
Année Universitaire : 2010-2011

**Filière ingénieurs
Industries Agricoles et Alimentaires**



Rapport de stage de fin d'études

**Traitement des nuisances olfactives issues de l'étape de
désodorisation des huiles végétales**

Réalisé par l'élève-ingénieur

JANATI Nassim

Encadré par

- Mr. Ahmed LAKHDAR de la société LCM « AICHA »
- Mr. Mohammed CHAOUQI de la FST Fès

Présenté le 28 Juin 2011 devant le jury composé de

- M^{me}. SQALLI HOUSSAINI Ouafae
- M^r. HILALI Abdelmajid
- M^r. LAZRAQ Abderrahim
- M^r. SOUHA Hammou
- M^r. CHAOUQI Mohammed

Stage effectué au sein de la société : Les Conserves de Meknès « AICHA »



Filière Ingénieurs IAA

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat

Nom et prénom : JANATI Nassim

Année Universitaire : 2010/2011

Titre : Optimisation des nuisances olfactives issues de l'étape de désodorisation des huiles végétales

Résumé

A l'heure actuelle et dans le sens d'une intensification des lois concernant l'environnement, la réglementation et la jurisprudence, occupent une part croissante dans les réflexions et les opérations liées à la protection de l'environnement.

Les nuisances olfactives apparaissent comme le deuxième motif de plainte après le bruit et sont ressenties comme une vraie pollution de l'air. Ce sont des préoccupations environnementales croissantes pour les citoyens qui exigent le respect de leur cadre de vie et pour les industriels qui cherchent à maîtriser ces nuisances.

De multiples activités peuvent être à la source de mauvaises odeurs dont le raffinage des huiles alimentaires.

L'industrie de raffinage d'huiles végétales est exposée à une pression énorme dans le monde entier et doit accomplir les exigences de protection environnementale.

Le traitement de ses effluents huileux et plus particulièrement ceux de la désodorisation, est une opération qui limite le risque de nuisances olfactives, par le blocage des phénomènes de fermentation de l'émulsion, issue du mélange huile-eau. C'est une méthode d'hygiène, afin de réduire les germes présents dans la boue (Agents pathogènes tels que : salmonelle...).

Etant le fruit d'une période de quatre mois de travail régulier et assidu, ce rapport résume une étude approfondie qui a été réalisée au sein de la raffinerie de la LCM, visant à mettre en place un système de traitement des effluents de la désodorisation dans un circuit fermé, Cela contribuera à l'empêchement de la libération des odeurs hostiles dans l'air du voisinage.

Toutefois, Notre premier objectif, celui de pouvoir dévoiler la cause principale de la formation de l'émulsion a été réussie, ce qui nous a permis d'atteindre le but primordial de l'étude, celui de l'optimisation des rejets atmosphériques de la désodorisation.

Sommaire

DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
INTRODUCTION	1

PARTIE THEORIQUE

Chapitre1 : Présentation de la société : LCM « AICHA »

I. Aperçu historique.....	3
II. Carte d'identification.....	4
III. Fonctionnement et organisation.....	5
IV. Organigramme de la société	7

Chapitre 2 : Raffinage des huiles végétales

I. matières premières.....	7
I.1. Obtention des corps gras.....	7
I.2. Constituants de la matière première.....	8
II. Objectifs du raffinage des huiles végétales.....	8
III. Etapes de raffinage des huiles comestibles.....	9
III.1. Démucilagination ou dégommeage.....	9
III.2. Neutralisation.....	10
III.3. Lavage.....	11
III.4. Décirage.....	11
III.5. Décoloration.....	12
III.6. Désodorisation.....	13
IV. Produits finis.....	14
IV.1. Stockage.....	14
IV.2. Conditionnement.....	15

PARTIE PRATIQUE

Chapitre 1 : Colonne de désodorisation et mécanisme de libération des odeurs

I. Notions sur la désodorisation.....	17
I.1. Désaération.....	17
I.2. Chauffage de l'huile.....	17
I.3. Distillation.....	17
I.4. Refroidissement.....	17
II. Causes de l'évacuation de l'odeur.....	18
III. Diagramme d'ISHIKAWA.....	19
IV. Formation de l'émulsion.....	21
IV.1. Composition chimique de l'émulsion.....	22
IV.2. Caractéristiques physico-chimiques.....	24
V. Transformation de l'émulsion en odeur hostiles.....	25

Chapitre 2 : Plan d'action contre les rejets atmosphériques de la LCM

I. Propositions	26
I.1. Traitement des effluents de la désodorisation.....	26
a. Prétraitement des eaux résiduaires huileuses.....	26
b. Evaporation naturelle : lagunage	27
c. Distillation.....	29
d. Traitement de l'effluent par le charbon actif.....	29
I.2. Remplacement de l'ancien système de refroidissement.....	33
I.3. Changement des équipements usés de la colonne de désodorisation.....	34
I.3.1. La vanne de régulation.....	34
I.3.2. La pompe.....	35

Chapitre 3: Installation proposée pour le traitement

I. Installation d'un racleur au niveau du bac de récupération.....	36
II. Système de filtration primaire de l'eau.....	37
III. Procédés de traitement de l'eau par le charbon actif.....	39
III.1. Action appropriée au traitement.....	39
a. Charbon actif en poudre.....	40
b. Charbon actif granulaire.....	40
III.2. Mécanisme d'adsorption.....	40
III.3. Dimensionnement des cartouches.....	41

IV. Système de refroidissement de l'eau traitée.....	44
IV.1. Les échangeurs à plaques.....	44
IV.2. Installation du système de nettoyage en place NEP	45
IV.2.1. Principe du NEP.....	45
IV.2.2. Matériel nécessaire	45
IV.2.3. Circuit de détartrage.....	46
CONCLUSION GENERALE.....	48
BIBLIOGRAPHIE	
ANNEXES	

Introduction

Le secteur agro industriel au Maroc est l'un des piliers de l'économie marocaine : il fait partie des métiers que le Plan Emergence a retenus pour le développement du Maroc, et occupe 4% du PIB national avec un chiffre d'affaire voisinant les 6 milliards d'euros.

Sur le plan national, l'huile a toujours gardé une place importante dans la production agroalimentaire. Mais reste toujours confrontée à de nombreux défis. Notamment, la

problématique de l'élimination de leurs eaux usées et particulièrement, les émulsions issues des unités du raffinage.

Face à ces difficultés que vit le secteur industriel, les sociétés leaders dans le domaine oléicole ont été appelées à adopter une politique volontariste pour améliorer son environnement et soutenir le tissu productif en vue de mettre à niveau la productivité de ce secteur.

Dans cette optique, l'usine « Aicha- les conserves de Meknès » au Maroc participe depuis sa création aux innovations et aux évolutions du secteur en préservant la qualité de ses produits et son environnement.

Entre autres, les nuisances olfactives d'origine agro-industrielle représentent une donnée de plus en plus complexe dans notre pays densément peuplé, les usines sont souvent confrontées à des plaintes pour ces émissions. Sachant qu'il n'est même pas clair qui, de l'ensemble des usines dans un zoning industriel, est responsable de cette pollution olfactive. C'est la raison pour laquelle il est important pour toutes les industries concernées de dresser des mesures convenables pour remédier à ses émissions.

Dans ce but, tout en tenant compte des circonstances industrielles et de l'intérêt des dirigeants on peut prévoir les techniques les plus adéquates possibles pour lutter contre ces émissions et de libérer le voisinage de leur souffrance permanente.

Pour ma part, j'avais pour objectif de découvrir la source principale de la libération des odeurs hostiles libérées à la fin de l'étape de désodorisation afin de réduire ses dégagements. Pour réaliser ce but, j'ai commencé par une présentation de l'entreprise et particulièrement la raffinerie, pour ensuite tenter d'apporter des éléments de réponse concernant son fonctionnement et ses enjeux, afin d'obtenir, enfin, les détails de la problématique et les solutions adéquates ainsi découvertes.

I. Aperçu Historique

Les Conserves de Meknès « **LCM** » est une compagnie considérée parmi les plus anciennes et les plus performantes sociétés à l'échelle nationale, qu'il s'agisse de la sélection des matières premières, de l'introduction de nouvelles technologies ou de l'adaptation de ses produits à l'évolution des consommateurs, **LCM** se donne ainsi chaque jour les meilleurs atouts pour conforter sur son marché un leadership bien mérité.

Depuis sa création en **1929** sous le nom de **Paul Sibut**, **LCM Aicha** a fondé sa réputation d'excellence autour du label «**Aicha**» avant d'étendre son savoir-faire au concentré de tomate, aux confitures, à l'huile d'olive et plus récemment aux huiles raffinées et les sauces.

En **1962**, la famille **DEVICO** racheta cette société artisanale, et fut la date qui marqua le début d'une ère nouvelle puisque le dirigeant a réussi à ériger cette petite société au niveau industriel en modernisant son processus de production.

En **1998**, la société des conserves de Meknès a décidé d'investir en un grand projet qui consiste à l'installation d'une unité de raffinage des huiles alimentaires : Soja, Tournesol, huile d'olives, huile de grignon d'olive, avec une capacité de production de **150 tonnes/jour**.

Concernant les confitures **Aïcha**, **LCM** est leader sur le marché local avec une large gamme de produits déclinés en 15 parfums à pleine saveur concoctés selon des recettes authentiques jalousement gardées. L'unité de production actuelle peut traiter **160 tonnes par jour** en flux continu.

A fin de répondre aux attentes de ses consommateurs, **LCM** a lancé en juillet **2004** sa nouvelle gamme de confitures **Aïcha** light pour les régimes sans sucre et hypocalorique.

LCM est également le premier producteur mondial de truffes blanches et le premier exportateur national d'huile d'olive, deux produits essentiellement destinés à l'export.

II. Carte d'identification**[1]**

La fiche technique ci-dessous donne une présentation de la LCM :

Tableau 1 : Fiche d'identification de la LCM "AICHA"

Raison sociale	Les conserves de Meknès
Siège social	Quartier industriel Ain-Slougi BP : 217-Meknès
Capital social	96000000 DH
Forme juridique	Société anonyme
Date d'activité	1962
Superficie de l'usine	50000 m² dont 25000 couverts
Adresse	Q.I Ain Sloughi B.P 217 Meknès Maroc.

