puis vers un échangeur à plaques (N°1) où elle sera préchauffée par l'huile déjà désodorisée, jusqu'à une température de 140°C. Elle est ensuite envoyée vers un dégazeur où elle va subir une désaération et élimination des traces d'eau sous l'effet du vide. Puis l'huile passe par un échangeur à plaques (N°2) où elle sera chauffée par l'huile désodorisée, après elle passe par un échangeur tubulaire 40 bar (huile-vapeur d'eau déminéralisée jusqu'à une température de 190°C).

Ensuite, l'huile s'écoule dans un désodoriseur qui comporte 5 étages, qui permet son chauffage à 210-220°C, par le fluide thermique de la chaudière. Il est de forme cylindrique verticale pour éliminer les composés odoriférants volatils, puis elle subit une injection de la vapeur sèche dans chaque étage sauf le 5^{ème} du bas du désodoriseur, car il est considéré comme un réservoir, afin de favoriser le barbotage de l'huile (agitation continue).

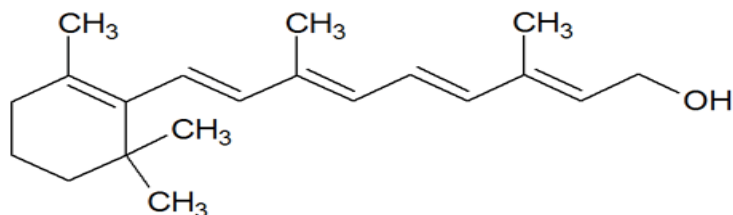
L'huile désodorisée coule du dernier compartiment du désodoriseur vers un filtre pour empêcher les impuretés qui sont formés sous l'effet de haute température, puis elle passe par l'échangeur à plaques (N°2), puis vers l'échangeur à plaques (N°1) pour diminuer sa température, ensuite elle se refroidit encore par son passage dans un échangeur à plaques (l'huile désodorisée - l'huile brute à 25°C), enfin l'huile passe par un 2^{ème} échangeur à plaques où le refroidissement est assuré par l'eau, elle sort avec une température inférieure à 50°C.

Finalement, l'huile se dirige vers les filtres de sécurité qui permettent d'éliminer les dernières traces de terre usée ayant échappé aux filtres NIAGRA pour produire une huile fine et brillante. Cette dernière opération est appelée : polissage de l'huile.

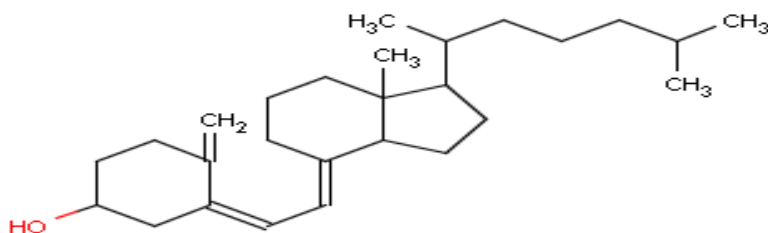
h. Fortification :

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 palier à ce problème, la solution la plus connue est la fortification des produits alimentaires (huile, margarine...etc.) par ces deux vitamines :

Vitamine A :



Vitamine D₃ :



La fortification ou l'enrichissement des aliments est une opération qui consiste à ajouter des micronutriments aux aliments. Elle est définie comme l'addition d'un ou plusieurs nutriments à un aliment ; qu'ils y soient naturellement présents ou non. Elle concerne notamment les aliments communément consommés tels la farine, le sel, l'huile de table, etc.

La fortification des aliments est également connue sous différentes appellations (enrichissement, restauration, etc.). C'est une opération qui consiste à ajouter à un aliment les nutriments qu'il aurait pu perdre durant le processus de sa fabrication et de sa conservation. La fortification de l'huile avec la vitamine A et D₃ est une stratégie efficace pour lutter contre les troubles dus aux carences en cas de vitamines.

Remarque : Voilà ce qui concerne le procédé du raffinage de l'huile de Soja. Pour les huiles : **Grignon d'olive, Tournesol**, une étape s'ajoute au procédé après la neutralisation et qui s'appelle : **le décirage**, les autres étapes du raffinage restants sont les mêmes.

i. Décirage :

➤ But :

L'huile de tournesol et de grignon contiennent une quantité de cires qui sont des esters d'alcools et d'acides gras à longues chaînes. Ces cires à basse température tendent à cristalliser lentement dans l'huile et entraînent un aspect visuel trouble jugé peu engageant par le

consommateur qui souhaite une huile d'aspect limpide et brillant. Ces cires n'ont aucune toxicité mais il convient de les éliminer de l'huile.

Le but de cette étape de raffinage est d'éliminer de l'huile ces cires par cristallisation puis séparation. Deux techniques de séparation sont industriellement appliquées : la filtration et la centrifugation.

➤ **Procédé :**

L'huile de grignon ou de tournesol neutralisée passe par les étapes suivantes :

Un 1^{er} refroidissement dans un échangeur1 huile-huile (l'huile froide sortant du décirage va refroidir l'huile chaude qui vient de neutralisation).

Un 2^{ème} refroidissement dans un échangeur huile-eau gelée, puis dans 3^{ème} échangeur tubulaire huile-eau gelée jusqu'à 11°C.

Ensuite, l'huile froide se voit injecter une 2^{ème} quantité de soude 15-16 °Be (degré baumé) afin de créer plus de savons qui vont jouer le rôle de combinaison des cires.

Un 4^{ème} refroidissement dans deux maturateurs avec l'ajout de l'eau pour bien cristalliser les cires sous forme de cristaux pour faciliter la séparation, sachant que l'huile passe d'un maturateur à l'autre dans un circuit plus long pour avoir un temps de séjour, et un troisième maturateur considéré comme réservoir, l'huile reste un certain temps dans ce maturateur pour que la température s'élève de 14 à 16°C, dans le but de gonfler les cires, et par conséquent faciliter leurs séparation.

La séparation des cires (partie lourde) de l'huile (partie légère) se fait à l'aide de la force centrifugeuse du séparateur RSA60.

II. Emballage et conditionnement :

La conservation consiste à maintenir le plus longtemps possible, le plus haut degré de qualité de la denrée, en agissant sur les divers mécanismes d'altération pour ralentir ou supprimer les effets.

L'emballage peut assurer simultanément la protection passive ou active des aliments. On parle d'une protection passive lorsque l'emballage constitue pour l'aliment une barrière physique contre les facteurs d'altération (humidité, oxygène ...). Quant à la protection active, elle est présentée lorsque l'emballage peut réagir avec l'environnement où est exposé le produit.

