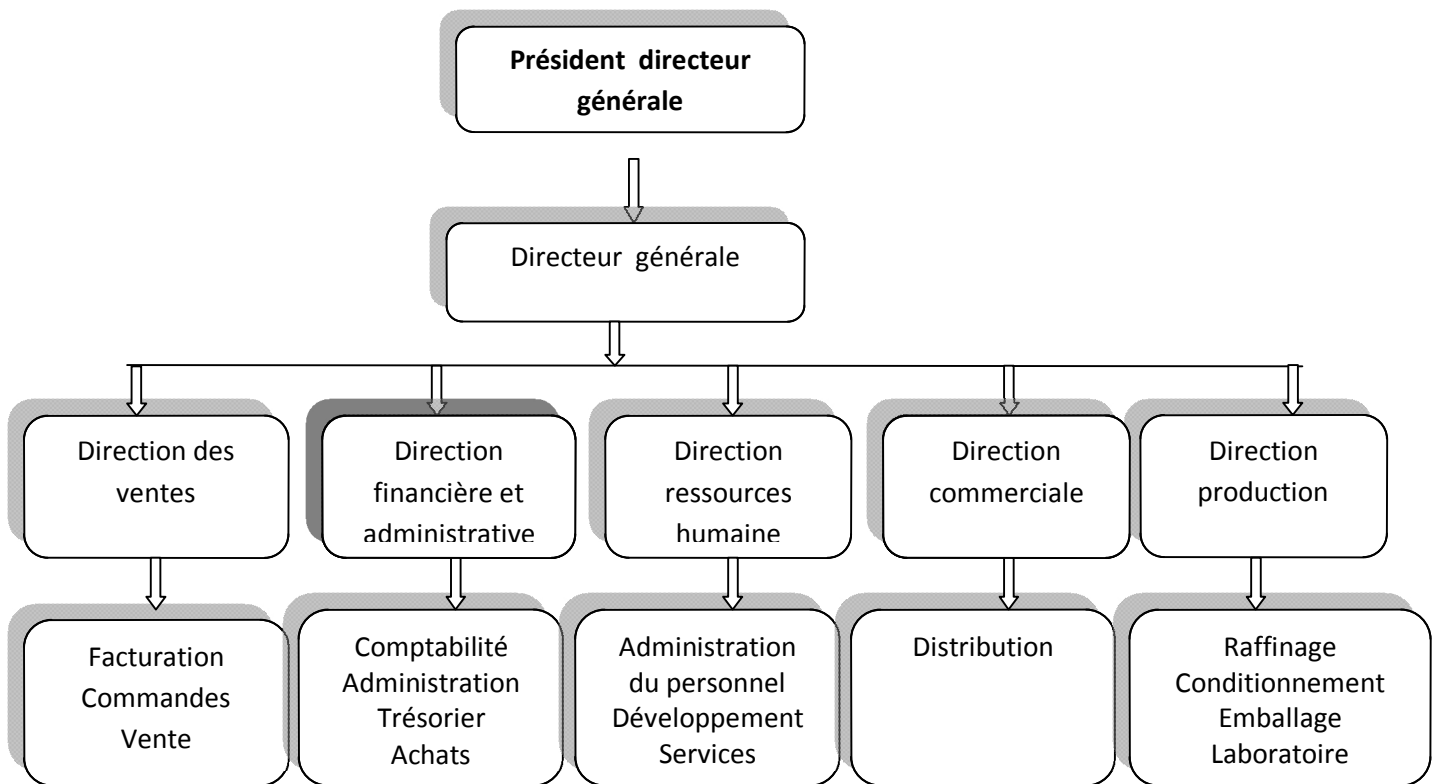


2. Organigramme :



3. Présentation des huiles élaborées par la SIOF

3.1 L'huile d'olive :



Figure 1 :huile d'olive

L'Huile d'olive désigne exclusivement l'huile extraite du fruit de l'olivier lors de la trituration dans un moulin à l'huile. L'huile d'olive est un produit simple et complexe à la fois. Simple parce que l'huile est issue de la trituration des olives à l'exclusion de tout autre produit (du moins en ce qui concerne l'huile vierge de notre moulin).

Car les variétés d'olives liées au terroir associées au tour de main du Maître du moulin, confère un goût différent à chaque huile. L'extraction de l'huile d'olive nécessite le

passage par plusieurs étapes : en passant par le lavage, le broyage, le malaxage, le pressurage, ladécantation et le stockage. L'huile d'olive ainsi produite doit alors être conservée à l'abri de l'air et de la lumière.