Tél.	05 35 50 17 90 /91
Tél.fax	(212-535)50 16 42 Aïcha
Télégramme	Aïcha Meknès
I.F.N	04 100 627
Patente N	17307131
Site web	www.Aïcha.com
E-mail	Aïcha@Aïcha.com
Capacité de production	<ul style="list-style-type: none"> - Concentré de tomates : 2000 tonne/jour - Confitures : 120 tonne/jour - Huile d'olive : 500 tonne/jour - Huile raffiné : 150 tonne/jour - Champignons : 120 tonne/jour - Cornichons : 50 tonne/jour
Effectif	<p>Effectif permanent : 218 personnes, dont :</p> <p style="padding-left: 40px;">20% cadres ou agents de maitrise.</p> <p style="padding-left: 40px;">80% employés et ouvriers.</p> <p>Effectif saisonnier : variable en fonction des besoins de l'entreprise.</p>
Répartition du chiffre d'affaires	- 80% sur le marché local et 20% sur l'export
Palmarès	<ul style="list-style-type: none"> - 1^{er} producteur mondial de truffes blanches - 1^{er} producteur d'huile d'olive, de concentré tomate et de confiture au Maroc - Leader des ventes des confitures et de concentré de tomate au Maroc

III.Fonctionnement et organisation

Depuis les sources d'approvisionnement jusqu'à la livraison finale, L.C.M assure la traçabilité de ses produits à tous les niveaux, conformément aux normes HACCP et ISO garantissant leur parfaite salubrité pour le consommateur.

a. Les normes

- Le système de management et de qualité : NM 9001
- Le programme intégré d'amélioration de la qualité « PIAQ »
- Le système de management de la sécurité des denrées alimentaires ISO 22000
- Le système de management environnemental NM ISO 14001
- Référentiel d'audit des fournisseurs de produits à marques de distributeurs IFS
- BRC (British retail consortium)

-
- La réglementation européenne pour le conditionnement et la commercialisation d'huile d'Argan BIO

b. Palmarès, prix et médailles

- Premier producteur mondial de truffes blanches
- Premier producteur d'huile d'olive, de concentré de tomate et de confiture au Maroc
- Leader des ventes de confitures et de concentré de tomates au Maroc
- 1996 : Prix de l'innovation
- 1997 : Prix des huiles
- 1998 : prix du meilleur packaging
- 1999 : prix de l'innovation
- 2000 : Grand prix du jury et prix des huiles
- 2002 : Prix des conserves végétal et du meilleur packaging
- 2006 : Prix national de la qualité
- 2009 : Prix de la meilleure marque nationale

c. Sponsoring et activités sociales

Parallèlement à son effort industriel, la société est également très impliquée dans le développement socioculturel de son environnement. Ce choix volontaire, confronté par les récentes orientations politiques nationales, se manifeste à travers la « fondation Aicha » par l'organisation et le parrainage de nombreux événements socio-éducatifs scientifiques, sportifs et culturels.

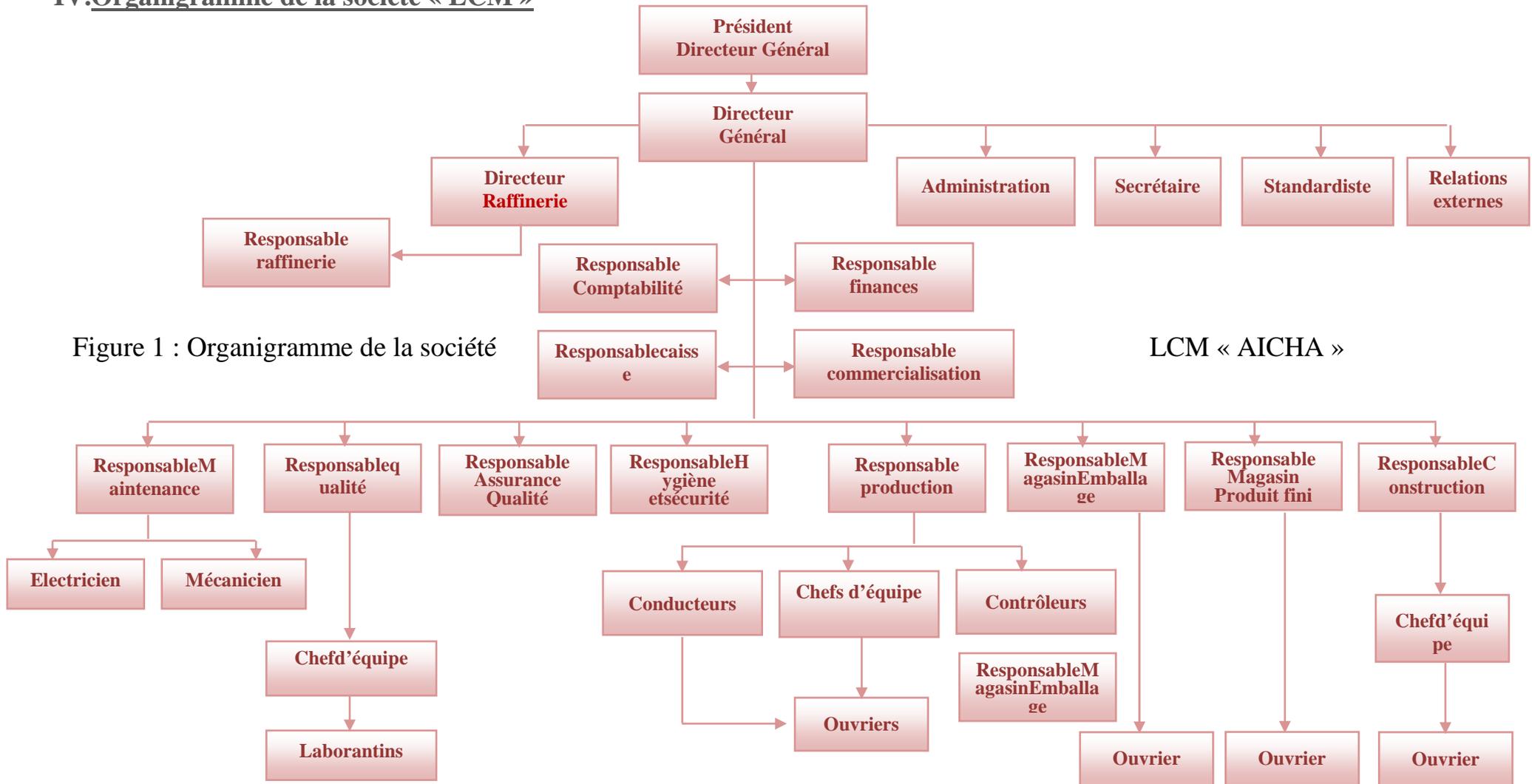
En complément de la Fondation Aicha, un institut Aicha « Santé et nutrition » a été créé pour se focaliser sur l'éducation du consommateur en matière de santé, bien être et hygiène alimentaire. Cet institut est piloté par un comité scientifique, composé d'enseignants universitaires, de médecins, de nutritionnistes, de chercheurs scientifiques et de représentants de la société publique.

Dans le domaine sportif, le célèbre « Rallye Aicha des Gazelles », premier rallye 100% féminin inclus l'esprit de solidarité grâce à l'association humanitaire « cœur de Gazelles ».

Le FICAM (Festival International du Cinéma d'Animation », qui draine chaque année plus de 40000 passionnés du cinéma d'animation participe à l'éclosion de jeunes talents marocains, à travers les nombreux ateliers organisés par des professionnels de renommée internationale en marge de la manifestation et par l'octroi du grand prix Aicha d'animation aux plus méritants.

Eu égard à l'effort consenti par Aicha, le Ministère de la santé a nommé LCM-Aicha membre de l'alliance National pour la fortification des aliments

IV. Organigramme de la société « LCM »



I. Matières premières^[2]

La matière première l'un des plus importants éléments, dans ce réseau de chaîne de fabrication et dont la composition chimique et physique est la base pour comprendre les opérations élémentaires à la suite.

I.1. Obtention des corps gras

La production des corps gras bruts est réalisée par différents procédés, soit par pression mécanique, soit par extraction au moyen d'un solvant (hexane), selon la teneur en huile de la matière première.

Deux procédés d'obtention de corps gras sont possibles selon leur teneur :

- Le traitement des graines riches comprend les opérations suivantes :

Nettoyage, décorticage, broyage, laminage, cuisson, pression, extraction.

- Le traitement pour les graines pauvres en huile comprend les opérations suivantes :

Nettoyage, séchage, maturation, décorticage, aplatissage, pelletisation, extraction.

Tous les procédés auront pour but d'obtenir :

- Des graisses ou huiles non détruites, ayant peu d'impuretés indésirables.
- Des rendements en corps gras les plus hauts possibles.
- Des tourteaux ou résidus d'une haute qualité.

I.2. constituants de la matière première

⊙ **Constituants majeurs**

Triacylglycérols.

⊙ **Constituants mineurs**

Mono-, diacylglycérols.

Acides gras.

Phosphatides.

Glycolipides.

Colorants : carotènes, chlorophylles et ses dérivés.

Tocophérols (vitamine E)

Alcools : aliphatiques, stérols.

Vitamines A et D.

Hydrocarbures

Esters.

Sucres libres

Fragments de protéines : composés soufrés ou azotés.

Enzymes.

☉ **Substances d'origine externe (contaminants)**

Composés métalliques.

Mycotoxines (aflatoxines).

Hydrocarbures : hexane, hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Produits phytosanitaires (pesticides).



II. Objectifs du raffinage des huiles végétales[6]

A la réception de la matière première qui est l'olive par exemple, elle subit une trituration de laquelle on obtient l'huile d'olive extra vierge, l'huile d'olives lampante et le grignon d'olives. Nous appelons l'huile d'olives extra vierge l'huile que nous obtenons de la trituration et qui contient une faible acidité ($< 0.8\%$) et n'a donc pas besoin d'être raffinée, sa consommation est saine.

Après l'extraction mécanique par pression, vient l'étape du raffinage. A ce stade, l'huile est encore appelée huile brute, elle contient en majorité de l'huile qui sera consommable à raison de 95 à 98%. En minorité, elle contient des molécules telles que : des acides gras libres, des mono et di glycérides, des phospholipides, des tocophérols, des stérols, des colorants naturels et des vitamines mais aussi d'autres composants d'origines externes tels que les hydrocarbures et les composés métalliques (fer, cuivre,...).

Certains de ces composants apportent des propriétés intéressantes comme les vitamines ou les stérols, d'autres ont un effet négatif sur la qualité et la conservation de l'huile. Ces molécules peuvent donner un mauvais goût, un aspect indésirable, une mauvaise odeur...

Le raffinage des huiles brutes est donc obligatoire pour fournir un produit d'aspect engageant, neutre de goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassé des substances toxiques et nocives. Il a pour objectif l'élimination des molécules indésirables, tout en conservant celles dont les propriétés sont intéressantes.

L'huile brute est stockée dans des cuves qui lui sont réservées. Avant de subir la démucilagination, cette huile est filtrée et pompée à un débit situé généralement à 5000 litres par heure.