Le conditionnement de l'huile est soumis à des règles très strictes, par application des contrôles relatifs aux produits chimiques dans l'alimentation humaine (des matériaux et objets au contact des huiles ainsi que des procédés et des produits utilisés pour le nettoyage de ces matériaux).

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 :

- ✓
- ✓

Une ligne ½ L / 1 L

Une ligne 2L / 5L

2. Description des étapes du conditionnement :

a. Le soufflage :

Cette première étape contient plusieurs sous étapes :

- Les préformes subissent un chauffage dans un four qui contient des lampes pour que la matière devienne moule.
- Un étirage par une tige d'élongation donne à la bouteille la hauteur prévue.
- Le pré soufflage avec une pression de 7 bars, s'effectue pour préparer la matière à subir une haute pression lors du soufflage.
- Le soufflage est réalisé à une pression de 40 bars.
- A l'aide du dégazage, la bouteille sort du moule avec le dégagement de l'air qui donne la forme finale à la bouteille.
- Une fois les bouteilles soufflées sont obtenues, elles sont acheminées par le convoyeur à air comprimé vers la remplisseuse.



la machine qui réalise le soufflage

b. Remplissage et capsulage:

Cette étape consiste à remplir les bouteilles par l'huile à l'aide de la remplisseuse. Elles seront par la suite fermées dans la boucheuse. Les bouteilles ainsi remplies et fermées sont amenées vers l'élément de transport (le convoyeur).

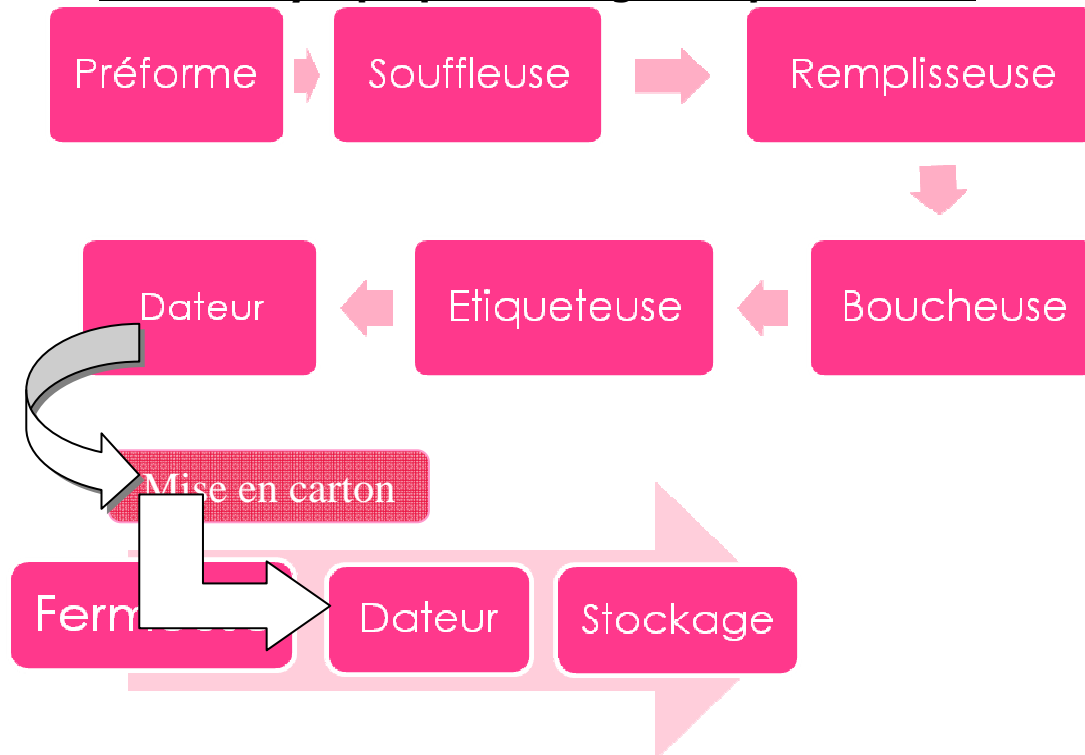
c. Etiquetage et codage :

L'étiqueteuse sert à étiqueter les bouteilles, en utilisant une colle spécifique chauffée à plus de 120°C. Une fois étiquetées, les bouteilles seront datées et dirigées vers l'encaisseuse.

d. L'encaissage ou Mise en carton :

Finalemnt, les bouteilles sont dirigées vers une encaisseuse ou elles seront placées dans des cartons. Ces derniers sont par la suite fermés et encaissés manuellement et transportés par des manutentions vers les magasins de stockage.

Schéma synoptique de la ligne de production :



Enchaînement des étapes de conditionnement

Chapitre 3:
Optimisation de la quantité
d'eau et de H_3PO_4 au niveau
de la démucilagination

I. Problématique

A la S.I.O.F, au cours de la démulcination de l'huile de Soja, ils n'arrivent pas à ajouter les quantités optimales d'eau et de H_3PO_4 pour dégommer l'huile, ce qui conduit à des taux énormes de phosphore. Notre sujet a pour but de déterminer cette quantité optimale en faisant des analyses et à partir des résultats obtenus, on peut leur donner une idée sur le pourcentage de l'eau et d'acide phosphorique qu'ils peuvent ajouter au cours de la démulcination, et par conséquent avoir un taux de phosphore dans les normes.

Le rôle principal de l'acide phosphorique est l'élimination des phospholipides non hydratés, au sein de la S.I.O.F, il y'a l'ajout de H_3PO_4 dilué car l'eau a aussi un rôle d'élimination des phospholipides, mais cette fois-ci hydratés.

On peut savoir la teneur de l'huile brute en phospholipides mais on ne peut pas les distinguer (hydratés ou non), notre sujet est également de trouver une solution pour séparer ses phospholipides, et par conséquent savoir les quantités optimales de l'eau et de H_3PO_4 à ajouter.

1. Généralités sur les phospholipides :

Un phospholipide est formé d'un glycérol lié à deux acides gras, et un groupement phosphate. Les acides gras rattachés au glycérol peuvent varier, mais en général l'un des deux est saturé. Le phosphate peut quant à lui être rattachés à différents groupes chimiques (H, glycérol, inositol, éthanolamine, choline, sérine,...).

Ce sont des constituants majeurs des membranes biologiques. Ils ont une particularité de posséder un pôle hydrophile avec l'acide phosphorique et un pôle hydrophobe.

Les phospholipides (PL) sont présents dans les huiles végétales avec des proportions variables suivant la nature de l'huile et leurs conditions d'obtention.

