

## Liste d'abréviation

- AOCS** : American Oil Chemists' Society.
- CMB** : Coordination et Métré du Bâtiment.
- HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.
- Ij** : Indice de jaune.
- Ip** : Indice de Peroxyde.
- Ir** : Indice de rouge.
- ISO** : Organisation Internationale de Normalisation.
- ONA** : Omnium Nord Africain.
- PET** : Polytéraphthalate d'éthylène.
- PEHD** : Polyéthylène Haute Densité.
- pH** : Potentiel hydrogène.
- PVC** : Polychlorure de Vinyle.
- QCE** : Qualité, Sécurité et Environnement.
- RCV** : Resistance de la Compression Vertical.
- SCE** : Somme des Carrées des Ecart.
- SEPO** : Société d'Exploitation des Produits Oléagineux.
- SIHAM** : Société industrielle des Huiles au Maroc.
- SNI** : Société Nationale d'Investissement.
- T** : Transmission.

## Table des matières

<i>Introduction générale</i> .....	8
Chapitre 1 : Description de l'entreprise .....	10
Introduction .....	11
I. Présentation générale .....	11
1. Présentation de l'entreprise .....	11
2. Fiche technique de la CBGN .....	13
3. Historique de la société .....	14
4. Organigramme de la société .....	16
5. Sites de production .....	17
6. Concurrent de LESIEUR CRISTAL .....	17
7. Les certifications de la Société LESIER CRISTAL .....	17
8. Les champs d'activité de la Société LESIEUR CRISTAL AIN HARROUDA .....	18
9. Les produits de la société LESIEUR CRISTAL .....	19
<i>Les produits locaux</i> .....	19
<i>Les produits de l'export</i> .....	20
<i>Huiles Industrielles</i> .....	20
II. Processus de fabrication .....	21
1. La trituration des graines oléagineuses .....	22
2. Le raffinage des huiles brutes .....	23
3. Fabrication d'emballage .....	26
a. Fabrication d'emballage PET .....	27
b. Fabrication d'emballage PEHD .....	28
4. Conditionnement des huiles .....	28
5. Savonnerie .....	29
a. Savon dur .....	29
b. Savon à pate .....	31
6. Laboratoire Central .....	33
Chapitre 2 : Pilotage du sujet et l'entrée à la problématique .....	34
I. Pilotage du projet .....	35
1. Choix du sujet .....	35
2. Objectifs .....	35

II.	Entrée à la problématique .....	35
1.	Principe de l'adsorption .....	36
2.	Types d'adsorption .....	36
a.	Adsorption physique.....	36
b.	Adsorption chimique .....	37
3.	Les paramètres influençant le processus de décoloration de l'huile .....	37
a.	Le diagramme de causes-effet (diagramme d'Ishikawa) .....	37
b.	Description des principaux facteurs influençant le processus de décoloration .....	38
4.	Les pigments colorés : Les chlorophylles .....	39
5.	Les caractéristiques de l'huile à décolorer (Huile séchée) .....	40
a.	Le taux de savon .....	40
b.	Le taux de phosphore .....	40
c.	L'acidité de l'huile .....	40
d.	La couleur de l'huile.....	41
	Chapitre 3 : Optimisation de la décoloration.....	42
	Introduction .....	43
I.	Etude bibliographique .....	43
1.	Plan d'expérience : outil des statistiques de la qualité .....	43
2.	Plan factoriel complet .....	44
3.	Avantages des plans d'expériences .....	44
II.	Application du plan d'expérience .....	44
1.	Objectif de l'expérience .....	44
2.	Identifier les facteurs .....	44
3.	Détermination de design du plan d'expérience .....	45
4.	Procéder à l'expérience .....	45
5.	Calcul théorique .....	47
6.	Traitement des données par Logiciel NEMRODW .....	49
7.	Etablir un modèle adéquat entre la teneur en chlorophylle et la Terre .....	50
a.	Les objectifs de l'étude .....	50
b.	Application des objectifs de l'étude .....	50
	Chapitre 4 : Evaluation d'un agent décolorant.....	56
	Introduction .....	57
I.	Méthode d'activation : .....	57