III. Etapes de raffinage des huiles comestibles^[3]

Cette partie comporte les opérations élémentaires du raffinage chimique des huiles de graines oléagineuses et de l'huile d'olives qui comprennent en générale, quatre opérations élémentaires : la **neutralisation, la décoloration, et la désodorisation.**

Et en particulier, le **décirage** : pour les huiles de tournesol et de grignon d'olives.

III.1. Démucilagination ou Dégommage

Cette opération consiste à éliminer les phospholipides de l'huile brute, les protéines et d'autres substances colloïdales qui sont dissoutes ou en suspension par cristallisation.

⊙ Principe

L'opération se fait en deux étapes :

D'abord, l'huile brute subit une hydratation, c'est-à-dire, l'ajout de l'eau qui conduit à la formation des gommessous forme de flocons, cette élimination des phospholipides entraîne une perte en huile.

Ensuite, une opération de décantation accélérée par une centrifugeuse est réalisée, afin de séparer ces flocons des huiles.

Remarque

L'unité de raffinage dans Les Conserveries de Meknès utilise de l'acide phosphorique vu sa non agressivité vis-à-vis de la santé du consommateur, avec un pourcentage d'environ 1‰ Pour vérifier l'action de l'acide phosphorique, le laboratoire fait des analyses de conformité de la teneur en phosphore par spectrophotométrie (absorbance à 460 nm), selon la norme marocaine NM 08.5.016, L'échantillonnage se fait à la sortie de la décoloration, toutes les 8h.

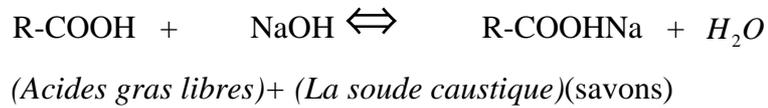
L'opération de centrifugation n'est appliquée qu'après l'opération de la neutralisation, dans laquelle les phospholipides se trouvent éliminés dans la pâte de neutralisation.

III.2. Neutralisation

Cette opération consiste à éliminer les acides gras libres sous forme de savons appelés pâtes de neutralisation.

Le principe de cette opération est basé sur la réaction de saponification, il s'agit de l'ajout de la soude caustique dans l'huile pour saponifier tous les acides gras libres y présents, selon la réaction chimique suivante :

Réaction de saponification :



Cette réaction produit des sels sous forme de savons, nécessairement éliminés, car ils sont de puissants émulsifiants et contiennent des phospholipides ainsi que diverses impuretés contaminants.

C'est pourquoi, l'huile après ajout de la soude est envoyée à un séparateur centrifuge à deux phases solide et liquide.

Le but de cette étape est de séparer la pâte de neutralisation de l'huile, grâce à la force centrifuge et qui donne lieu à deux phases, une phase solide (pâte de neutralisation) projetée à la périphérie et une phase liquide moins dense (l'huile) réceptionnée par la partie supérieure du séparateur. (Figure : 2)



Figure 2: Schéma de la ligne de neutralisation continue à la soude

A la fin de cette opération les savons sont récupérés et envoyés dans une cuve, et l'huile est acheminée vers l'opération suivante.

III.3. Lavage

Cette opération permet d'éliminer les savons et la soude en excès qui sont encore présents dans l'huile sortant de la centrifugeuse (séparateur S₁), ainsi que les dernières traces de métaux, de phospholipides et autres impuretés.

⊙ **Principe**

Le principe est réalisé en deux étapes :

D'abord, l'huile contenant encore des traces de savons et de la soude en excès subit une hydratation, c'est-à-dire, l'ajout de l'eau qui par son caractère bipolaire arrive à attirer ces sels (les savons et la soude), et à les emprisonner. Et comme ça, les sels se trouvent dissoutes dans l'eau de lavage.

Ensuite, une opération de décantation accélérée par une centrifugeuse est réalisée, pour séparer l'eau de lavage (phase liquide lourd) qui contient bien sûr ces sels, de l'huile (phase liquide léger).

A cette étape, l'huile est appelée Huile Neutralisée et elle est prête à subir l'opération de la décoloration.

III.4. Décirage

Le but de cette opération est d'éliminer les cires végétales présentes dans l'huile, seules les huiles de tournesol et de grignon d'olives qui subissent le décirage car elles contiennent plus de cires.

⊙ Principe

L'élimination des cires s'effectue en deux étapes :

- ✓ Un refroidissement provoquant la cristallisation des constituants à haut point de fusion
- ✓ Une séparation en deux étapes pour les éliminer.

A la fin de cette opération, l'huile décirée est acheminée vers le lavage (Figure : 3)

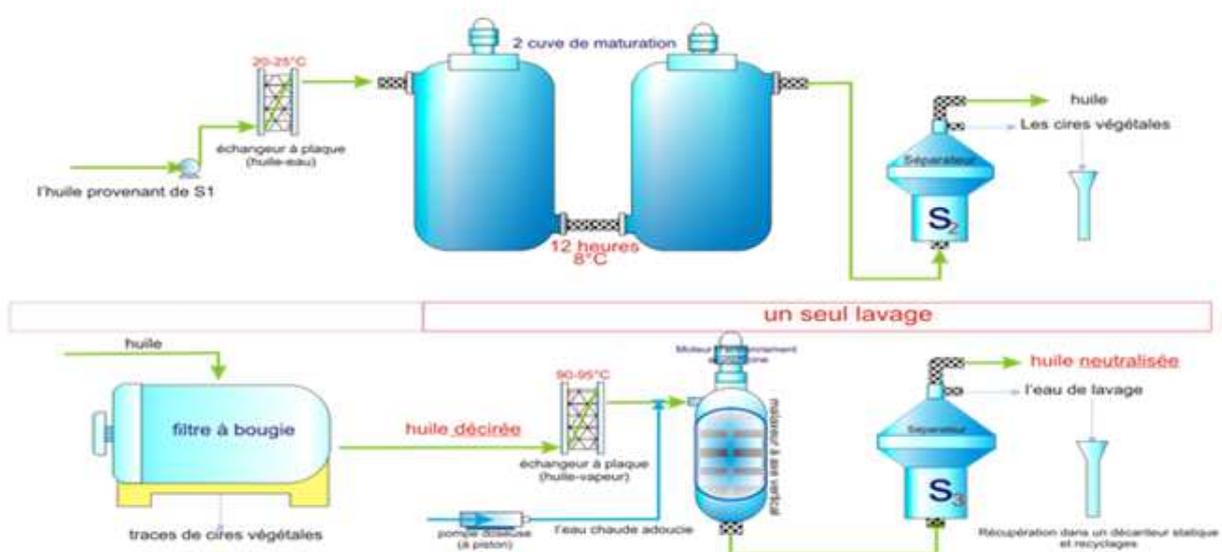


Figure 3 : schéma de la ligne de décirage

III.5. Décoloration

Cette opération vise à éliminer les pigments colorés ; les β carotènes, les chlorophylles et tous corps étrangers présents dans l'huile.

◎ Principe

Le principe de cette opération fait intervenir un phénomène physique : une adsorption de ces pigments sur des terres décolorantes et sur de la silice spéciale.

Autant les substances dissoutes que celles qui sont dispersées dans l'huile peuvent se lier à la surface des adsorbants.

➤ Filtration de l'huile

Le mélange provenant du réacteur est envoyé pour la filtration, il s'agit de deux filtres à bougies fonctionnant en alternance qui séparent l'huile aux terres décolorantes, qui ainsi contiennent les pigments de coloration.

Après la première filtration sur filtre à bougies, l'huile est filtrée à nouveau sur des filtres de sécurité (filtre à poches), pour se débarrasser des particules restées, même de petites tailles.

Après que l'huile passe par toutes ces opérations de décoloration, l'huile est ainsi nommée : Huile Décolorée. (Figure 4)

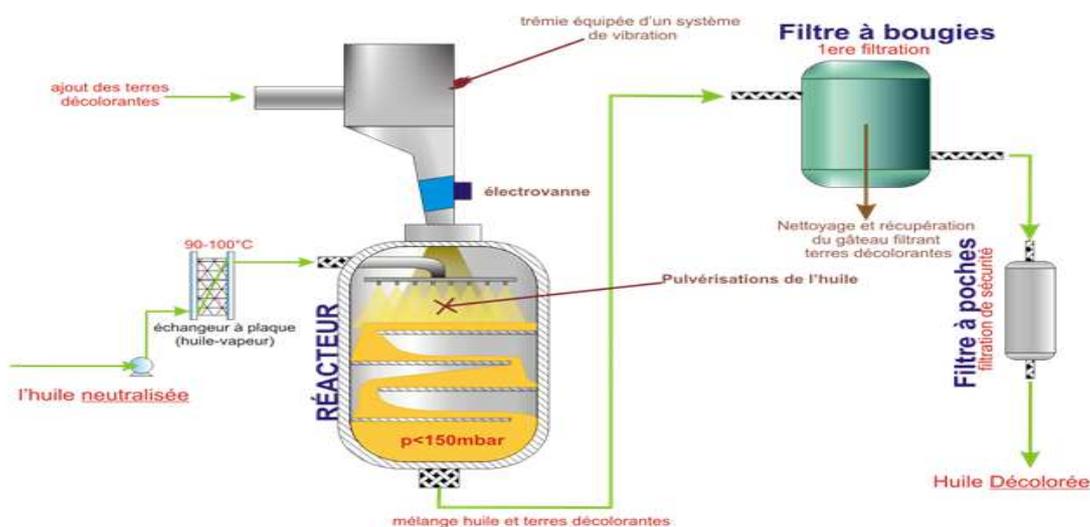


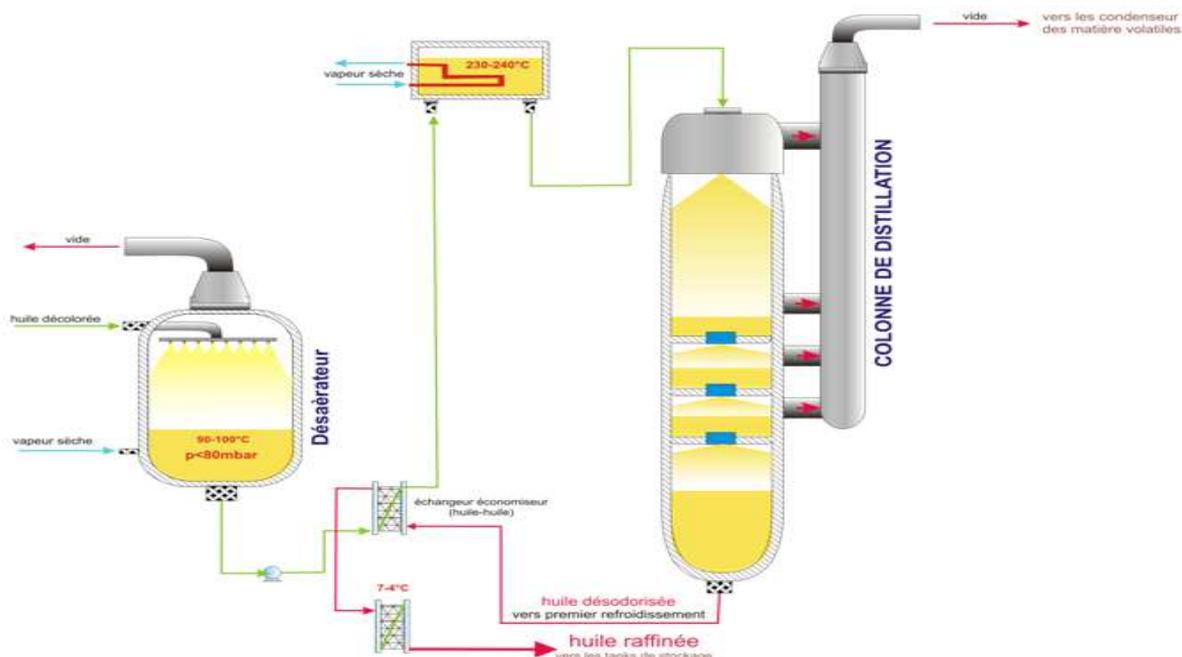
Figure 4 : schéma de la ligne de la décoloration

III.6. Désodorisation

Cette opération vise à éliminer les substances odorantes plus volatiles que l'huile, responsables des odeurs de cette dernière.