On peut distinguer :

- les huiles peu riches en phospholipides (coprah, palme de 0,02 à 0,1 % en PL) ;
- les huiles à teneur moyenne en PL (tournesol 0,5 à 1,3 %, colza 0,5 à 2 %) ;
- les huiles riches en PL (soja 1 à 3 %, coton 1 à 2,5 %, maïs 0,7 à 2 %).

Il est à noter que la teneur en phospholipides est mesurée analytiquement par la teneur en phosphore (ppm) (spectrophotométrie); la conversion en pourcentage de phospholipides (lécithines) est donnée par la relation suivante :

$$\% \text{lécithines} = \frac{\text{taux de phosphore (ppm)} * 26}{10^4}$$

Le **dégommage** (démulcination) consiste à hydrater rapidement ou lentement les phospholipides et les matières mucilagineuses à une certaine température dans un but de réduire leur solubilité dans l'huile et ainsi faciliter leur élimination. Un acide du type

phosphorique est avantageusement ajouté car il améliore la cinétique et permet la transformation des phospholipides non hydratables en hydratables.

Dans les procédés de démulcination ou de dégomme, les phospholipides précipités sont séparés de l'huile brute (généralement par centrifugation) avant l'étape suivante de neutralisation.

Les phospholipides se divisent en plusieurs types :

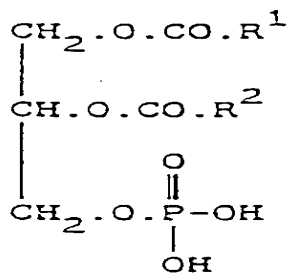
a.

Acide Phosphatidique

(AP) :

C'est l'élément de base des glycérophospholipides.

Acide phosphatidique = Glycérol + 2 Acides Gras + H₃PO₄



R₁, R₂ : ce sont deux acides gras, ont une chaîne longue (≥ 14C), l'acide gras en position 2 est souvent insaturé.

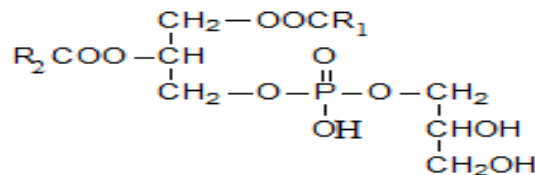


b.

Phosphatidylglycérol

(PG) :

Un **Phosphatidylglycérol** est un phospholipide constitué d'un acide phosphatidique lié par une liaison ester à un résidu glycérol.



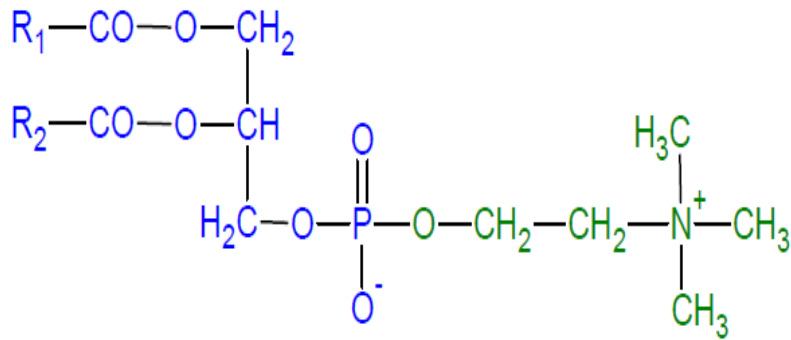
c.

Phosphatidylcholine

(PC) :

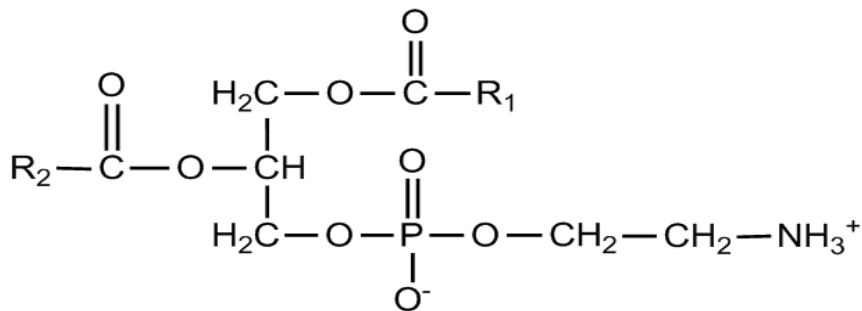
La phosphatidylcholine est une substance de la famille des lécithines, substances naturelles très utilisées comme émulsifiants dans l'industrie agroalimentaire.

La phosphatidylcholine est extraite du soja. Les extraits sont le plus souvent normalisés à 80 % de phosphatidylcholine.



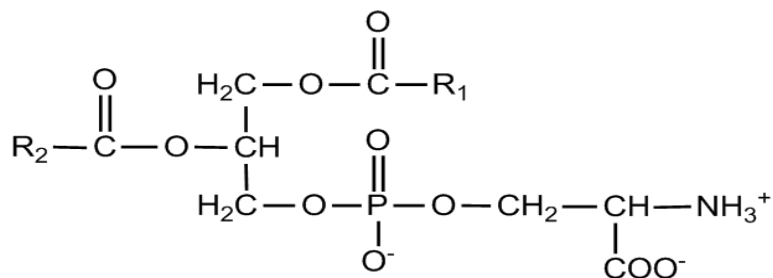
d. Phosphatidyléthanolamine (PE):

Une **phosphatidyléthanolamine (PE)**, appelée aussi **céphaline** (car cette molécule est surtout présente dans la substance blanche du cerveau), sont formées d'un résidu de glycérol estérifié par deux acides gras et un résidu de phosphoéthanolamine.



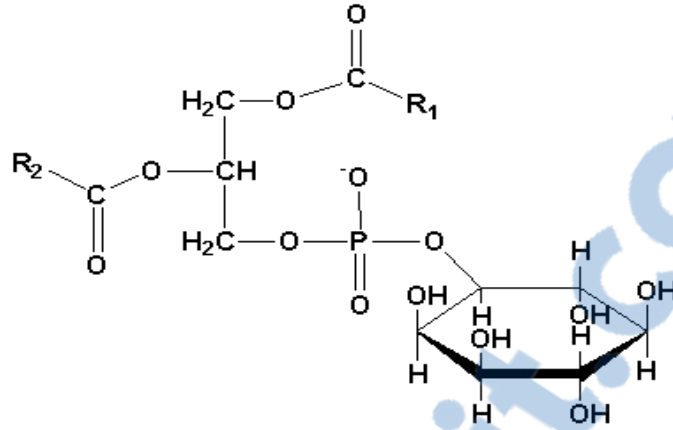
e. Phosphatidylsérine (PS) :