II.	Les effets secondaires des agents décolorants .....	57
III.	Caractérisation des agents décolorants .....	57
1.	Huile brute .....	58
2.	Huile séchée .....	58
3.	Comparaison de l'efficacité des terres au niveau du laboratoire .....	58
a.	Essais et Résultats .....	58
b.	Interprétation .....	59
4.	Comparaison de l'efficacité des terres à l'échelle industrielle .....	59
a.	Sortie de décoloration .....	59
b.	Sortie de désodorisation .....	60
c.	Interprétations .....	60
	<i>Conclusion générale</i> .....	62
	<i>Bibliographie</i> .....	63
	<i>Webographie</i> .....	63

## *Introduction générale*

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

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

Parmi ces produits, l'huile de soja qui provient d'une huile brute et qui nécessite, pour obtenir une huile comestible, le passage obligatoire par le traitement de raffinage. Ce traitement doit garantir au consommateur un produit d'aspect engageant, neutre de goût, résistant à l'oxydation, adapté à l'emploi désiré et débarrassé de ses substances toxiques ou nocives. Il doit respecter au mieux un certain nombre de composés qu'il est souhaitable de conserver dans le produit final.

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

C'est dans ce contexte de changement et d'amélioration que connaît la société Lesieur Cristal, dérive notre projet d'optimisation du procédé de décoloration de l'huile de soja.

Pour mener à bien notre projet, nous avons structuré notre démarche selon deux parties complémentaires :

- Le premier, et le deuxième chapitre sont consacrés à la présentation du contexte du projet qui donne en premier temps un aperçu sur le lieu et l'environnement de travail et en deuxième temps une organisation structurée de la gestion de notre projet et une entrée à la problématique.
- Le troisième et le quatrième chapitre vont aborder l'optimisation du procédé de décoloration, et le choix d'un nouvel agent décolorant de l'huile de soja.

## Chapitre 1 : Description de l'entreprise

---

- Carte technique
- Historique
- Organigramme
- Site de production
- Concurrents de Lesieur Cristal
- Les certifications de Lesieur Cristal
- Champs d'activité
- Produits de Lesieur Cristal
- Processus de fabrication

## **Introduction**

Toute démarche d'amélioration continue s'appuie sur la caractérisation de l'ensemble des facteurs constitués par l'environnement physique ou humain qui influencent sur l'entreprise.

Donc, avant d'entamer ce travail, on va commencer par une étude de l'environnement du projet: ses forces, faiblesses et axes de progrès.

Une bonne connaissance de l'environnement du projet peut remettre en question des choix stratégiques pouvant faciliter sa compatibilité.

Le présent chapitre est dédié pour la présentation de la société Lesieur-Cristal, ses différentes activités, produits fabriqués, leurs processus de fabrication et ainsi la vision de l'amélioration au sein de l'entreprise.



Figure 1 : Société Lesieur Cristal de Ain Harrouda, Casablanca

### **I. Présentation générale :**

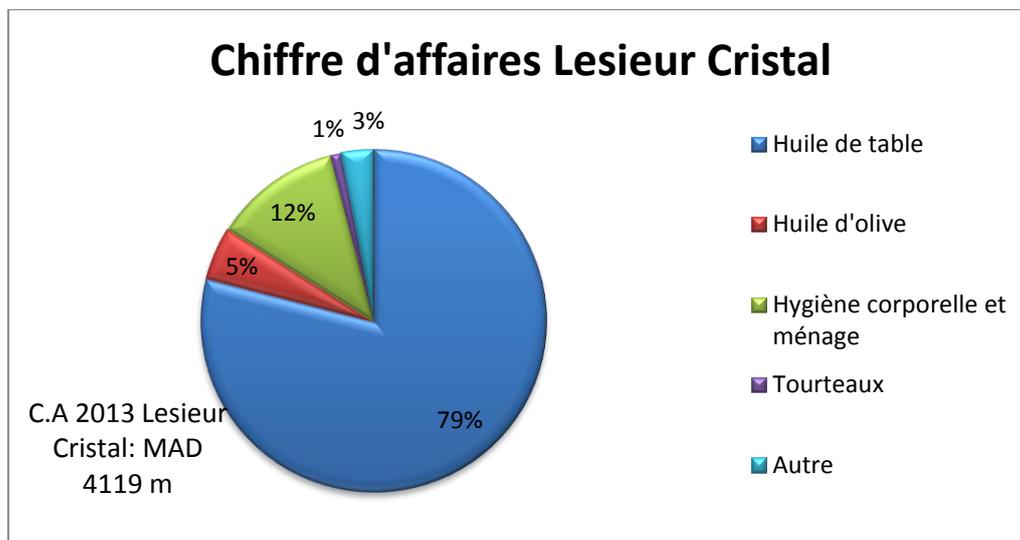
#### **1. Présentation de l'entreprise :**