Type de l'huile	La composition de cette huile
L'huile d'olive	<ul style="list-style-type: none"> - 14% d'acide gras saturés. -74% d'acide gras mono-insaturés (acide oléique). -8% d'acide gras polyinsaturés. -Vitamines : A, D, E et K. -Provitamine A (carotène). -autres composés

3.2 L'huile de tournesol :



Figure 2 : l'huile de tournesol

Le Tournesol ou le grand soleil est une grande plante annuelle, appartenant à la Famille des Astéracées, son nom scientifique *Hélianthes annuus*. C'est une plante oléagineuse très riche en huile alimentaire (environ 40% de leur composition).

Le principal domaine d'application des huiles de tournesol est l'alimentation humaine, comme huile de salade, huile de cuisine ou pour la préparation des margarines.

L'huile de tournesol est extraite de graines décortiquées soit par broyage soit par extraction. Elle est conseillée pour la prévention des maladies cardio-vasculaires par richesse en acides gras essentiels comme « ω 6». Elle est aussi riche en lipides que les autres huiles.

Type de l'huile	La composition de cette huile
L'huile de Tournesol	<ul style="list-style-type: none"> -67% d'acide linoléique (C18 :2 w-6 polyinsaturé). -19.7% d'acide oléique (C18 :1 w-9 mono-insaturé).

3.3 L'huile de soja :



Figure 3 : huile de soja

Le soja ou le soya est une plante grimpante de la Famille des Fabacées, proche du haricot, largement cultivée pour ses graines oléagineuses qui fournissent la principale huile alimentaire consommé dans le monde.

Le terme désigne aussi ses graines, qui constituent l'un des aliments naturels les plus riches en protéines, lipides, glucides, vitamines A et B, Potassium, Calcium, Magnésium, Zinc et Fer, il contient aussi des acides gras polyinsaturés, la lécithine qui a une action hypocholestérolémiant, donc il possède des propriétés nutritives et énergétiques nécessaires pour le corps humain.

L'huile de soja est extraite des poids par broyage ou par extraction chimique. C'est une matière première intéressante parce qu'elle est chimiquement souple, abondante et renouvelable.

Type d'huile	Sa composition
l'huile de Soja	-14.4% d'acides gras saturés. -3% d'acides gras mono-insaturés. -7.9% d'acides gras polyinsaturés : -51% d'acide linoléique et 6.9% d'acide α -linoléique). oméga-3. oméga-6.

3.4 L'huile de grignon :



Figure 4: huile de grignon

Après l'extraction de l'huile d'olives, il en résulte un sous-produit, le grignon, qui renferme la plus grande partie de la matière sèche d'olive (peau, pulpe, petits morceaux de noyau) et une certaine proportion d'eau de végétation qui contient à son tour les composants hydrosolubles de l'olive.

Le grignon est séché, broyé et traité au solvant pour obtenir une huile dite de grignon.

La matière grasse du grignon est très riche en acides gras en C16 et C18 insaturés qui constituent 96% du total des acides gras. Les grignons sont très vulnérables à l'oxygène atmosphérique responsable en grande partie de l'altération des propriétés organoleptiques.

1. Principe de raffinage

Les huiles brutes obtenues renferment un certain nombre d'impuretés indésirables, responsables du goût et de l'odeur désagréables et de leur mauvaise conservation.

Le raffinage a pour but, d'éliminer les acides gras libres, les produits d'oxydation, les arômes désagréables, les colorants, les produits toxiques (tels que pesticides, glycosides) mais également les phospholipides ainsi que les métaux (tels que fer et cuivre) présents à l'état de traces qui sont généralement liés à des composés organiques.

Le raffinage consiste donc à éliminer au mieux ces composés afin d'obtenir une huile aux qualités organoleptiques et chimiques satisfaisantes.