La **phosphatidylsérine** est un phospholipide formé de deux acides gras estérifiés sur une molécule de glycérol, dont le groupement phosphate est associé à un acide aminé, la sérine.



f. Phosphatidylinositol (PI) :

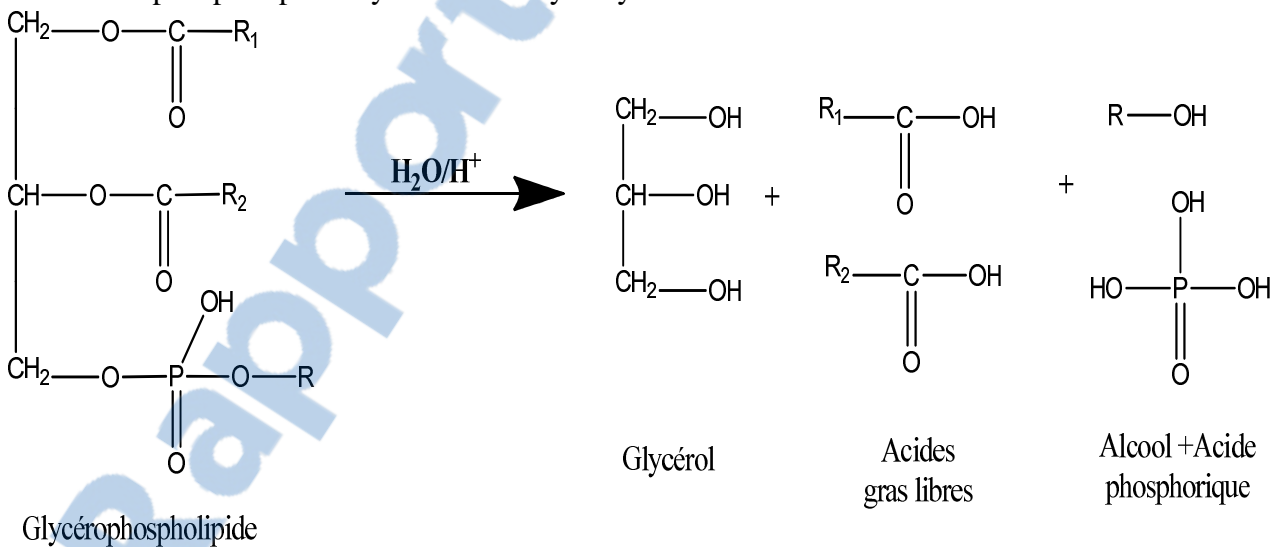
Cette molécule est composée d'un acide phosphatidique (deux acides gras estérifiant une molécule de glycérol, elle-même liée de façon covalente à un acide phosphorique) dont le groupement phosphate est associée à une molécule d' inositol, un polyol cyclique.



Remarque : les charges négatives sont dues au pH physiologique, car les phospholipides sont des principaux constituants des membranes biologiques.

2. Impact de l'eau sur les phospholipides hydratables :

Les phospholipides hydratables s'hydrolysent dans l'eau selon la réaction suivante :



Les phosphatides hydratables: la phosphatidylcholine, la phosphatidyléthanolamine, et la phosphatidylsérine.

3. Impact de l'acide phosphorique sur les phospholipides non hydratables:

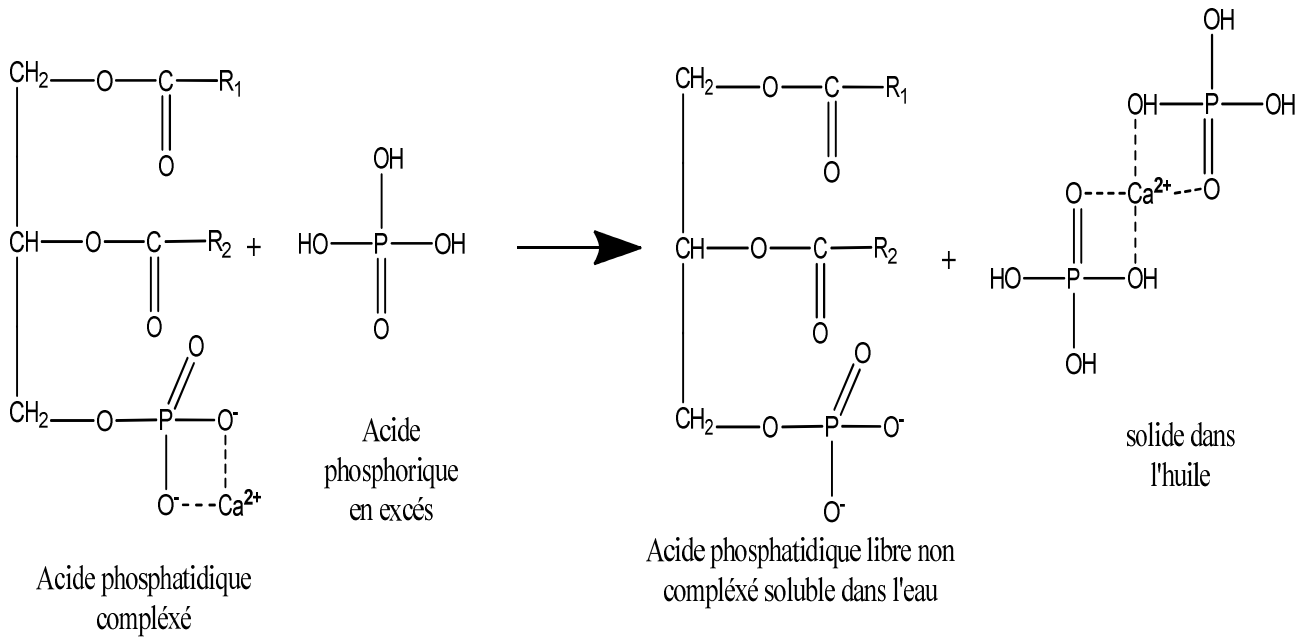
Les phospholipides non hydratables sont nommés les sels de Calcium et de Magnésium. On prend l'exemple du Calcium.

L'acide phosphorique attaque les phospholipides non hydratables (Acide phosphatidique (AP), Phosphatidylinositol (PI)) selon les réactions suivantes :

a.