Depuis plus de 70 ans, Lesieur Cristal opère sur l'ensemble des métiers du secteur des corps gras, dont elle stimule le développement par ses innovations constantes et par ses standards de qualité. La trituration des graines oléagineuses, le raffinage des huiles, le conditionnement d'une gamme d'huiles de table et d'olive, ainsi qu'une gamme de savons représentent le cœur d'activité de l'entreprise. Un portefeuille riche et diversifié de marques fortes et mythiques permet à l'entreprise de fidéliser et contribuer au bien-être de millions de consommateurs à travers plusieurs générations.

Lesieur Cristal est par ailleurs le premier fournisseur en huiles raffinées destinées notamment aux professionnels de l'agro-industrie, faisant bénéficier ses partenaires de son expérience et de sa dimension internationale, dans une démarche de proximité orientée qualité.

Acteur engagé pour la qualité dans une logique de renforcement de sa démarche de développement durable, Lesieur Cristal a mis depuis plusieurs années le management de la qualité au cœur de son organisation. La totalité de ses processus sont certifiés ISO 9001, ISO 22000 et ISO 14001, plaçant l'entreprise en tant qu'opérateur pionnier œuvrant pour la qualité, la sécurité des aliments et la préservation de l'environnement.

Pilier de sa stratégie, Lesieur Cristal s'appuie par ailleurs sur un capital humain performant, grâce à un encadrement moderne et dynamique, couronné par la création de l'académie d'entreprise Excellium, un centre de développement des compétences et de partage de valeurs fortes et de la culture de l'Excellence à tous les niveaux de l'entreprise.