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

Tableau 2 : les différentes étapes de raffinage

Opération	Composés éliminés ou réduites en quantités
Démucilagination	Composés hydratables tel que les phospholipides
Neutralisation alcaline	Acides gras libres Phospholipides résiduels Matières colorantes (réduites)
Séchage	Humidité (réduite)
Décoloration	Agents colorants : chlorophylle, caroténoïdes Agents toxiques
Désodorisation	Acides gras libres Tocophérols (réduits) Résidus de pesticides et mycotoxines

2. Description du processus industriel

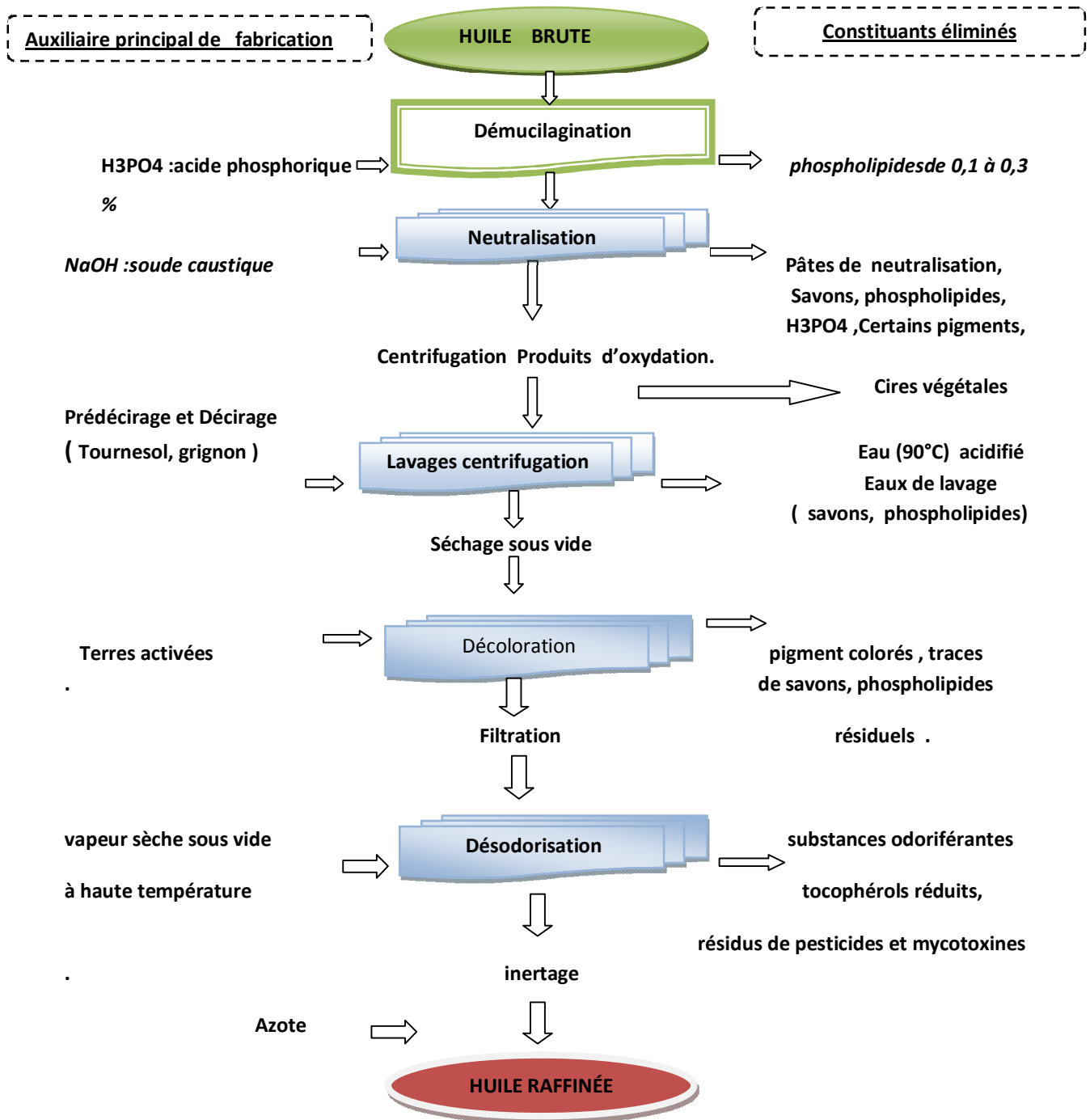


Figure 5 : Schéma général du procédé de raffinage

Au niveau de la société industrielle oléicole de Fès, 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.
- Les deux lignes suivent les mêmes étapes à l'exception de quelques différences (prédecirage et decirage pour l'huile de tournesol et de grignon).

2.1 Démucilagination ou dégomme :

Principe :

Le dégomme ou la démucilagination est la première étape de raffinage consiste à éliminer de l'huile brute les composés susceptibles de devenir insolubles par hydratation ; des substances dites mucilages qui sont des phospholipides, les lécithines, les complexes sucrés et autres impuretés contenues dans l'huile brute par l'ajout de H_3PO_4 .