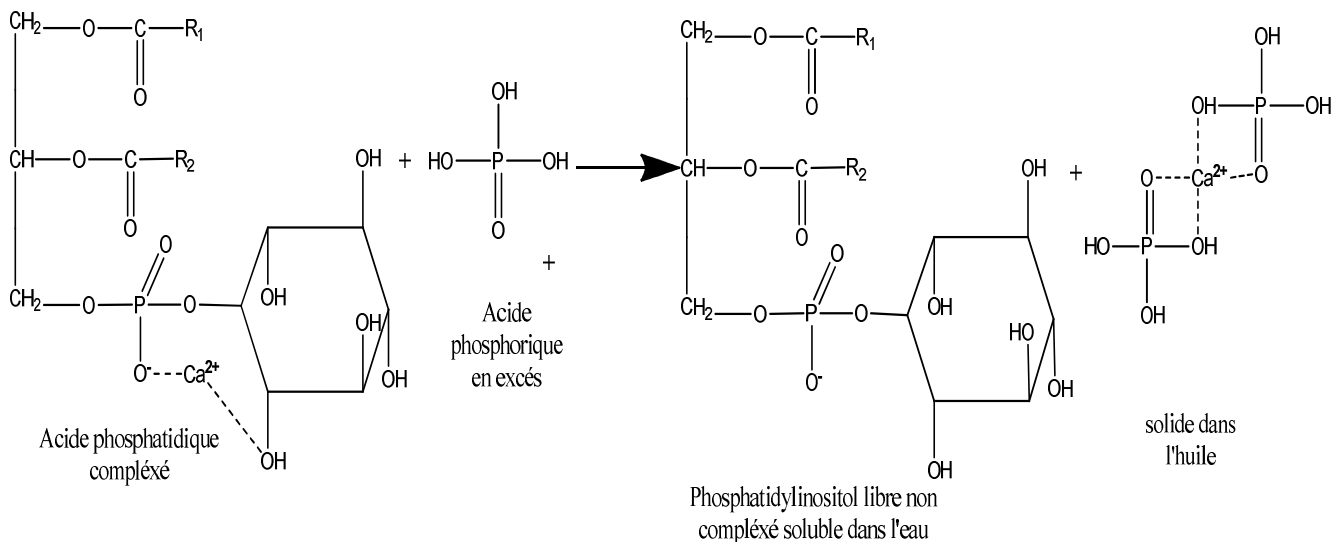
L'acide phosphatidique

(AP) :



b.

Phosphatidylinositol (PI) :



II. Matériels et méthodes

Afin de déterminer la quantité optimale de l'eau et de l'acide phosphorique ajoutés au cours de la démulcination de l'huile de Soja, nous avons proposés d'effectuer les analyses

suivantes sur l'huile brute, tels que le lavage de cette dernière par l'eau pour éliminer les phospholipides hydratables, puis l'ajout de H_3PO_4 pour évacuer les non hydratables, en faisant le suivi du taux de phosphore dans l'huile dans chaque étape.

1. Dosage du phosphore :

Cette analyse a pour but de déterminer la quantité totale de phosphore contenue dans les huiles. Une partie du phosphore se trouve dans les huiles sous forme d'ester d'acide phosphorique (phospholipides).

Mode opératoire :

Pour cette analyse on va suivre ce protocole :

- on pèse 10g d'huile à analyser (huile séchée, huile d'entrée et sortie de désodorisation), ou 3 g d'huile brute, dans un creuset en silice.
- On ajoute une pincée d'oxyde de magnésium, pour détruire la matière organique et minéraliser l'huile.
- On met le creuset sous feu vif jusqu'à calcination totale
- On introduit le creuset dans le four à moufle réglé à une température de $700^{\circ}C$ environ pendant 1h (obtention des cendres blanches).
- Après refroidissement on verse 10 ml d'acide nitrique à 10 % pour la dissolution de la cendre blanche et on chauffe pendant 5 min.
- On transvase le contenu du creuset dans une fiole de 100 ml à travers le papier filtre en rinçant par l'eau distillée (le creuset et le filtre) et on complète le volume par l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole.
- On met dans des petites bouteilles 10 ml de la solution contenue dans la fiole et on ajoute 10 ml du réactif nitro-vanado-molybdique (solution C) qui va jouer le rôle d'un complexant du phosphore.
- La détermination du phosphore se fait par spectrométrie. En effet on met l'échantillon témoin dans deux cuves qu'on place parallèlement dans le spectromètre, ainsi on aura la mémorisation de la ligne de base, après on met l'échantillon à analyser dans l'un des deux cuves. L'absorbance est donnée par la relation de Béer-Lambert : $A=l \times \epsilon \times C$, avec :
 - ϵ : coefficient d'extinction molaire.
 - C : concentration
 - l : largeur de la cuve (1cm)
 - A : absorbance
- A l'aide du micro-ordinateur du spectrophotomètre on reçoit une courbe d'absorbance en fonction de la concentration $Abs=f(C)$, d'où l'absorbance totale lue sur le micro-ordinateur est la différence de l'absorbance de l'échantillon moins l'absorbance du blanc. la projection de cette absorbance totale sur la courbe donne la concentration du phosphore présent dans cette huile.
- On utilise une longueur d'onde $\lambda = 420$ nm.

	Opération effectuée	Normes
	Séchée	< 5ppm

Huile de soja	Désodorisée	<2ppm
---------------	-------------	-------

Tableau5: Normes du taux de phosphore :



Le taux de phosphore est donné en ppm (particule par million) qui est équivalent à mg/kg.

Préparation de la solution C :



d'ammonium à 10% (solution A) :

- molybdate d'ammonium dans l'eau.
- pour la conservation.
- l'eau distillée.

Préparation du molybdate

dissoudre à chaud 100 g de
ajouter 10 ml d'ammoniaque
compléter à 1000 ml avec



vanadate d'ammonium (solution B) :

- méta vanadate d'ammonium dans 400 ml d'eau.
- ml d'acide nitrique (HNO₃) de d=1,33 dilué dans 10 ml d'eau.
- l'eau distillée (durée de conservation illimitée).

Préparation du méta

dissoudre à chaud 2,35 g de
ajouter lentement en agitant 10
compléter à 1000 ml avec



vanado-molybdique (solution C) :

- solution A + 200 ml de la solution B + 192 ml d'acide nitrique (757 ml de HNO₃d=1,40 + 243 ml d'eau distillée).
- l'eau distillée (durée de conservation : 1 mois).

Préparation du réactif nitro-

mélanger 200 ml de la
Compléter à 1000 ml avec

Remarque:détermination de la concentration d' H₃PO₄ concentré (75%) :

- par l'acide phosphorique concentré.
- fiolle.

remplir une fiole de 100 ml
peser l'acide contenu dans la



Résultats :

On a obtenu: $m_{\text{H}_3\text{PO}_4}=171,79$ g, et on a $V=100$ ml

Donc: $Q = \frac{m}{V} = 1,7179\text{g/cm}^3$

Et on a : $d = \frac{q}{q(\text{eau})}$ avec q : masse volumique

Donc : $d=1,7179$ et $q(\text{eau})=1\text{g/cm}^3$

On a : $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V}$

A.N: $C = \frac{171,79}{98 \cdot 100 \cdot 10^{-3}} = 10,004\text{mol/l}$

Avec M : masse molaire de l'acide phosphorique en g/mol.