## 2. Fiche technique de la CBGN :

**Dénomination** : Lesieur Cristal

**Création** : en 1941

**Statut juridique** : Société anonyme

**Directeur Général** : Samir Oudghiri Idrissi

**Capital** : 3.03 milliards DRH (en 2008)

**Chiffre d'affaire** : 4.49 milliards DRH (en 2008)

**Téléphone** : La société : 05 22 67 93 00

Usine : 05 22 76 97 00

**Fax** : La société : 05 22 35 77 54

Usine : 05 22 76 97 88

**Effectifs** : entre 500 et 1000

**Adresse** : La société : 1, rue du Caporal Corbi, Roches Noires -  
20300 Casablanca

Usine : ancienne rte de Rabat, Km 15 28810 AIN  
HARROUDA

**Activité** : Production d'huiles, et de savon

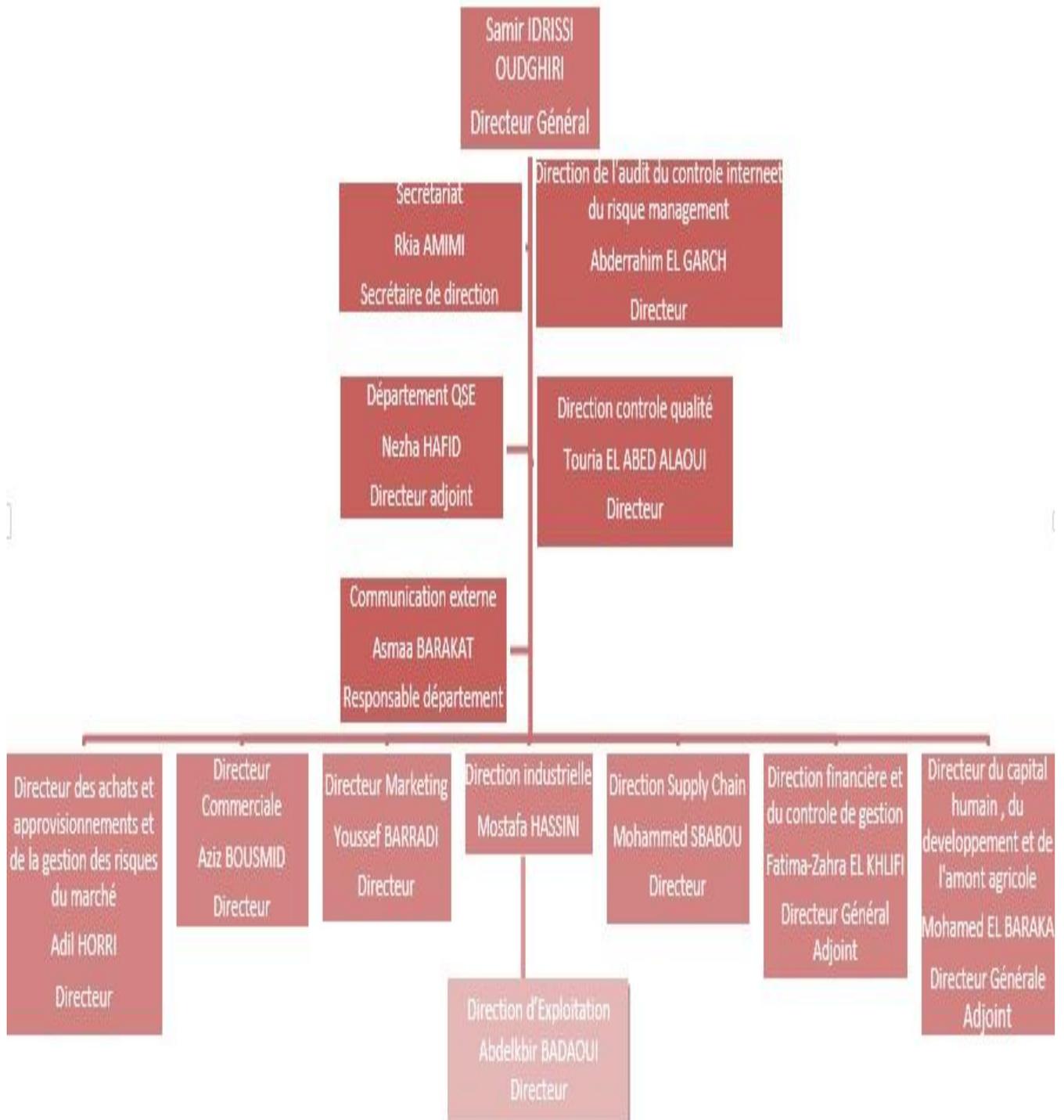
### 3. Historique de la société :

- ↪ **1908** : Création de la Société Lesieur dans le nord de la France par Georges Lesieur, ancien Président de la Chambre de Commerce de Paris.
- ↪ **1937** : Unigral Cristal est créé par un groupe d'obédience danois sous le nom de SIHAM (Société industrielle des Huiles au Maroc). Sa production d'huile ne dépasse pas les 5 tonnes par jour.
- ↪ **1941** : Le groupe Lesieur France fonde Lesieur Afrique pour le raffinage
- ↪ **1942** : Extension de la chaîne par la création d'une filiale au Maroc.
- ↪ **1950** : Création de SEPO (Société d'Exploitation des Produits Oléagineux) pour la trituration.
- ↪ **1954** : Après la création d'une Union Industrielle des Grandes Huileries (SIHAM, HSM, Galia, SIOM), la production et la commercialisation d'huile connaissent une croissance considérable.
- ↪ **1955** : La société SIHAM démarre son activité dans le secteur de la savonnerie
- ↪ **1972** : Lesieur Afrique devient marocaine
- ↪ **1973 – 1978** : L'Union Industrielle change de nom et devient Unigral Cristal. Elle est nationalisée en 1974 et est intégrée au groupe ONA (Omnium Nord Africain) en 1978.
- ↪ **1982** : société d'Exploitation des Produits Oléagineux (SEPO) rejoint l'ONA
- ↪ **1988 – 1990** : Lesieur Afrique est à son tour reprise par l'ONA et fusionne avec Unigral Cristal pour donner naissance à Lesieur Afrique Unigral Cristal (LAUC).
- ↪ **1991** : Lesieur Afrique et Unigral Cristal fusionnent pour donner naissance à Lesieur Afrique et Unigral Cristal.
- ↪ **1993** : La société d'Exploitation des Produits Oléagineux (SEPO) rejoint LAUC pour constituer LESIEUR CRISTAL
- ↪ **2000** : Lesieur Cristal a innové en lançant un nouveau procédé de fabrication des bouteilles d'huiles à base de polyéthylène Téréphtalique ( PET ) pour toutes les marques de la gamme, quelle que soit leur marque ( Lesieur, Jawhara, Mabrouka et Zitouna ) . Plus pratique et plus moderne que le PVC classique, l'emballage PET