Que le procédé utilisé soit physique ou chimique, les trois principes de base du processus de dégomme sont résumés comme suit:

- Elimination de phospholipides par la formation de micelles;
- Hydratation rapide des phospholipides;
- Elimination des phospholipides non hydratables par un traitement avec l'ajout de H_3PO_4 .

La teneur des mucilages dépend de la variété d'huile et du mode de trituration : ils peuvent représenter 0,5-0,1% de l'huile de soja par exemple.

La présence des mucilages dans l'huile peut représenter aussi un certain nombre d'inconvénients :

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.

Les composés phosphorés en présence d'eau forment des précipités dits mucilages qui ne sont pas admis dans une huile livrée à la consommation. Ces phospholipides peuvent provoquer des émulsions.

Procédé :

Ou sein de société SIOF la démulcination se fait comme suit :

Le passage d'huile brute par un échangeur à plaque à contre-courant (huile brute-huile désodorisée chaud) qui vient directement du bac de stockage, à une température voisine de 60°C. L'huile chauffée refoulée dans une cuve de lancement pour lui filtrée dans un filtre à double corps contenant chacun d'eux un tamis pour éliminer les grossières substances.

L'huile filtrée est ensuite chauffée à 85 -90°C dans un échangeur à spirale avec de la vapeur d'eau adoucie venant de la chaudière, cette action a pour effet de diminuer la viscosité de l'huile.

Ensuite, l'opération se poursuit par injection de l'acide phosphorique commercial à 75% et dilué par une pompe doseuse à raison de 1 à 3%.le mélange (huile-acide) passent alors dans un mélangeur rapide (6000tr/min) pour la dispersion d'acide dans l'huile afin d'avoir un mélange intime, avant de le refouler vers le bac de contact dans lequel il va séjourner pendant 15 à 20 minutes pour permettre l'hydratation des phospholipides, et ce temps de séjour est suffisant pour le gonflement des mucilages afin d'obtenir une bonne séparation. Le mélange est ensuite envoyé vers l'étape de neutralisation.

Remarque :

La quantité de l'acide phosphorique ajoutée dépend de la teneur de l'huile en phospholipides, pour l'huile de soja qui est riche en phospholipides (1 à 3 %), la quantité d'acide ajoutée est supérieure à celle utilisée pour l'huile de tournesol qui contient moins de phospholipides (0,5 à 1,3 %) car l'actionoul'ajoutde l'acide phosphorique en excès à quelques inconvénients :

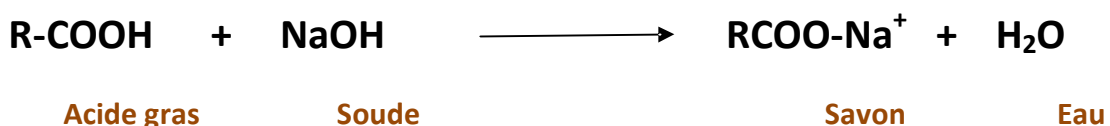
- Elle renforce la couleur de l'huile.
- Elle provoque l'altération de la qualité de l'huile.
- Colmatage des filtres au cours de traitement.

2.2 Neutralisation :

L'élimination des acides gras libres est l'opération la plus importante du raffinage. La neutralisation par la soude caustique NaOH élimine les acides gras sous forme de savons appelés communément «pâtes de neutralisation ».cette opération comprennent deux réactions important :

-La neutralisation de l'excès d'acide phosphorique ajouté pour dégommer les huiles.

-La neutralisation des acides gras libres en formant les savons sodiques selon la réaction de saponification suivante :



Comme ce sont des acides faibles, ils requièrent un excès de soude pour s'assurer que la réaction soit déplacée dans le sens de la formation du savon et que l'acidité résiduelle de l'huile soit petite. Cet excès est d'habitude entre 0,01 et 0,05 % pour les huiles de soja. Un mal dosage de la soude produise une saponification partielle des triglycérides pour engendrer du glycérol et des savons sodiques, cette réaction appelée saponification parasite :