⊙ Principe

C'est une distillation simple de l'huile, l'idée est facile à saisir :



D'abord, les substances responsables de l'odeur de l'huile (des acides gras volatiles, des pigments ...) sont volatilisées par une augmentation de température de façon à ce qu'elles atteignent la température de leur ébullition.

Ensuite, à l'état volatilisé, ces substances sont aspirées, récupérées de la colonne grâce à un système d'aspiration thermo compresseur, vers des cuves où elles se condensent.

Le thermo compresseur joue un double rôle(**Annexe 1**):

-Premièrement, il crée le vide pour que ces substances odorantes passent à l'état gazeux à la température la plus basse possible.

-Deuxièmement, il assure l'aspiration de ces substances vers les condenseurs.

L'huile récupérée à la fin de la colonne est ainsi sans odeurs, et prête à passer au refroidissement.

La désodorisation représente l'étape finale du raffinage chimique. C'est finalement, l'huile peut être appelée : Huile Raffinée. (Figure : 5). Mon étude éclaire à ce stade, l'étape de la désodorisation sera détaillée au niveau de la deuxième partie du présent projet.

Figure 5 : schéma de la ligne de désodorisation

IV. Produits finis

A la fin de ces étapes, l'huile raffinée est directement envoyée vers les cuves de stockage en attendant le conditionnement de l'huile en bouteilles.

IV.1. Stockage

Le stockage de l'huile raffinée se fait dans des cuves spéciales en inox équipées d'un système d'injection d'azote. Cette injection se fait d'une façon périodique, elle protège l'huile raffinée de l'oxydation, par la création d'une couche empêchant la pénétration et le contact de l'air aux huiles.

IV.2. Conditionnement

Le conditionnement de l'huile raffinée se fait dans des bouteilles de plusieurs formats et calibres de **1l à 5l**, des bouteilles faites d'une matière plastique de (PET), une matière transparente qui laisse passer la lumière, en mettant en évidence, la clarté et la bonne couleur de l'huile raffinée.

Le conditionnement de l'huile raffinée, à la société Les Conserves de Meknès AÏCHA est semi automatique. C'est un système qui comprend 5 étapes, réalisées dans toutes les conditionneuses de l'huile raffinée, et sont les suivantes :

IV.2.1. Le Soufflage

Avant de commencer la mise en bouteille des huiles, une machine automatique, une souffleuse, assure la fabrication de ces bouteilles.

Le principe de soufflage est simple, une pièce faite d'une matière plastique appelée préforme subit une déformation forcée d'une élévation de température pour prendre une nouvelle forme celle d'une bouteille d'huile.

IV.2.2. Remplissage

Le remplissage se fait à l'aide d'une remplisseuse automatique.

IV.2.3. Capsulage

Après le remplissage des bouteilles, l'opération de capsulage se fait à l'aide d'une capsuleuse automatique, qui produit des bouteilles bien fermées par des bouchons plastiques.

IV.2.4. Etiquetage

Opération consistant à coller les étiquettes sur les bouteilles à l'aide d'une étiqueteuse automatique.

IV.2.5. La Mise En Carton

Les bouteilles sont mises en carton, avant qu'elles soient stockées dans les entrepôts de Stockage du produit fini.

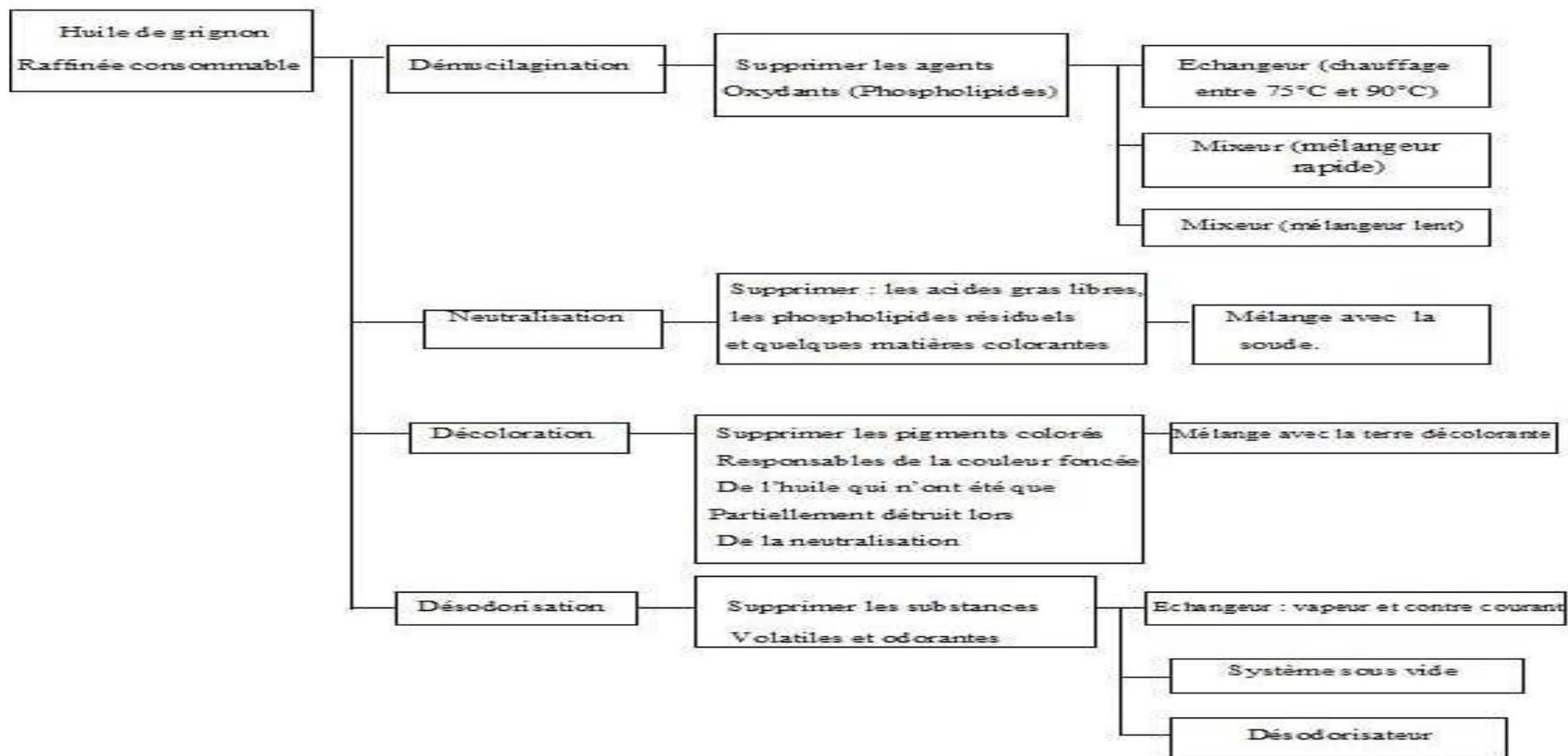


Figure 6 : diagramme de production de l'huile au sein de la LCM « AICHA »

I. La désodorisation

Cette opération vise à éliminer les acides gras volatils responsables des odeurs dans l'huile.

La désodorisation comprend les étapes suivantes :

a. La désaération

L'huile décolorée est pulvérisée dans un désaérateur où on réalise un barbotage de la vapeur, ce qui permet d'éliminer l'oxygène présent dans l'huile grâce au vide créé par un thermo-compresseur.

On réalise cette désaération pour favoriser l'opération de chauffage de l'huile à 245-250°C et éviter sa combustion.

b. Chauffage de l'huile

Le but est d'élever la température de l'huile à 240-250°C. Pour cela on fait d'abord une récupération : on fait passer l'huile désaérée dans un échangeur où elle est chauffée par l'huile sortant de la colonne de distillation. L'huile sort ainsi à une température de 106°C. Elle est ensuite chauffée jusqu'à 245°C dans un échangeur avec de la vapeur comme fluide caloporteur.

c. Distillation

L'huile est envoyée dans une colonne de distillation. Les acides gras volatils sont condensés au niveau du chapeau ; ils sont récupérés dans une conduite et envoyés vers une cuve. Ces acides gras constituent la matière première pour l'industrie du savon.

L'huile désodorisée est récupérée en bas de la colonne.

d. Refroidissement

Le but du refroidissement est de stabiliser l'huile : en diminuant la température, on fait diminuer l'entropie (le désordre diminue). Ainsi l'indice de peroxyde de l'huile restera stable pendant le stockage de l'huile.

L'huile passe d'abord dans un échangeur où elle va se refroidir jusqu'à 110°C en réchauffant l'huile désaérée.

Puis elle sera refroidie jusqu'à la température ambiante par l'eau à 4°C dans un échangeur.

L'huile obtenue à la fin de toutes ces opérations est appelée *huile raffinée*.

II. Causes des odeurs dégagées

Problématique

Dégagement de vapeurs désagréables en provenance de la colonne de désodorisation au niveau de la raffinerie des huiles végétales.

Le plan de travail adopté pour mieux cerner l'ensemble des causes est comme suit :

- ✚ Braing-Storming : collecte des informations intéressantes à partir de différentes sources : techniciens du laboratoire, conducteurs de production, chefs de services, afin de s'assurer et d'avoir le maximum d'idées sur l'origine de ces vapeurs désagréables.