garantit une conservation durable, une facilité d'utilisation, il est également plus transparent et surtout il a un énorme avantage écologique par rapport au PVC, il brûle sans produire de chlore.

- ↪ **2003** : Prise de contrôle de la société CMB Plastique par le groupe Lesieur Cristal
- ↪ **2004** : Création, en partenariat avec le groupe Banchereau SAS, d'une filiale de fabrication et de commercialisation de produits de charcuterie dénommée Banchereau Maroc.
- ↪ **2006** : La société Cristal Tunisie démarre son activité en septembre 2006 dans le domaine des huiles alimentaires sous la marque Cristal.
- ↪ **2007** : Entrée de la société française Lesieur dans le capital de la filiale tunisienne Cristal Tunisie à hauteur de 30%, ce qui ramène la participation de Lesieur Cristal à 36%, les 34% restant détenus par le Groupe Hamila. Désengagement de Lesieur Cristal de l'activité Charcuterie Banchereau Maroc
- ↪ **2008** : Lancement du projet de développement et d'intégration de la filière oléicole à travers deux plantations d'oliviers au Maroc. Cession de l'activité « Produits de nettoyage » et prise de participation à hauteur de 32% dans le capital de la société Distr.
- ↪ **2009** : Cession de la filiale du Groupe Lesieur Cristal, CMB Plastique Maroc, dans le cadre de sa stratégie de recentrage sur son core business.
- ↪ **2012** : Le holding marocain SNI a vendu 41% de ses parts dans Lesieur Cristal, au groupe français Sofiprotéol.

#### 4. Organigramme de la société :



## 5. Sites de production :

La réalisation de ses diverses activités, Lesieur Cristal dispose de trois sites de production répartis sur des zones importantes du territoire et spécialisés de la façon suivante :

- ❖ L'usine de Roche Noire I : elle joue le rôle du centre administratif et décisionnel de l'ensemble des usines. Elle est spécialisée dans le raffinage des huiles brutes ;
- ❖ L'usine de Roche Noire II : elle s'occupe de la trituration des graines oléagineuses (le soja, le colza, le tournesol et le coton) et de la production des tourteaux ;
- ❖ L'usine d'Ain Harrouda : lieu de mon stage, elle abrite par plusieurs activités. On distingue essentiellement :
  - ✓ Le raffinage de l'huile brute.
  - ✓ La production d'une large gamme de savons.
  - ✓ La production d'eau de javel et des produits de nettoyage.
  - ✓ La fabrication des emballages.
  - ✓ Le conditionnement.

L'activité commerciale de Lesieur Cristal ne s'exerce pas seulement au Maroc mais elle s'étend aussi dans des pays étrangers comme le Sénégal, la France...etc.

## 6. Concurrent de LESIEUR CRISTAL :

-  AFIA (huile de table).
-  LOUSRA (huile de table).
-  OUED SOUSS (huile d'olive).
-  ONI (savon à pate)

## 7. Les certifications de la Société LESIER CRISTAL :

-  **2004:** L'obtention du certificat ISO 14001 (Environnemental Management).
-  **2005:** L'obtention du certificat ISO 22000 (Food Safety Management).
-  **2008:** L'obtention du certificat ISO 9001 (Quality Management).