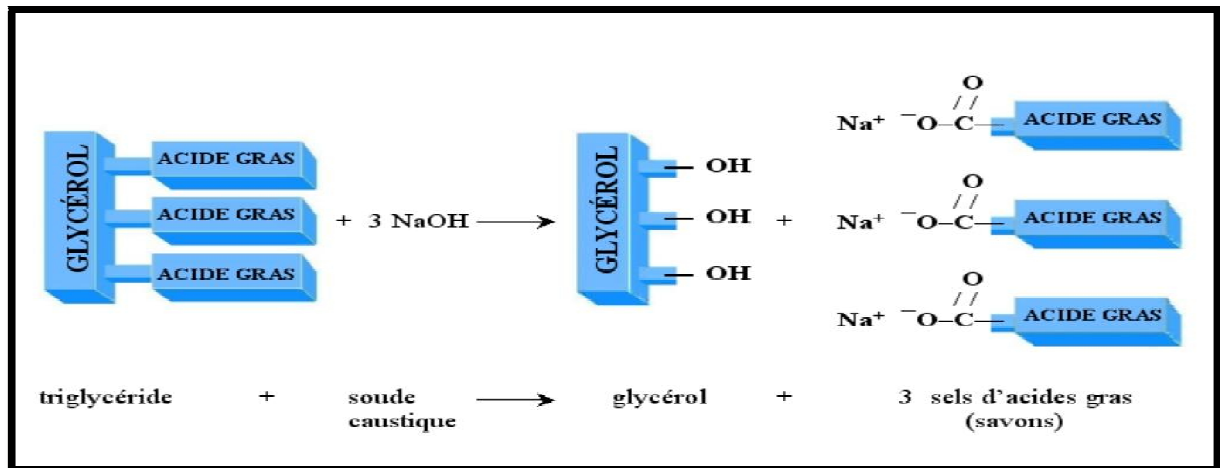


Figure 6 : saponification parasite de triglycéride

Procédé :

L'huile dégommée provenant du bac de contact reçoit une quantité de soude bien déterminée de 16 à 18 % à l'aide d'une pompe doseuse (débit=80L/h) pour l'huile de soja.

Ensuite, le mélange (huile-soude) passe dans un deuxième mélangeur à grande vitesse pour éliminer tout risque de saponification parasite avant d'être envoyé vers un premier séparateur à Bol auto débourbeur (centrifugeuse à 4700tr/min). Ce dernier assure la séparation de l'huile neutralisée (phase légère) et des savons ou pâte neutralisation (phase lourde), à la sortie de cette étape l'acidité d'huile doit être de 0,02-0,04%.

2.3 Lavage :

Principe :

C'est l'opération qui permet d'éliminer les substances alcalines (savons et soude en excès) présentes dans l'huile à la sortie de neutralisation, ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et autres impuretés. Il est essentiel que l'huile brute ait subi une bonne séparation. Dans le cas contraire, il peut se produire des émulsions importantes et une partie du savon risque de ne pas être éliminée. Le lavage s'effectue par l'eau chaude (90°C) et l'acide citrique.

Procédé :

Le lavage au sein de SIOF s'effectuer comme suite :

- L'huile neutralisée du soja reçoit de l'eau chaude à 90°C, qui sera mélangé avec l'acide citrique dilué dans le troisième mélangeur ou mixeur pour subir une centrifugation. Ensuite le mélange sera divisé en deux volumes et chacun est mis dans un séparateur afin d'assurer une bonne séparation.
- L'huile lavée doit avoir une acidité inférieure à 0,04%.
- Les eaux de lavage contiennent encore de l'huile qu'on récupère par décantation (environ 1 à 3% de matière grasse).
- L'acide citrique facilite le lavage par action sur les savons et par augmentation de leur densité.

Remarque :

Le lavage est plus efficace lorsqu'il est effectué en deux stades, et l'eau de lavage doit être la plus chaude possible (90°C).

2.4Séchage :

Principe :

C'est une étape qui consiste à éliminer l'humidité présente dans l'huile lavée avant l'opération de décoloration car elle peut provoquer un colmatage rapide des filtres, surtout en présence de savon.

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 :

L'huile neutralisée sort du lavage à une température de 90°C est pulvérisée dans une tour vertical maintenue sous vide à une pression de 0,6 à 0,8 bar appelé sécheur.

A la sortie du sécheur on doit avoir :

- Une acidité inférieure à 0,04%
- Une humidité inférieure à 0,1% (qui était à l'entrée du sécheur entre 0,5 et 0,7%).
- Un taux de phosphore ne dépassant pas 5 ppm.

2.5 Décoloration :

Principe :

Cette opération vise à éliminer les pigments de l'huile (chlorophylle et pigments caroténoïdes), nuisibles à sa couleur et à sa conservation, que la neutralisation n'a que très partiellement détruits. La décoloration fait intervenir le phénomène d'adsorption par la terre décolorante et le charbon active.