2.

Lavage avec l'eau :

L'eau sert à éliminer les phospholipides hydratables.

Mode opératoire :

- Prendre 4 tubes de centrifugation.
- Peser 10 g d'huile brute chauffée, et les mettre dans chaque tube.
- Ajouter dans chaque tube une quantité d'eau chauffée.
- Mettre les tubes dans la centrifugeuse pendant 5 à 10 minutes.

III. Résultats et discussions

1.

Expérience 1: lavage de l'huile brute avec l'eau tiède :

Nous avons commencé le traitement de notre sujet par une série de lavages d'huile brute, afin de déterminer le pourcentage des phospholipides hydratables. L'huile brute avec laquelle on a travaillé est caractérisée par :

- Taux de phosphore de 279.15 ppm.
- Lécithines de l'ordre de 0.73%.

Essais	Composition
1	10 g d'huile+1ml d'eau
2	10 g d'huile+2ml d'eau
3	10 g d'huile+2.5ml d'eau
4	10 g d'huile+3ml d'eau
5	10 g d'huile+4ml d'eau
6	10 g d'huile+2ml d'eau
7	10g d'huile+4ml d'eau

NB : les essais 6 et 7 sont des vérifications de 2 et 5 successivement.

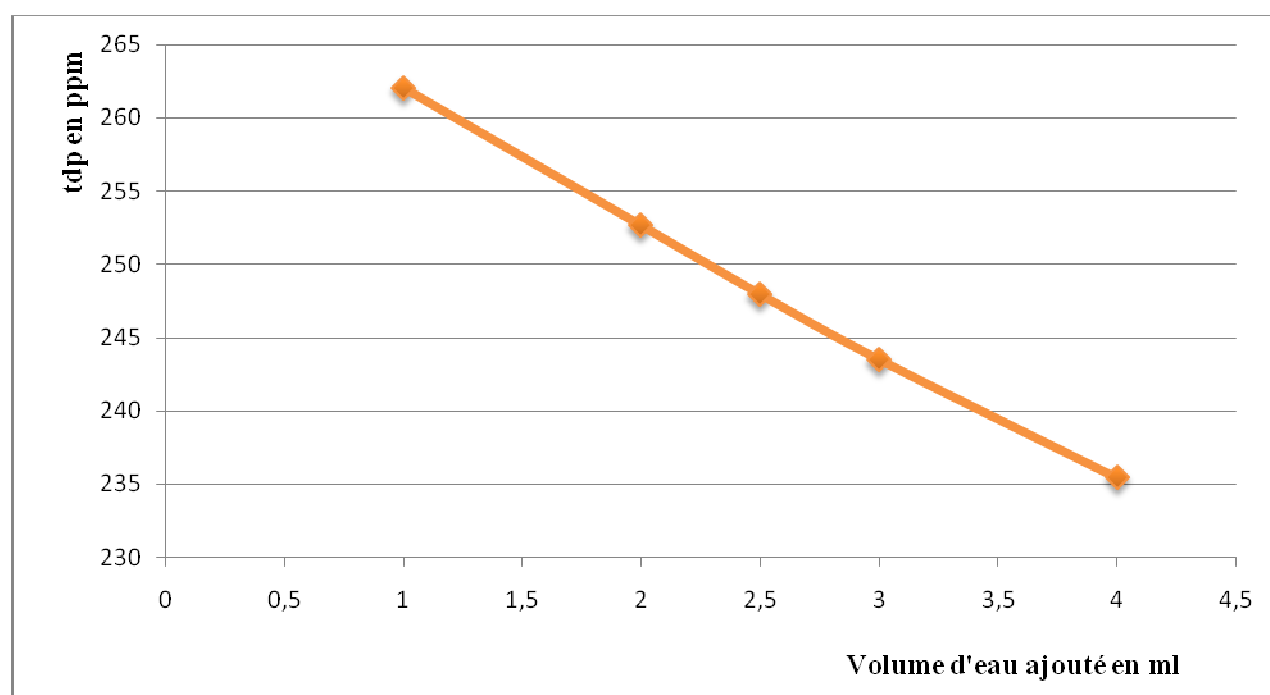
Tableau 6 : essais du lavage d'huile brute avec l'eau

On a fait le dosage du phosphore pour chaque essai et on a trouvé les résultats suivants :

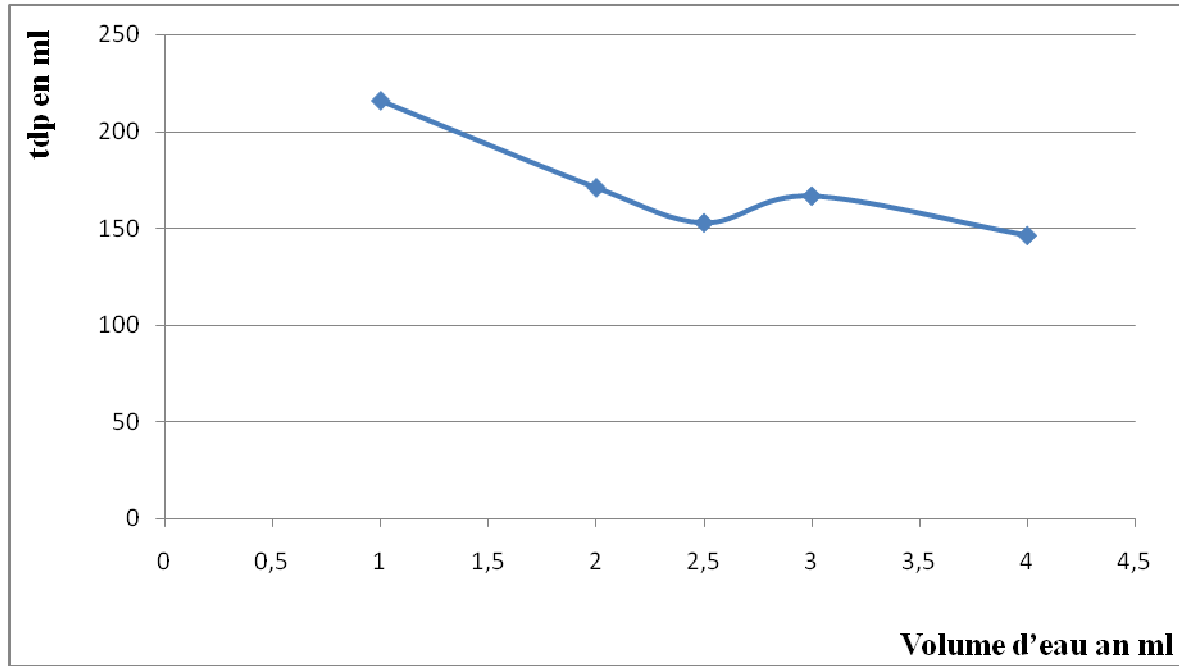
Volume de l'eau	Taux de phosphore (tdp) en ppm
------------------------	---------------------------------------

en ml	Dosage immédiat	Dosage après un temps de séjour
1	262.04	215.61
2	252.66	170.89
2.5	247.98	152.79
3	243.53	166.59
4	235.46	146.25
2	253.47	166.5
4	237.29	171.78