## **8. Les champs d'activité de la Société LESIEUR CRISTAL AIN HARROUDA :**

Pour asseoir sa position de leader, Lesieur Cristal développe un partenariat étroit avec Lesieur France. Les standards de fabrication, de qualité et d'achat de matières premières sont ainsi alignés sur ceux du numéro un français des corps gras.

De la réception de la matière première jusqu'au produit fini, Lesieur Cristal met en place des procédures de contrôle extrêmement rigoureuses. A chaque étape du processus de fabrication, tests et mesures garantissent le respect normes industrielles et commerciale.

A fin de répondre au mieux aux attentes de ses clients, aux exigences des normes internationales et pour faire face à la concurrence, Lesieur Cristal s'est engagée dans une démarche qualité. Le département qualité s'assure de la conformité des produits avec les standards internationaux (Codex Aliment et Conseil Oléicole International). Actuellement, Lesieur Cristal détient 72% du marché de l'huile de table, 90% du marché du savon et 80% du marché des tourteaux.

Les produits Lesieur Cristal sont concurrencés par toute une gamme des huiles de table et de détergents, cependant elle garde toujours sa place de leadership grâce à l'amélioration continue de ses produits, des conditions de travail et de la formation du personnel, et aux qualités de ses services et produits.

## 9. Les produits de la société LESIEUR CRISTAL :

### ■ *Les produits locaux :*

Les types des huiles	Les noms des marques
<b><u>Huile de table</u></b>	<b>Lesieur</b>
	<b>Cristal</b>
	<b>Oléor</b>
	<b>Lesieur friture</b>
	<b>Sepo</b>
	<b>huilor</b>
<b><u>Huile d'olive</u></b>	<b>Mabrouka</b>
	<b>AL Horra</b>
<b><u>Savon</u></b>	<b>Savon de ménage :</b> -Laroussa -El Menjel -El Kef Citron
	<b>Savon corporel :</b> -Taous Lavande -Taous Authentique -Taous camomille -Taous au lait
	<b>Savon à pate :</b> -El Kef Lavande -El Kef Citron
	<b>Savon liquide :</b> -Taous Citron -Taous au Lait et Amande -Taous Antibactérien

■ *Les produits de l'export :*

Les types des huiles	Les noms des marques
<u>Huile de table</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cristal</li> <li>-Graine d'Or</li> <li>-Oléor</li> <li>-Olea</li> <li>-Bara</li> <li>-Safia</li> <li>-Dona</li> <li>-Freshco</li> <li>-Avec Drapeau</li> <li>-Sans Drapeau</li> <li>-Super twin</li> <li>-Cristal friture</li> </ul>
<u>Huile d'olive</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Jawhara</li> <li>-Mabrouka</li> </ul>
<u>Savon</u>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taous corporel</li> <li>Authentique</li> </ul>

■ *Huiles Industrielles :*

**Huile de soja :** est une huile végétale extraite du soja, utilisée dans l'alimentation. Depuis quelques années, elle est aussi utilisée dans la production de biodiesel. L'huile de soja contient de l'acide oléique (23 %), de l'acide linoléique (51 %), et de l'acide alpha-linolénique (8 %). C'est une source naturelle importante d'acides gras insaturés des familles des oméga-6 et des oméga-3. Elle présente, un ratio Oméga-6/Oméga-3 de 6,7 (un taux un peu trop élevé), le taux idéal étant proche de 5.

L'huile de soja entre dans la constitution de nombreux produits alimentaires (margarines, biscuiteries pâtisseries et vinaigrettes et autres industries alimentaires). Elle est aussi utilisée dans l'industrie de la peinture et du savon.

**Huile de tournesol :** est une huile végétale obtenue à partir des graines de tournesol. Elle est composée à 98 % de triesters d'acides gras. Le reste contenant entre autres des stérols ( $\beta$ -sitostérol) et du tocophérol (vitamine E).

L'huile de tournesol est utilisée dans l'industrie alimentaire pour la fabrication des margarines, des sauces et des huiles d'assaisonnement, ainsi que pour la friture industrielle et de nombreuses autres préparations.