La terre décolorant utilisée est activée, cette activation consiste à améliorer leur pouvoir adsorbant. Cette transformation est réalisée par voie chimique par l'action d'acides forts (acide chlorhydrique ou sulfurique) à des températures variant de 80 à 130°C.

Procédé :

Au sein de la SIOF, la décoloration se fait comme suit : à la sortie du sécheur l'huile est séparée en deux conduites :

- Une première conduisant 90% de l'huile directement vers un échangeur thermique à plaque dont l'huile sera préchauffée par la vapeur pour atteindre une température de 100°C-110°C puis vers le décolorateur.
- Une deuxième conduisant 10% d'huile vers un mélangeur (une petite cuve munie d'un agitateur) où elle sera mélangée avec la terre. Ce mélange rejoint ensuite les 90 % d'huile dans le décolorateur.
- Le décolorateur est constitué de deux compartiments, menu chacun d'eux d'un agitateur et un serpentin où circule de la vapeur afin que l'huile garde une température de 100°C-110°C, et avec une agitation efficace qui favorisera le contact pendant 20 min. l'huile est toujours traitée sous vide 75 mmHg, de façon à empêcher l'oxydation favorisée par l'air.

Remarque :

Le charbon actif est utilisé ; essentiellement pour éliminer certains contaminants de type hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP) lourds (Notamment le benzo-A-pyrène) présents dans des huiles issues de graines séchées dans de mauvaises conditions. Il est utilisé surtout pour l'huile de grignon car il est plus efficace.

2.6 Filtration :

Principe :

L'huile décolorée passe à la filtration. Cette opération se fait à travers un milieu poreux constitué par la toile filtrante, dont le diamètre des pores est inférieur à celui des particules de la terre, ce qui favorise le passage de l'huile seule à travers le filtre à plaques appelés NIAGRA.

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.

Remarque :

La société SIOF possède deux filtres à plaque et deux autres à poche qui fonctionnent en alternance (un filtre est fonctionnaire et l'autre en réserve) ; pour le filtre à plaque quand il est chargé en terre usée, le gâteau se dépose sur les plaques et la filtration devient difficile, donc il doit être débarrassé de son gâteau. Pour cela, on envoie de la vapeur chaude pour le sécher, puis on envoie de l'air comprimé pour créer une vibration des plaques qui vont faire tomber le gâteau séché dans un bassin puis vers les déchets. Mais le filtre à poche sans jetable après leur utilisation.

2.7 Désodorisation :

Principe :

La désodorisation, comme son nom l'indique, a pour but d'éliminer les substances volatiles comme les aldéhydes et les cétones, qui donnent une odeur et un goût désagréables à l'huile, ainsi que les acides gras libres encore présents dont certains sont très sensibles à l'oxydation.

Procédé :

L'huile filtrée décolorée est pompée d'abord vers un bac de stockage puis vers un échangeur à plaque (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 plaque (N°2) où elle sera chauffée par l'huile désodorisée, après elle passe par

un échangeur tubulaire de 40 bar dont l'huile sera préchauffée par la vapeur d'eau déminéralisé jusqu'à une température de 190°C.

Ensuite, l'huile s'écoule dans le désodoriseur qui continue son chauffage vers une température de 210-220°C.

Le désodoriseur comporte 5 étages de forme cylindrique verticale pour éliminer les composés odoriférants volatils, puis elle subit une injection de la vapeur sèche dans chaque étage sauf le 5ème de bas du désodoriseur, car elle considéré comme un réservoir, afin de favoriser le barbotage de l'huile (agitation continue) pendant une durée de 2 heures d'environ.

L'huile désodorisée coule continuellement du dernier compartiment du désodoriseur vers un première échangeur à plaque ou sa température sera diminuer jusqu'à 175°C due à l'échange avec l'huile sortant de dégazeur ,puis vers une deuxième échangeur à plaque en circulant à contre-courant avec l'huile décoloré filtré venant du bac de stockage, ensuite elle se refroidit encore par son passage dans un troisième échangeur à plaque avec l'huile brute à 25°C. Enfin elle va passer par un dernier échangeur à plaque ou le refroidissement est assuré par les eaux des tours, pour atteindre une température inférieure à 50°C.

Après le dernier refroidissement 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.

Remarque :

L'évacuation des substances volatiles est assurée par une conduite cylindrique verticale qui se trouve au milieu de la colonne. Les acides gras entraînés sont récupérés par condensation en haut de la colonne grâce à un système de garnissage arrosé par des acides gras déjà refroidis.