Et pour cette raison, on a établi le Diagramme D'ISHIKAWA qui éclaircie les principales causes selon les 5M (figure 7), ainsi que le tableau des 5Q (tableau 2) permettant de répondre à toutes les interrogations concernant la problématique au niveau de la colonne de désodorisation.

III. Diagramme D'ISHIKAWA

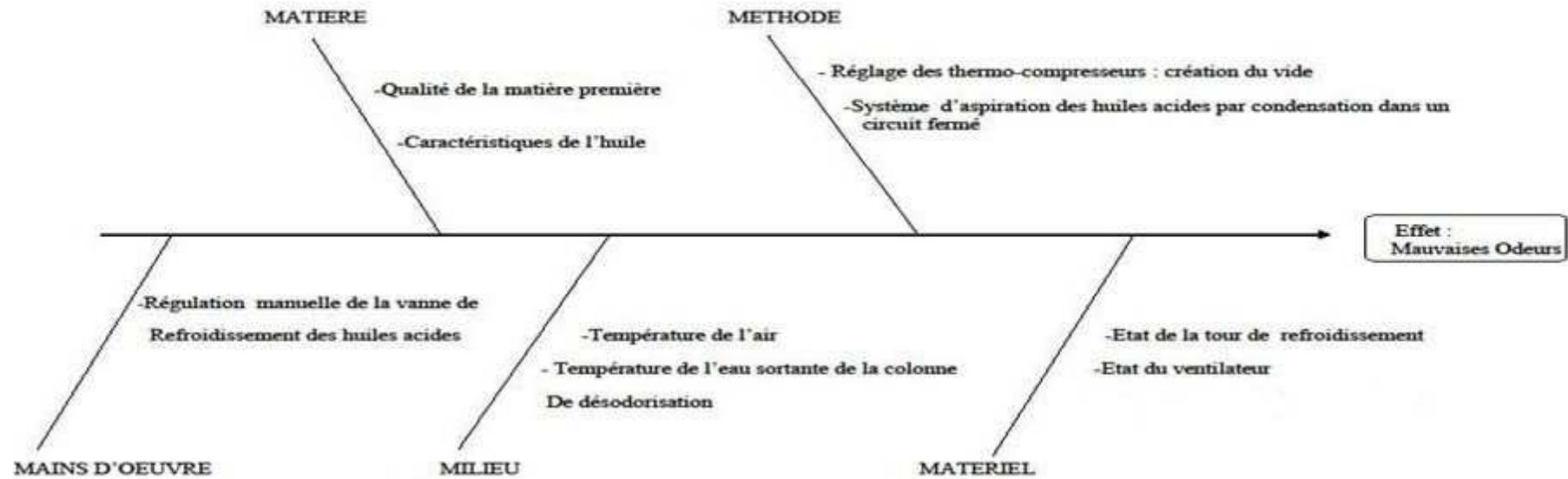


Figure 7 : Diagramme d'Ishikawa établi au niveau de la colonne de la désodorisation



Tableau 2 : les 5Q décrivant le problème au niveau de la colonne de désodorisation

	Description	Précisions
Quoi	Nature du problème	<ul style="list-style-type: none">• Plaintes pour nuisances olfactives issues de la raffinerie
Qui	Sujets concernés par le problème	<ul style="list-style-type: none">• Le voisinage, le personnel
Où	Localisation du problème	<ul style="list-style-type: none">• La colonne de désodorisation des huiles comestibles
Quand	Période	<ul style="list-style-type: none">• Chaque fin de raffinage des huiles
Comment	Détection et mesure du problème	<ul style="list-style-type: none">• Mise en place d'une installation limitant l'odeur

En se basant sur les informations détaillées au niveau du diagramme des causes à effet et du tableau des 5Q et bien avant sur les informations du personnel, on a pu recenser, entre autres, les sources qui semblent être les plus responsables de l'émanation de ces odeurs :

- 1- Les fuites de vapeurs malodorantes de la colonne de désodorisation.
- 2- Les fluctuations au niveau du circuit du vide : thermo-compresseur.
- 3- Les fuites du condensat de son circuit sous forme de vapeurs.
- 4- Les odeurs du distillat de désodorisation dirigé vers la commercialisation.
- 5- Mélange des poussières avec l'eau restant stagnante parfois dans le bac de récupération de la vapeur et de l'eau.
- 6- Aspiration du distillat condensé par le vide et son mélange avec l'eau+ vapeur chaude dans le premier bac de récupération.
- 7- Le faible débit de la pompe contrôlant l'entrée et la sortie du condensat, de part et d'autre de la colonne de désodorisation
- 8- La tour de refroidissement permettant la diminution de la température de l'eau issue du premier bac.



9- Usure de la vanne de régulation de la température du condensat refroidi lié directement à l'automate.

La recherche détaillée des sources entre plusieurs d'autres était basée surtout sur la bonne compréhension de la colonne de désodorisation en toutes ces parties et ces circuits que ce soit de l'huile, de l'eau, de la vapeur, du vide ou du condensat, ainsi que fondée sur une recherche bibliographique bien ciblée[11]

Déduction

Après avoir décortiqué les différentes parties de la colonne de désodorisation et d'après les propositions de sources qu'on possède ; on est enfin arrivé à limiter le champ de possibilités dans deux causes principales :

- 1- Le faible débit de la pompe contrôlant l'entrée et la sortie du distillat de désodorisation de part et d'autre de la colonne de désodorisation
- 2- L'ancienneté de la vanne de régulation de la température du distillat refroidi liée directement à l'automate

Résultat : Aspiration du condensat de la désodorisation par le vide, son mélange avec l'eau et la vapeur chaude dans le premier bac de récupération. D'où l'odeur reste une conséquence des différentes pannes du matériel (pompe + vanne).

IV. Formation de l'émulsion [7]

Les huiles grasses exposées à l'air, épaississent et deviennent plus foncées en absorbant O₂, libèrent CO₂ qui se combinent et donnent l'acide carbonique.

L'eau ainsi présente prend une couleur laiteuse opalescente due à la solubilisation des aldéhydes, des cétones, des stérols et des alcools.

IV.1. Composition chimique de l'émulsion

Généralement les effluents d'une huilerie possèdent presque les mêmes composants, comme :



- Les flaveurs : aldéhydes et cétones
- Les résidus de pesticides
- Mycotoxines
- Tocophérols
- Graisses
- Huile
- Traces de solvants d'extraction

Afin d'avoir le maximum d'informations sur la teneur de l'émulsion en matières grasses, certaines analyses effectuées généralement sur l'huile au cours de son processus de raffinage, ont été également réalisées sur de faibles volumes de l'effluent de la désodorisation, l'intervalle des valeurs pour ces deux analyses pendant une durée de 2 semaines dispersées sur toute la période de stage, sont comme suit :

- ✚ Test d'acidité : 1.16% à 2,04%
- ✚ Taux de matière grasse : 2.94% à 3.73%

Principe des deux analyses :

Test d'acidité

✚ Principe :

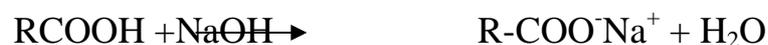
Mise en solution d'une prise d'essai de l'eau usée issue de la colonne dans un solvant puis titrage par une solution aqueuse d'hydroxyde de potassium.

✚ Mode opératoire

- Dans un bécher de 150 ml peser 5 à 10 g de l'eau usée
- Dissoudre la prise d'essai dans 50 ml du mélange éther/éthanol
- Ajouter quelques gouttes de la phénolphaléine
- Titrer par l'hydroxyde de potassium jusqu'au point d'équivalence

✚ Calcul du taux d'acidité

À l'équilibre on aura la réaction de saponification suivante :





(Acides gras libres) + (La soude caustique)(savons)

L'acidité est exprimée en fonction de l'acide prédominant : l'acide oléique (C₁₈: 1)

$$\%AC = (N_{KOH} * V_{KOH} * M_{\text{acide oléique}}) / (10 * m)$$

Avec :

N_{KOH} : normalité de KOH mol/l

V_{KOH} : volume versé de KOH en ml

m : prise d'essai en g

M_{acide oléique} : masse molaire d'acide oléique (282g/mol)

Détermination de la teneur en acides gras libres dans l'eau

✚ Mode opératoire :

- Prendre dans un bécher une prise d'essai de 20g de l'effluent ;
- Extraire la matière grasse dans une ampoule à décanter de 250ml avec 20ml d'hexane, en agitant modérément, deux phases apparaîtront ;
- Laisser reposer jusqu'à séparation complète ;
- En cas d'émulsion ajouter quelques gouttes d'alcool (éthanol) pour activer la séparation ;
- Laisser couler la phase aqueuse dans un récipient propre, récupérer et filtrer la phase hexaneuse ;
- Remettre la phase aqueuse dans l'ampoule à décanter et refaire la même opération jusqu'à ce que la phase hexaneuse à récupérer devienne incolore ;
- Evaporer au Rotavapor à sec, sécher dans l'étuve, procéder à des mesures de poids du résidu après étuvage jusqu'au poids constant.

✚ Calcul de la teneur en matières grasses

$$\%MG = M_f * 100 / PE$$

M_f : Masse finale du résidu en g

PE : Poids de l'extrait en g

IV.2. Caractéristiques physico-chimiques de l'émulsion



Entre autres, je me suis limitée à quelques paramètres vus leur importance pour l'étude, et qui sont :

- Couleur : brun, marron clair
- Odeur : mauvaises
- pH : varie entre 6.5 et 7.5
- T°C : 40 à 44°C
- Viscosité : 14 cm²/ 30s
- Conductivité : 18 à 50 mS/cm

Ces caractéristiques physico-chimiques dépendent surtout de :

- La qualité de la matière première et son degré de maturité
- Le système d'extraction de l'huile
- Le procédé de raffinage

V. Transformation de l'émulsion en odeur hostiles

A l'issue de leur récupération au niveau du premier bac, les matières grasses aspirées par le vide, mélangées avec l'eau sortante de la colonne de désodorisation et formant une émulsion lors de l'exposition du mélange à l'air libre, sont conduits vers la tour de refroidissement (**Annexe 2**) pour baisser la température de la même eau qui finit par être recyclée et réutilisée.



Au niveau de la tour, l'eau mélangée aux huiles acides émulsionnées est pulvérisée à travers la surface de ruissellement. A la fin de chaque cycle de refroidissement, la tour souffre de profonds dépôts de graisses difficiles à évacuer avec de l'eau ce qui entraîne l'arrêt du système afin de le nettoyer pour pouvoir continuer les autres cycles de refroidissement dans des meilleures conditions.

I. Propositions

Parmi les propositions vues efficaces pour l'étude, citons celles basées sur des traitements chimiques ou physico-chimiques des effluents et d'autres concernant les équipements utilisés dans le processus de désodorisation.