Tableau7: mesures du taux de phosphore pour chaque essai



Courbe1 : Variation du taux de phosphore en fonction du volume d'eau ajouté
Cas 1 : Dosage immédiat



Courbe 2 : Variation du taux de phosphore en fonction du volume d'eau ajouté
Cas 2 : Dosage après un temps de séjour



Interprétation des courbes :

D'après les courbes ci-dessus, on constate que le taux de phosphore diminue en fonction du volume d'eau ajouté, ceci est dû à l'élimination des phospholipides hydratés.

Sans laisser un temps de séjour on remarque que le taux de phosphore diminue faiblement, par contre si on laisse les tubes un certain temps pour favoriser la décantation des phospholipides, on observe une forte diminution du taux de phosphore.

La quantité optimale d'eau nécessaire à l'élimination de la quantité maximale des phospholipides hydratés est de 4ml.

2. Expérience 2: attaque de l'huile brute avec l'acide phosphorique (10 M) :

Cette fois-ci, on a attaqué l'huile avec l'acide phosphorique concentré (10 mol/l), les essais effectués sont représentés dans le tableau suivant :

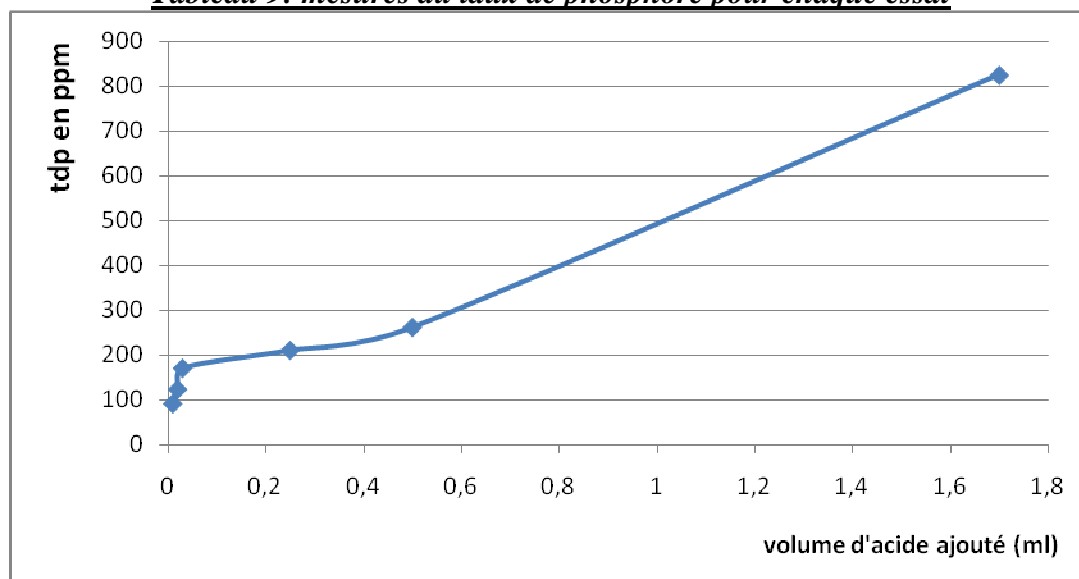
Essais	Composition
1	10ml d'huile +0.01ml H ₃ PO ₄
2	10ml d'huile +0.02ml H ₃ PO ₄
3	10ml d'huile +0.03ml H ₃ PO ₄
4	10ml d'huile +0.25ml H ₃ PO ₄
5	10ml d'huile +0.5ml H ₃ PO ₄
6	10ml d'huile +1.7ml H ₃ PO ₄

Tableau 8 : attaque de l'huile brute par l'acide phosphorique

Pour chaque essai on a effectué un dosage de phosphore, les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant :

Volume d'H₃PO₄ en ml	Taux de phosphore (tdp) en ppm
0.01	92.14
0.02	124.02
0.03	171.07
0.25	211.14
0.5	262.42
1.7	825.12

Tableau 9: mesures du taux de phosphore pour chaque essai



Courbe3: Variation du taux de phosphore en fonction du volume d'H₃PO₄ ajouté



Interprétation :

On remarque une diminution importante du taux de phosphore allant jusqu'à 92,14 ppm pour 0,01 ml d'acide. Mais lorsqu'on ajoute des quantités à partir de 0,25 ml on observe des taux de phosphore énormes jusqu'à 825,12 ppm pour 1,7 ml d'acide.

L'acide phosphorique est un agent chimique qui joue deux rôles en parallèle :

- Une diminution du taux de phosphore en éliminant les phospholipides non hydratables.
- Une élévation du phosphore lorsqu'on ajoute des quantités d'acide en excès.

La quantité optimale d'acide phosphorique qui permet l'élimination de la majorité des phospholipides non hydratables est de 0.01ml.