2.8 Fortification :

Principe :

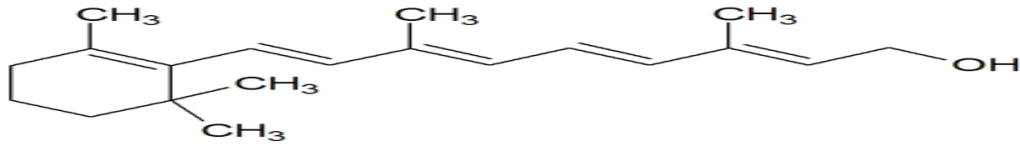
La fortification des aliments est définie comme tout traitement ayant pour but essentiel d'élever la teneur en principe nutritive de ces aliments au-dessus de la valeur considérée .la fortification des aliments avec des vitamines A et D3, est une stratégie très efficace pour lutter contre les troubles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

Procédé :

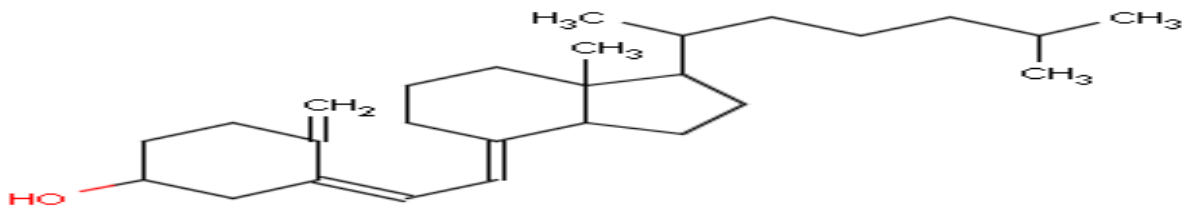
Après la désodorisation, et à l'aide d'une pompe doseuse on injecte à l'huile de la vitamine A et D3. Ces vitamines ajoutées d'une quantité bien définie par la réglementation, sont d'abord mélangées dans des petits bacs avec de l'huile désodorisée avant d'être

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

Vitamine A :



Vitamine D₃ :



Remarques importantes :

- ✚ Pour garantir la qualité des huiles produites, il faut veiller à la qualité des produits par plusieurs contrôles faisant intervenir les techniques de la chimie analytique Instrumentale et non instrumentale.
 - ✚ Lors de chaque contrôle les responsables de laboratoire renseignent les techniciens de raffinage de toute non-conformité, ce qui fera l'objet d'une intervention corrective.
- Après tout ce long processus du raffinage le produit doit avoir les critères suivants :
- Acidité inférieure à 0,1%.
 - Teneur en phosphate inférieur à 5 ppm.
 - Taux de savon égal à 0 ppm
 - Teneur en vitamine A = 3000 UI/100g d'huile.
 - Teneur en vitamine D=3000UI/100g d'huile.
 - Absence d'humidité car c'est un agent de lipolyse.
 - Absence de chlorophylle et de carotène car ce 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.