- 1. Traitement des effluents de la désodorisation.**
- 2. Remplacement du système de refroidissement.**
- 3. changement des équipements usés.**

I.1. Traitement des effluents de la désodorisation[8]

Compte tenu de leur composition et de leur pourcentage en matière organique (10 à 25%). Les effluents d'huilerie et plus spécifiquement ceux issus de la dernière étape du raffinage des huiles (la désodorisation), ont fait l'objet d'une grande attention au sein de la LCM.

Il s'agit d'un certain nombre d'opérations élémentaires ou combinées essayées au laboratoire, sans projection industrielle réelle. Par conséquent, une recherche approfondie a pris en



considération l'état actuel de l'industrie, nous a permis de cerner la boucle dans un nombre limité de techniques décrites comme les plus utilisées, et comme étant potentiellement applicables à l'échelle industrielle, sans oublier leur faible coût d'investissement qui doit générer un profit de masse pour l'industriel .

Parmi ces techniques, citons :

a. Pré- traitement des eaux résiduaires huileuses

L'étape consiste à éliminer les gros débris solides, les sables, les graisses et les huiles.

• Dégrillage

Les débris solides volumineux (pierres, métaux des installations,...) sont retenus par un tamis et peuvent être envoyés à la décharge.

• Dessablage - déshuilage

Le dessablage permet d'éliminer les MES de taille importante ou de densité élevée, pour éviter le bouchage des canalisations et protéger les équipements contre l'abrasion. Ce dessablage est pratiqué par décantation. Les sables extraits sont envoyés à la décharge.

Le déshuilage est basé sur le principe de flottation afin de favoriser la remontée des corps gras moins denses que l'eau. Les résidus huileux sont récupérés par écrémage (raclage). Très chargés en eau, ils sont concentrés par flottation à air dissous. (**Annexe 3**)

Et le résidu huileux obtenu après l'étape de dégraissage est éliminé par incinération, l'eau traitée chaude est renvoyée vers la tour de refroidissement pour qu'elle assure une nouvelle désodorisation.

Pour s'assurer de la validité de ce prétraitement, j'ai réalisé des essais concernant le prétraitement par la technique de flottation par air dissous.

Essais pour la technique de flottation par air dissous

Le dispositif utilisé couvre un échantillon du mélange et grâce à un courant d'air débité inséré dans la cuve remplie du mélange (distillat + eau), les particules graisseuses sont unies à des bulles d'air pour qu'elles forment un ensemble inférieur à celui de l'eau et qu'elles flottent, pour enfin être raclées à la surface.

Le distillat visqueux écrémé de la surface est dirigé vers une incinération via les déchets de grignon déjà utilisés en chaudières au sein de la LCM.



Le résultat de l'essai a été approuvable, par la réalisation de plusieurs essais permettant d'optimiser le débit d'air variable en fonction de la densité de l'émulsion.

b. Evaporation naturelle : lagunage

Les effluents de la raffinerie sont placés dans des bassins pour évaporation. Après séchage complet (Rodier, J., 1984), le résidu peut être soit incinéré soit utilisé comme engrais organique ou comme additif dans un compostage ou tout simplement jeté à la décharge.

Afin de prouver l'efficacité de la technique, un essai pour la technique du lagunage, a été réalisé au sein de la raffinerie de la LCM.

Essai d'évaporation naturelle

Préparation de l'échantillon

Le distillat de désodorisation mélangé avec l'eau sont regroupés dans un premier bac qui grâce à sa structuration ainsi que la pression de l'eau et de la vapeur avec laquelle ces derniers sont rejetés dans le bac, et aussi la différence de densité entre les deux fluides permet de donner deux phases plus ou moins séparées l'une de l'autre. Les eaux prélevées à partir du bac vont subir les différents traitements physiques proposés.

Le dispositif expérimental utilisé est montré sur la photo de la figure 8. Le bassin d'évaporation est une cuve en verre transparent de forme cubique. Dans cet essai, 20 litres de distillat mélangés à de l'eau sont remplies dans la cuve puis laissées sous le soleil pour leur évaporation naturelle.

Le bac est muni d'une règle graduée et d'un thermomètre pour mesurer la température et la variation du niveau du mélange lors de l'évaporation.

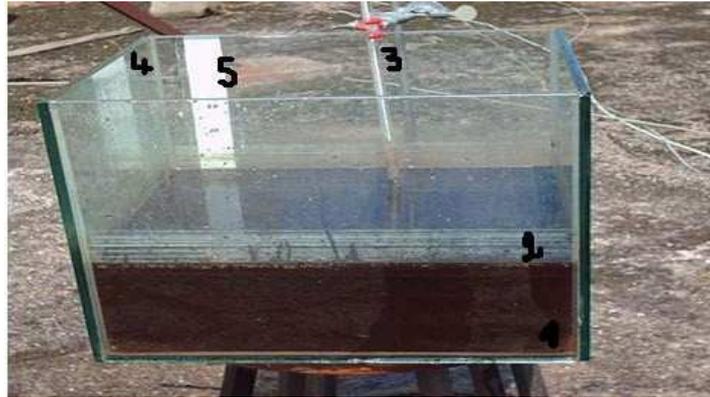


Figure 8: Dispositif expérimental pour l'évaporation naturelle

Légende

- 1- Mélange : eau + distillat
- 2- Traces du niveau du mélange après évaporation
- 3- Thermomètre
- 4- Cuve en verre transparent
- 5- Règle graduée

Interprétation

La diminution du niveau du mélange dans la cuve ainsi que la température sont contrôlées de façon journalière. Leurs lectures se font chaque matinée. En effet, les mesures prises pour une journée ensoleillée, avec un intervalle de temps d'une heure, ont montré que les paramètres étudiés affichent leurs valeurs maximales entre 13h30 et 15h30.

L'essai a été réalisé pendant 15 jours.

Résultat de l'essai

l'évaporation naturelle a donnée de bons résultats vis-à-vis la réduction du volume du distillat, mais le résultat atteint ne répondait pas aux exigences voulues à cause de certaines conditions incontrôlables comme la température, et la densité du distillat qui varie en fonction de la matière première, sans oublier la notion du temps qui était un peu élevée pour assurer une évaporation totale ainsi que les odeurs évacuées lorsqu'il s'agit d'un grand volume de l'échantillon.

c. Distillation



Les effluents provenant de la colonne de désodorisation peuvent être concentrés à l'aide d'un distillateur. Ce processus permet de réduire le volume de ces effluents de 70% et le résidu peut être utilisé comme combustible pour chauffer le distillateur ou comme fertilisant dans l'agriculture.

d. Traitement des effluents industriels par le charbon actif

Le charbon actif est l'un des moyens les plus efficaces pour éliminer une vaste gamme de contaminants. Efficace sur les eaux usées provenant des industries, il est largement utilisé pour le traitement des lixiviats de décharge ou des sols pollués.

En tant qu'un puissant adsorbant, il est capable de traiter un grand nombre de contaminants des eaux, d'où l'intérêt des essais pour certifier cette capacité.

Essais du traitement par le charbon actif

◎ Notions sur le charbon actif[10]

Le charbon actif est une poudre noire, légère, constituée essentiellement de matière carbonée à structure microporeuse.

C'est, en fait, une sorte de charbon de bois présentant une très grande surface spécifique qui lui confère un fort pouvoir adsorbant. Produit à partir de toute matière organique végétale riche en carbone : bois, coques de noix de coco, noyaux d'olives...

Sa fabrication se décompose de deux étapes :

- 1- Calcination à forte température des produits constituants ;
- 2- L'activation qui permet d'augmenter le pouvoir adsorbant :
 - activation physique : combustion avec choc thermique (900 à 1000°C) sous courant d'air et de vapeur : charbon à pores étroites.
 - activation chimique : acide phosphorique (400 à 500°C), charbon à pores plus large



Le diamètre des pores dépend de la nature de la matière première.

NB

Le **charbon actif** n'absorbe pas les particules et molécules mais les attire de telle manière à ce qu'elles viennent se fixer sur sa surface.

On distingue deux types de charbons actifs selon leur état physique :

Le charbon actif en poudre (PAC) et le charbon actif granulaire (GAC). Le GAC est, la plupart du temps, employé dans le traitement de l'eau :

- Adsorption des substances organiques et non polaires comme les huiles minérales, les polyhydrocarbures aromatiques, les phénols.
- Odeur
- Goût



Expérimentation

La prise d'essai de l'échantillon après traitement par la technique de dégraissage (flottation par air dissous), vise seulement l'eau sans l'émulsion. Cette dernière fera l'objet d'une étude basée sur l'élimination totale de l'odeur et de la couleur laiteuse de l'eau par un traitement sous charbon actif.

Filtration de l'eau par le charbon actif :

Dispositif :

- Un volume connu d'eau filtrée
- Une quantité connue de charbon actif
- Un thermomètre
- Un bécher de 500 ml
- Un erlenmeyer
- Papier filtre



- Chronomètre

La technique utilisée vise la filtration d'un volume déterminé d'eau sur un papier filtre où on a déposé une quantité donnée du charbon actif, et à l'aide d'un chronomètre, on détermine le temps nécessaire pour avoir une élimination parfaite et efficace de l'odeur et de la couleur.

La répétition régulière de l'essai avec fixation de deux paramètres et la variation de celui restant, nous a permis de dévoiler les valeurs optimales de chaque paramètre, et qui prouve de l'efficacité pour la technique.

Interprétation

La filtration par papier filtre était simple et rapide ainsi qu'elle nous a aidé à déterminer les contraintes auxquelles on pourrait s'attendre. Par conséquent, le résultat n'était pas très performant dès le premier essai, sachant que la technique demandait des quantités élevées de charbon actif par rapport à des volumes faibles en eau,

Le gain reste le point critique pour l'industriel, ce qui nous a poussé à penser à une autre technique tout en utilisant le charbon actif vu ses résultats satisfaisants.

✚ Réaction de l'eau avec le charbon actif :

La présente technique diffère de la précédente seulement par le temps de séjour, étant définie par une réaction entre des quantités fixées d'eau et de charbon actif tout en prenant en considération la température initiale de l'eau.

Pour le premier essai, le temps de séjour est donné arbitrairement, dans le but d'avoir une référence. Les essais qui suivent ont connus plusieurs variations afin d'optimiser avant tout la quantité du charbon actif relatif à un volume d'eau important.

Le temps de séjour constitue un paramètre très notable pour l'essai et beaucoup plus pour l'entreprise, donc on devait ouvrir pour donner un résultat satisfaisant et fiable solutionnant la problématique, afin de convenir aux attentes du responsable visant le moindre temps.