3. Expérience 3: ajout du mélange eau et acide phosphorique concentré sur l'huile brute :

Dans cette expérience, on a ajouté à l'huile brute un mélange d'eau et d'acide phosphorique avec des proportions suivantes :

Essais	Composition
Bécher 1	100ml d'huile+0.1ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau
Bécher 2	100ml d'huile+0.2ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau
Bécher 3	100ml d'huile+0.3ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau
Bécher 4	100ml d'huile+0.4ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau
Bécher 5	100ml d'huile+0.5ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau
Bécher 6	100ml d'huile+0.5ml d'H ₃ PO ₄ +40ml d'eau

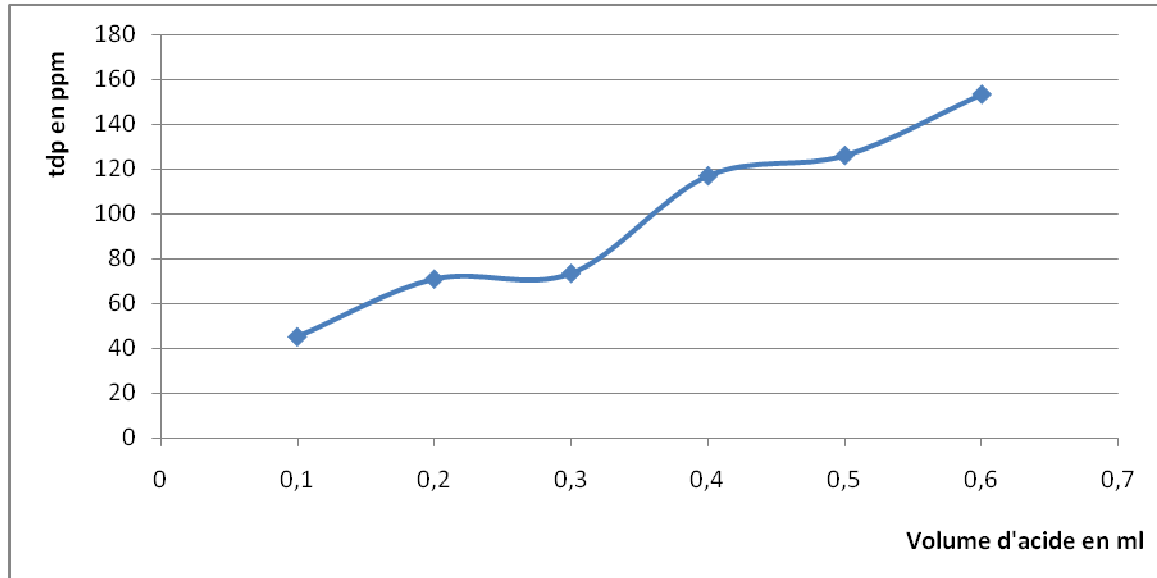
Tableau 10: ajout du mélange d'eau et d'acide phosphorique sur l'huile brute

La quantité d'eau est constante donc on peut se baser sur la quantité d'acide ajoutée, et donc suivre le taux de phosphore.

On a prélevé de chacun de ces béchers 20 ml du mélange, suivi d'une centrifugation, pour faire un dosage de phosphore. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Volume d'acide en ml	Taux de phosphore en ppm
0.1	45.13
0.2	70.84
0.3	73.34
0.4	116.81
0.5	125.9
0.6	153.12

Tableau 11: mesures du taux de phosphore pour chaque Bécher



Courbe4: Variation du taux de phosphore en fonction du volume d' H_3PO_4 ajouté

Interprétation :

La courbe ci-dessus montre une forte diminution du taux de phosphore jusqu'à 45,13 ppm pour l'essai 1, ce qui traduit une grande élimination des phospholipides hydratables et non hydratables. Par conséquent la vérification des expériences 1 et 2.

Le taux de phosphore augmente d'une manière progressive de l'essai 1 à l'essai 6, cette augmentation est due à la quantité d'acide ajouté et qui dépasse les normes.

IV. Conclusion

Comme bilan de tout ce qu'on a fait, le temps de séjour est un facteur très important pour avoir un faible taux de phosphore, il permet la décantation des phospholipides, et par conséquent la facilité de leur élimination dans la mesure où ils se sont gonflés.

L'acide phosphorique est un agent chimique qui joue deux rôles essentiels :

- Soit il baisse le taux de phosphore par l'élimination des phospholipides non hydratables.
- Soit il participe à l'augmentation du taux de phosphore, si son ajout est réalisé par des quantités hors normes. le phosphore reste dans l'huile soit dans l'huile séchée ou bien désodorisée à cause de l'excès de cet acide, car les phospholipides sont totalement éliminés.

Après tous ces essais et ses analyses on a arrivé à diminuer le taux de phosphore jusqu'à 45.13ppm pour un pourcentage d'acide phosphorique de 0.1% et 40% d'eau, c'est-à-dire qu'on n'est pas arrivé à un taux de phosphore dans les normes (<5 ppm dans : l'huile séchée), ceci peut trouver une explication :

- L'appareil qui mesure le taux de phosphore (spectrophotomètre) est de mauvaise qualité.
- Le manque du temps la durée de stage (1 mois et demi) est insuffisante pour traiter ce genre de sujets.

- Actuellement, il n'existe aucune méthode pour différencier entre les phospholipides hydratables et non hydratables, ce qui rend difficile la détermination de l'eau et d'acide phosphorique ajoutés au cours de la démucilagination.

Conclusion générale

A mon avis, la clé d'une bonne maîtrise du procédé de la production repose en grande partie sur une coopération complète, ces différents acteurs et surtout le service production et qualité, c'est-à-dire une implication du personnel dont les ouvrières et les ouvriers.

Grâce à ces personnes ma vision a changé, j'ai compris ce qui est vraiment un travail de groupe et je leur en serai toujours reconnaissant.

Durant ce stage, j'ai appris :

- D'une part, la possibilité de pratiquer mes connaissances scientifiques requises durant les années universitaires.
- D'autre part, j'ai connu une approche de la vie industrielle, et j'ai suivi et compris parfaitement :
 - Les techniques de la chimie instrumentale et non instrumentale effectués au laboratoire de la SIOF.
 - Les détails du procédé de raffinage des huiles : d'olive, de grignon d'olive, de soja et de tournesol.
- Par ailleurs, ma participation au sein de la semi résidait dans l'optimisation du procédé de raffinage des huiles en travaillant sur les quantités d'eau et d'acide phosphorique au niveau de la démucilagination.

Webographie

[http://www.scribd.com/fullscreen/153134562?access_key=key-](http://www.scribd.com/fullscreen/153134562?access_key=key-n2hmcc1f8zz4qhyqnqs&allow_share=true&escape=false&view_mode=scroll)

[n2hmcc1f8zz4qhyqnqs&allow_share=true&escape=false&view_mode=scroll](http://www.scribd.com/fullscreen/153134562?access_key=key-n2hmcc1f8zz4qhyqnqs&allow_share=true&escape=false&view_mode=scroll)

<http://www.futura-sciences.com/magazines/sante/infos/dico/d/biologie-phospholipide-14264/>

<http://www.chups.jussieu.fr/polys/biochimie/SGLbioch/POLY.Chp.2.5.html>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphatidylglyc%C3%A9rol>

[http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/phosphatidylcholine-
lecithine.html](http://www.eurekasante.fr/parapharmacie/complements-alimentaires/phosphatidylcholine-
lecithine.html)

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphatidyl%C3%A9thanolamine>

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Phosphatidyls%C3%A9rine>