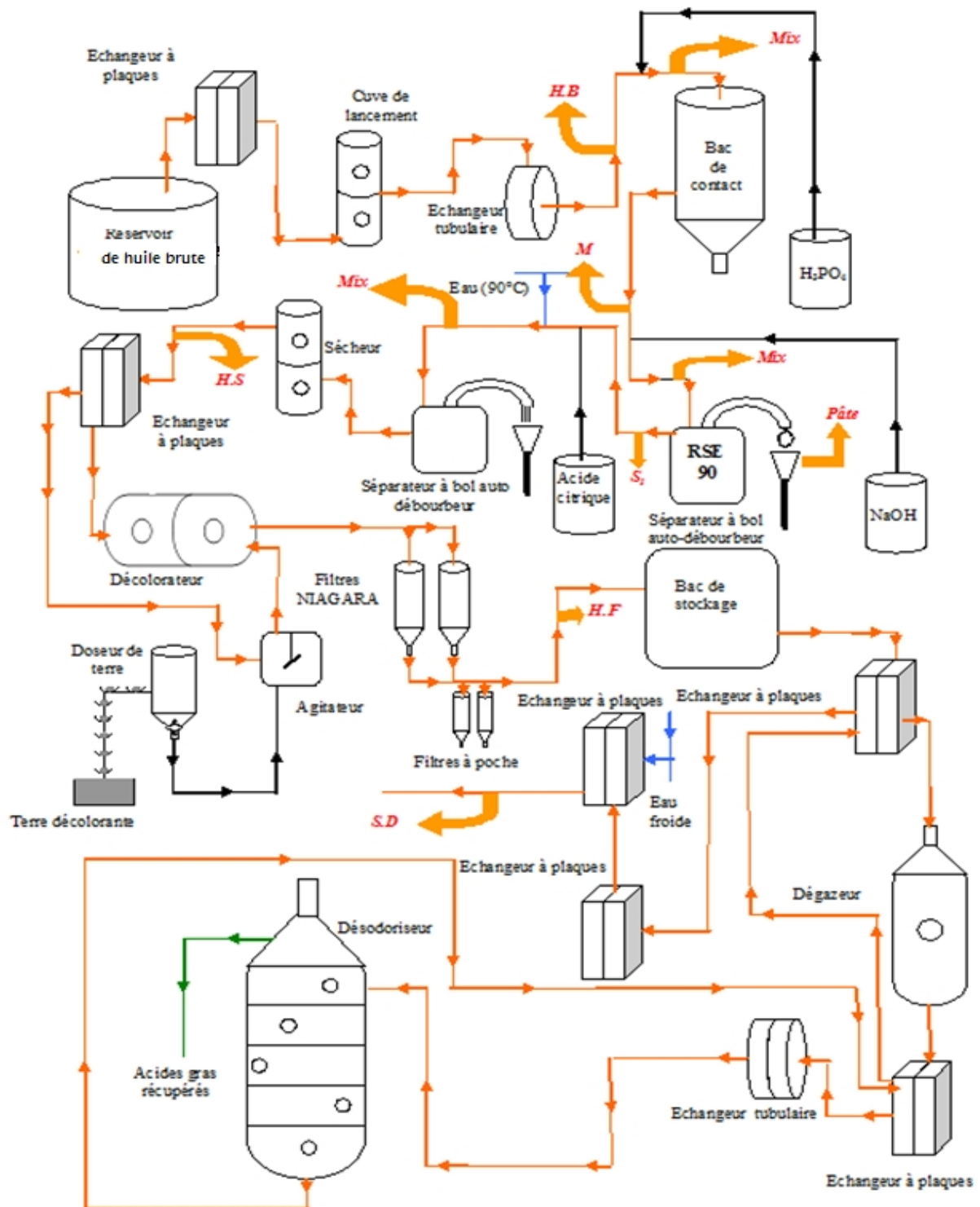


Figure 7 : schéma général du raffinage

H.B : huile brute.

M : mélange d'huile brute et d'acide phosphorique.






Mix : Mixeur

S₁ : huile sortie du séparateur à bol auto-déboureur.

H.S : huile séchée.

H.F : huile filtrée.

S.D : huile de la sortie de désodorisation.

-  Trajet de l'huile.
-  Trajet des produits chimiques de traitement.
-  Trajet des eaux.
-  Trajet des acides gras récupérés.
-  Prélèvements pour les analyses.

Remarque:

Le raffinage de l'huile de tournesol et l'huile de grignon d'olive diffère du raffinage de l'huile de soja par une seule opération de purification qui est le Prédécirage-Décirage qui se déroule après la neutralisation. Les autres opérations restant sont les mêmes.

✓ **But Prédécirage-Décirage :**

Les huiles de tournesol ou de grignon d'olive contiennent des cires qui sont des esters d'acides gras. A basse température, ces cires confèrent un aspect trouble à l'huile. Il est donc essentiel d'éliminer ces éléments avant l'embouteillage et la commercialisation de l'huile.

✓ **Procédé :**

L'huile de grignon ou de tournesol après neutralisation passe par :

Un 1er refroidissement dans un échangeur à plaque huile-huile (l'huile froide sortant du décirage va refroidir l'huile chaude qui vient de neutralisation).

Un 2ème refroidissement dans un échangeur à plaque huile-eau gelé puis dans un échangeur tubulaire huile-eau gelé jusqu'à 11°C.

Ensuite, l'huile froide se voit injecter une deuxième quantité soude afin de créer plus de savons qui vont jouer le rôle de combinaison des cires.

Un 3ème 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.

L'huile sort à une température de 8°C du deuxième maturateur vers le troisième maturateur (rôle de réservoir) et reste dans ce dernier une durée assurant l'élévation de température de 8 °C jusqu'à 15°C pour passer à La séparation des cires (partie lourde) de l'huile (partie légère) à l'aide de la force centrifugeuse du séparateur auto-débourbeur.