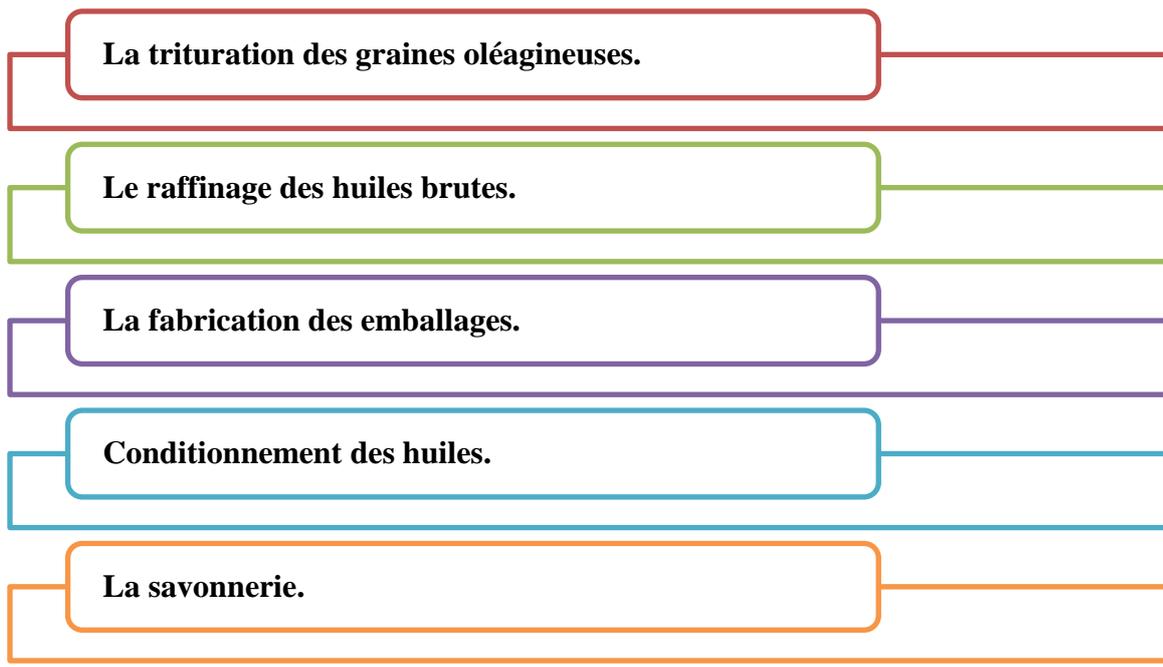
**Huile d'olive :** L'huile d'olive, brute ou raffinée s'utilise dans de nombreux secteurs d'activité alimentaire, en raison de ses excellentes qualités nutritionnelles, mais aussi pour le goût qu'elle procure aux préparations culinaires. Elle est ainsi très prisée par les industries de la conserve.

**Huile de Colza :** appelée huile de canola au Canada, est une huile végétale que l'on obtient par trituration de graines de colza. Certaines variétés de colza ont été sélectionnées pour augmenter le taux d'acide oléique (74%), et baisser le taux d'acides gras saturés.

L'huile de Colza est utilisée dans l'industrie alimentaire pour la fabrication des margarines.

## II. Processus de fabrication :

### **La chaîne de la production englobe plusieurs opérations :**



## 1. La trituration des graines oléagineuses :

Ce procédé consiste à presser les graines oléagineuses pour extraire l'huile végétale brute d'un côté, les tourteaux de l'autre. Transportées par camions à l'usine, les graines sont lavées une première fois avant d'être stockées dans des silos. Après un nettoyage très poussé, elles sont soumises à différentes opérations physico-chimiques. En fin de processus, Le produit tourteau est destiné principalement au marché de l'élevage.

Les graines triturées par Lesieur Cristal sont d'origines très diverses : locales (tournesol), européennes (tournesol, colza) et américaines (soja) auprès de négociants sur le marché international. Lesieur Cristal a ainsi élargi l'éventail de ses matières premières pour faire face aux Accords de Libre Echange avec les Etats-Unis et à la concurrence nationale. Il est à préciser que la production locale en graines oléagineuses est insuffisante, voire insignifiante, quant au besoin du marché.