Tableau 3 : valeurs des essais du traitement par le charbon actif

Essais	Volume en eau (ml)	Quantité de charbon actif (g)	Temps de séjour (mn)	Température (°C)
1	20	0.3	5	35
2	30	0.3	5	35
3	30	0.3	3	35
4	60	0.3	3	35

Figure 9 : photo de l'essai dans le laboratoire de la LCM

Légende :

1. Eau après écrémage de l'émulsion
2. Eau après filtration primaire
3. Eau après réaction avec le charbon actif

I.2. Remplacement du système de refroidissement

Les eaux résiduelles à caractère graisseux, provenant de la colonne de désodorisation, sont refroidies par l'intermédiaire d'une tour de refroidissement. Elles sont pulvérisées dans la tour, cette dernière munie d'un ventilateur rejette la chaleur de l'eaubourrée de substances malodorantes.

Pour remédier à ce problème, j'ai suggéré l'installation d'un système de refroidissement couvert. En effet, les échangeurs à plaques est la meilleure solution vu leur efficacité de transfert.

D'ailleurs, la raffinerie de la LCM possède déjà des échangeurs en état de panne, qui ne demandent qu'un changement de certaines plaques et joints détériorés pour leur mise en marche.

I.3. Changement des équipements usés de la colonne de désodorisation



La colonne de désodorisation est composée de plusieurs parties lui permettant d'assurer une bonne aspiration. Toutefois, ces équipements présentent plusieurs pannes techniques, à cause de leur ancienne existence dans l'usine ; d'où la nécessité de les remplacer par de nouveaux équipements garantissant une meilleure désodorisation.

I.3.1. La vanne de régulation

La présence de cette vanne est primordiale puisqu'elle permet de fixer la température de l'eau froide dans l'échangeur qui assure le refroidissement du condensat.

L'efficacité de cette vanne diminue en fonction du temps, du fait qu'elle ne régule plus la température de l'eau réchauffée tandis que, la sonde n'affiche pas la vraie valeur de la température.

Les opérateurs sont obligés de vérifier sur les lieux l'état de la vanne et de fixer la température manuellement. C'est pourquoi, quand cette vérification n'est pas assurée, le condensat est mal refroidi entraînant ainsi une partielle condensation dans une désodorisation ultérieure, le reste est aspiré sous forme gazeuse et mélangé avec l'eau.



Figure 10 : image de la vanne de régulation prise au sein de la LCM

I.3.2. La pompe

Le condensat refroidi est pompé vers la colonne de désodorisation afin de condenser de nouveaux distillats.

Le faible débit de la pompe retarde la condensation car le distillat refroidi n'occupe pas tous l'espace interne de la colonne. De telle sorte, qu'une quantité de ce dernier reste sous forme gazeuse et se mélange avec l'eau.



Figure 11 : image de la pompe régulant le débit des huiles acides

L'étude expérimentale précédente, m'a permis de localiser les meilleurs techniques qu'il faut adopter pour un bon traitement des effluents.

Afin de réduire l'intensité des rejets atmosphériques polluants de la raffinerie LCM, j'ai proposé l'installation suivante tout en prenant en considération les résultats préalables.

I. Installation d'un racleur dans le bac de récupération des effluents

Automatiquement après la fin de chaque désodorisation, l'eau usée ayant pour rôle la création du vide, est rassemblée dans un premier bac, formé de compartiments de manière à éviter la formation de l'émulsion. A sa sortie, il y a un système maintenu pour laisser passer que l'eau sans distillats.

Ce système a été mis en place pour lutter contre les mauvais dépôts au niveau de la tour de refroidissement et également pour éviter la libération des odeurs hostiles. Par contre, ce dernier n'était pas au point de l'efficacité attendue, et le passage de l'émulsion dans l'eau est toujours persistant.



Figure 12 : exemple d'un bac de récupération de l'eau

Afin d'éliminer une partie majeure de l'émulsion à partir du bac, un racleur semble un bon remède pour empêcher relativement le passage du distillat vers la tour de refroidissement.

Fonctionnement du racleur hydraulique[10]

Grâce à la forte pression du rejet de l'effluent dans le bac, l'étape de prétraitement par flottation est assurée par le barbotage qui contribue à la flottation naturelle de l'émulsion.

La mise en place d'un racleur de flottants pour traitement des eaux usées industrielles, est conçue pour régler les problèmes d'accumulation des émulsions dans les bacs de décantation rectangulaires, pour le traitement des eaux chargées de distillat huileux. Il pousse la couche sur toute la largeur du bac jusqu'à un déversoir qui verse l'émulsion dans la trémie de récupération des flottants.

Le racloir de surface est adaptable à de différentes installations de toutes tailles.



Figure 13 : schéma d'un bac de récupération muni d'un racleur

Légende :

1. Système d'alimentation électrique
2. Passerelle
3. Racleur
4. Grille de fond pour récupération des boues décantées
5. Déversoir périphérique

II. Système de filtration primaire de l'eau

Certaines conditions d'aspiration défavorables, conduisent à la formation d'émulsions stables. Un traitement effectué à l'aide du système de séparation huile-eau- n'est pas possible avec ces émulsions.

Les filtres à poches sont les plus adaptés à la filtration des liquides fortement chargés en particules, comme par exemple de l'eau émulsionnée chargée en graisses et d'autres constituants,...

✚ Dimensionnement d'un filtre à poche[16]

Une méthode simple mais fiable pour dimensionner un filtre à poche selon le débit et la nature du liquide à filtrer, est l'utilisation du graphique suivant :

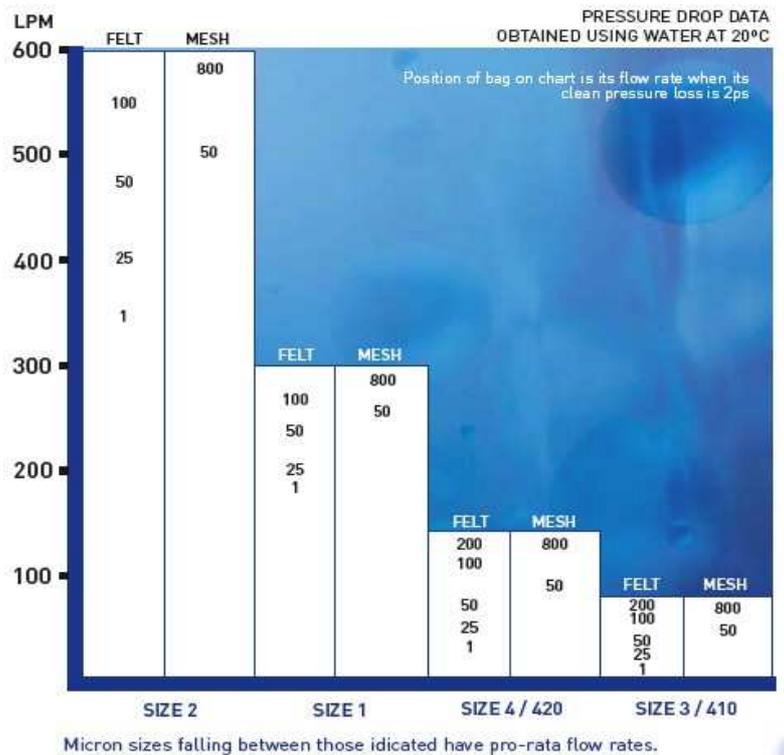


Figure 14 : graphe de dimensionnement des filtres à poches

Interprétation

Ce graphique est adapté pour de l'eau, avec une charge moyenne en particules. Le débit est représenté en ordonnée, en litres par minutes. En abscisse, se trouvent les différentes tailles de poches filtrantes. Pour les grands débits, on utilise des filtres à plusieurs poches de taille 2.

Dans les colonnes correspondant à chaque taille de poche sont indiqués les seuils de filtration (micronnage). "FELT" se réfère aux poches en feutre de polypropylène, alors que "MESH" se réfère aux poches tissées (lavables).

Déduction

Dans le cas des effluents de la désodorisation de la LCM, les filtres à poches les plus appropriés sont : Des filtres de taille 2 pour un débit de $50\text{m}^3/\text{h}$ de type MESH puisqu'il s'agit de poches lavables et durables.



Figure 15 : * Photo de gauche : carters en acier inoxydable pour filtre à poches
* Photo de droite : filtres à poches en différents constituants

III. Procédés de traitement de l'eau par le charbon actif

En pratique, le procédé de traitement des effluents liquides est caractérisé par l'injection et la dispersion de produits chimiques pour assurer la coagulation des particules en suspension.

La filtration permet aussi de réduire la pollution particulaire des floes naturellement formés ; c'est le cas des émulsions de la raffinerie de la LCM.

Puis une adsorption permet d'abaisser la pollution dissoute. La filtration sur charbon actif complète le mécanisme d'adsorption.

A l'issue des précédents essais du traitement des émulsions filtrées par le charbon actif, on a apprécié l'idée qui a fait preuve d'efficacité.

III.1. Action appropriée au traitement [19]

Chaque rejet appelle un traitement spécifique. L'épuration des rejets liquides est un domaine de prédilection pour des charbons actifs élaborés sur mesure. Certains agiront plus particulièrement sur la couleur ou sur des produits toxiques (produits phénoliques, acides organiques...). Mais une des applications les plus significatives des charbons actifs est le traitement des effluents présentant une charge élevée en produits organiques (DCO). C'est précisément le cas de certains effluents liquides industriels (agroalimentaires).

Il pourra alors faire usage de charbon actif en poudre ou en grain, en fonction de la qualité de l'effluent et des objectifs de traitement à atteindre.

a. Charbon actif en poudre



Le charbon actif en poudre injecté dans le bassin à boues activées, permettra un rendement d'élimination plus élevé de la pollution, et une meilleure décantation des boues. Il sera ensuite récupéré sous forme de boue puis incinéré.

b. Charbon actif en grain

L'utilisation d'un charbon actif en grain, installé sous forme de lit filtrant, consistera à faire percoler l'effluent à travers ce lit filtrant et à mettre ainsi à profit la macroporosité naturelle du matériau.

Cette caractéristique des charbons actifs en grain favorise, en effet, la dégradation des matières organiques contenues dans l'eau, réduit les risques de croissance de biofilm dans les réseaux, ce qui offre une meilleure stabilité organique de l'eau traitée.

III.2. Mécanisme d'adsorption

L'hypothèse préalablement étudiée pour un traitement via le charbon actif, était marquée par la mise en place d'un réacteur pour une meilleure homogénéisation du charbon actif avec de l'eau, et pour favoriser un temps de contact convenable permettant de supprimer l'odeur et la couleur, mais en raison de la découverte de nouveaux matériaux adsorbants d'une présentation originale, à savoir des tissus ou des feutres de carbone activé, qui ont fait leur apparition récemment, l'installation du réacteur semble composée et plus coûteuse.

Ces tissus de carbone activé qui présentent un potentiel intéressant, sont introduits dans des filtres sous forme de cartouches en charbon actif cylindriques où l'eau est pompée dans ces dernières et quitte la colonne filtrante à travers un système drainant. L'activité de la colonne de charbon actif dépend de la température et de la nature des substances. L'eau passe à travers la colonne continuellement, ce qui entraîne une accumulation des substances sur le filtre.

Remarque

Pour cette raison, le filtre a besoin d'être remplacé périodiquement. Un filtre utilisé peut être régénéré de différentes façons, le charbon granulaire peut être régénéré facilement en oxydant la matière organique. L'efficacité du charbon actif diminue alors de 5 à 10%. Une petite partie du charbon actif est détruite pendant le processus de régénération et doit être remplacée.



Figure 16: image d'une cartouche à base de charbon actif

III.3. Dimensionnement des cartouches [18]

L'installation d'un filtre à charbon actif demande une étude préalable de tous les paramètres pouvant modifier l'efficacité des résultats.

Tableau 4 : tableau d'essais pour optimisation du taux de charbon actif

Essais	Volume en eau (ml)	Quantité de charbon actif (g)	Temps de séjour (mn)	Température (°C)	Efficacité
1	50	2	42	37	
2	30	1	23	37	
3	50	1	30	37	✓

NB

- Le troisième essai a prouvé une très bonne efficacité, ce qui rend ses valeurs optimales pour l'étude et le dimensionnement de la cartouche.
- Les valeurs de la température sont approximatives, le climat externe influe les essais.



Référence du dimensionnement

- 120 m³/h [+/- 2 kg charbon]
- H: 25cm / Diam.: 15cm / section : 300 mm

Etude expérimentale

L'expérience demandait une analyse préalable à l'échelle laboratoire pour en déterminer les contraintes, pouvant influencer l'étude.

➤ Pour un débit de 50 m³/h la quantité de charbon actif convenable est : 830 g ≈ 1Kg

Une problématique nous a été posée au niveau du temps de séjour car on ne pouvait pas prévoir une installation sans avoir de mesures correctes. C'est la raison pour laquelle, nous avons agit en réalisant un essai à l'échelle du laboratoire de la LCM par l'utilisation d'une colonne de hauteur et de diamètre connus afin de prévoir une valeur qui sera extrapoler par la suite sur l'échelle industriel.

D = 15mm et H = 30 à 40 cm

Pour une prise d'essai de :

- 50ml d'eau filtrée
- 1g de charbon actif en poudre

Après l'essai, le temps qu'il a fallu pour que l'eau soit dépourvue de toutes mauvaises odeurs était dans les environ de 30mn, ceci en prenant en considération le faible débit par lequel l'eau à traverser la colonne.

Calcul du débit :

Pour la détermination du débit à petit échelle, ona suivi l'enchainement ci-dessous :

Pour la Vitesse(V) qui est égale à : $V = H / t$ $V = 0.6 \text{ m/h}$

La section (S) d'un cylindre est égale à : $S = \pi D^2 / 4$ $S = 1.7 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

D'oùleDébit (Qv) = Vitesse * Section $Q_v = V * S$ $Q_v = 0.6 * 1.7 \cdot 10^{-4}$

Donc : $Q_v = 1.02 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{h}$

Le débit de l'essai calculé ci-dessus est si faible, qu'il a fallu 30mn pour qu'une quantité minime en eau dépasse la couche du charbon actif dans la colonne.



NB

Dans le cas présent, il s'agit d'un effluent graisseux (émulsion), qui demande une cartouche à charbon actif granulaire, filtrant jusqu'à 5 microns.

La longueur de la cartouche conditionne le temps de contact de l'eau avec le charbon, et donc la qualité de purification. par conséquent, le choix des dimensions de la cartouche sera basé sur le degré de turbidité de l'eau.

Toutefois, pour des débits à partir de $45\text{m}^3/\text{h}$, les dimensions de la cartouche reste standard et afin de valoriser l'efficacité de la filtration, une taille optimale variant entre 50,5 à 50.8 cm est conseillée, pouvant supporter des volumes de plus de 9000 m^3 , et contribuant au résultat attendu dans un temps recommandé.

IV. Système de refroidissement de l'eau traitée

IV.1. Les échangeurs à plaques

Les échangeurs à plaques ont connus un usage croissant dans l'industrie, composés d'un grand nombre de plaques disposées en forme de millefeuilles et séparées les unes des autres d'un petit espace où circulent les fluides. Le périmètre des plaques est bordé d'un joint qui permet par compression de la structure d'éviter les fuites (**Annexe 4**).

✚ Contraintes de l'utilisation des échangeurs à la LCM

La raffinerie de la LCM « AICHA », a toujours souffert de mauvaises odeurs en provenance de la désodorisation. Et dans le but de remédier à ce problème, les responsables ont proposés l'installation de deux échangeurs à plaques en marche alternative, ce qui devient par la suite redoutable, à cause du colmatage aboutissant à un démontage fréquent de l'appareil pour le nettoyer. Le dénouement incessant des échangeurs a provoqué la détérioration de certaines plaques et de plusieurs joints. Par défaut, la solution apparaît très évidente pour les opérateurs celle de laisser tomber le nouveau procédé et de rappliquer le refroidissement via la tour.



Figure 17 : Photo des échangeurs à plaques au sein de la raffinerie LCM

IV.2.Installation du système de nettoyage en place NEP (CIP)

Souvent, on perd de vue que le nettoyage des équipements de production n'est pas seulement indispensable pour des raisons d'hygiène. Le nettoyage contribue également à prolonger la durée de vie des équipements et permet d'économiser sur les frais d'entretien.

Cependant, de nombreuses entreprises considèrent les procédures de nettoyage comme un mal nécessaire qui prend beaucoup de temps. L'une des solutions pour effectuer ces tâches de manière rapide et efficace est l'application du 'Nettoyage-En-Place'.

Cette solution est la plus recommandée dans le cas présent ; D'abord, pour limiter le nettoyage manuel permanent des échangeurs, ainsi que de contribuer à l'usage du nouveau système de traitement sans crainte de colmatage.

IV.2.1.objectif du NEP

Le Nettoyage en Place (CIP) est un procédé de nettoyage des surfaces internes des canalisations, équipements de processus, des filtres et des accessoires associés, sans démontage.

Les procédés automatisés du NEP et de stérilisation en place sont actuellement les meilleurs pour le nettoyage de l'installation. Ils assurent la sécurité et l'efficacité, ils empêchent aussi la contamination des produits.

IV.2.2. Matériel nécessaire



La mise en œuvre d'un tel procédé demande un matériel convenable et son entretien, afin d'assurer un bon nettoyage des échangeurs, l'installation de tanks de produits semble indispensable avec un dosage précis des quantités (dosage de l'acide et de la soude).

Matériel

- Bac de lancement produit avec contrôle de niveau.
- Pompe centrifuge sur le produit
- Débitmètre sur le produit
- Débitmètre sur l'eau
- Pompe centrifuge sur l'eau
- Dosage des solutions de nettoyage
- Vannes, tuyauteries, raccords

IV.2.3.Circuit de détartrage des échangeurs

L'installation d'un système de nettoyage en place, demande une étude préalable du circuit de détartrage :

1. Rinçage préliminaire par l'eau récupérée après le précédent nettoyage.
2. Lavage par une solution de soude caustique avec un débit faible pour que l'agent nettoyant passe le maximum de temps dans l'échangeur et pour garantir par la suite un bon lavage.
3. Rinçage intermédiaire par de l'eau afin de supprimer les traces de la soude.
4. Désinfection par une solution d'acide phosphorique qui permet de neutraliser les traces de la soude restantes et d'assurer un bon détartrage des plaques souillées.
5. Rinçage final par de l'eau propre afin d'éliminer les traces de l'acide.

Remarque

A la fin du processus, on mesure le pH afin de s'assurer qu'il ne reste plus de traces quelques soient de la soude ou de l'acide.

L'utilisation spécifique de la soude caustique et de l'acide phosphorique n'était pas aléatoire puisque ces produits chimiques prouvent leur efficacité dans ce genre de traitement et afin de minimiser des achats secondaires, la soude caustique et l'acide phosphorique sont préalablement utilisés dans le processus de raffinage des huiles à la LCM.



Tableau 5 : tableau indiquant le cycle long du nettoyage en place

Phase	Fluide	Température	Objectif
Prélavage	Eau propre ou eau récupérée	Ambiante	Eliminer les traces des produits restants
Lavage	Solution de soude	80-90 °C	Eliminer les traces de produits restants désinfecter
Rinçage intermédiaire	Eau propre ou Eau récupérée	Ambiante	Eliminer les traces de soude (neutralisation)
Désinfection	Solution d'acide	60- 70 °C	Désinfection Détartrage
Rinçage final	Eau propre	Ambiante	Eliminer les traces d'acide (neutralisation)



Conclusion

Les effluents des huileries apparaissent souvent, en grandes quantités, sous forme de sous-produits, lors du processus de fabrication. Constitués d'un mélange huile-eau, ils restent néfastes pour l'environnement et ne doivent être rejetés sous aucun prétexte, sans avoir subi auparavant un traitement approprié.

Alors, l'objectif de ce projet de fin d'étude était la recherche d'un nouveau système efficace et rentable pour la société, qui doit accomplir avant tout les exigences de protection environnementale et compléter la vision de la société sur le projet qu'elle envisageait de réaliser.

C'est la raison pour laquelle, nous nous sommes intéressés à l'étude des parties constitutives d'une installation, vue efficace dans la lutte contre les nuisances olfactives induites par la raffinerie de la LCM. Nous avons donc commencé par un détail de la colonne de désodorisation en toutes ses étapes et ses circuits pour ensuite passer à la détermination de la cause du problème, qui nous mène à étudier l'effluent de la désodorisation et enfin prévoir des traitements et des mécanismes visant la suppression totale des odeurs hostiles.

A côté de cela plusieurs recommandations ont été formulées notamment :

- Assurer une formation particulière au personnel sur tout le procédé du raffinage.
- La mise en place de la technique d'atténuation des odeurs proposées durant la période de stage vue son importance majeure dans la lutte contre les nuisances olfactives.
- Application des mesures permettant d'assurer le suivi de la qualité de l'air ambiant à l'extérieur de l'usine à partir de données enregistrées de manière continue.
- Chercher à améliorer le système de traitement proposé pour qu'il soit constamment adapté à l'évolution éventuelle des émissions d'odeurs de l'entreprise.

Enfin, nous recommandons fortement à la société d'œuvrer vers une collaboration de tous les membres de l'entreprise, ainsi qu'avec la patience et l'ambition de l'équipe, d'aller jusqu'à la mise



en place d'une installation assurant le traitement de la totalité des effluents du raffinage. Nous croyons parfaitement en la capacité de l'entreprise, à dépasser toutes les contraintes afin de se voir réussir sa tâche et avoir une meilleure image de marque tout en respectant l'environnement.