Cette activité peut être résumée par le schéma suivant :

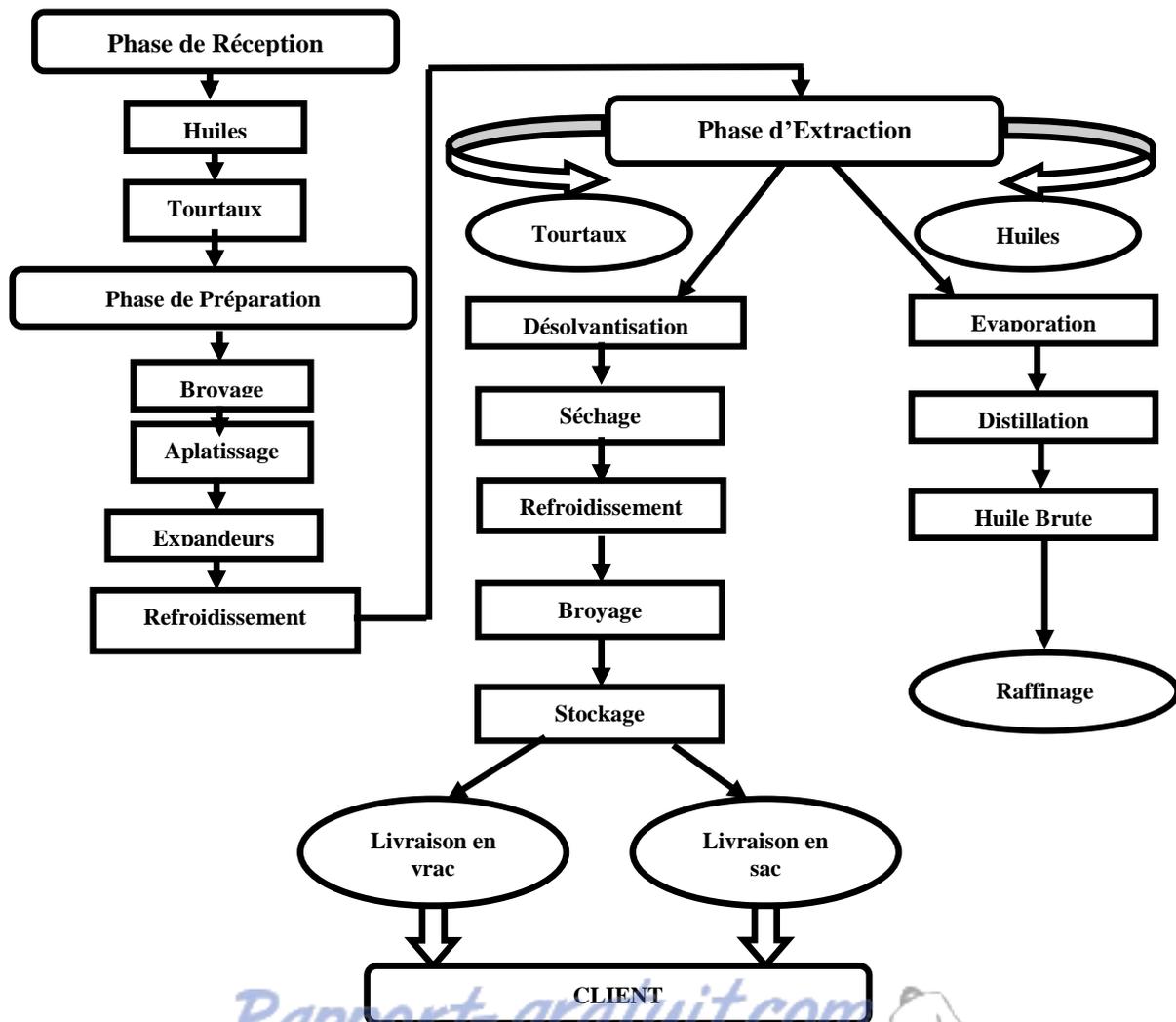


Figure 2 : Processus de trituration

## 2. Le raffinage des huiles brutes :

Le raffinage des huiles brutes a pour but d'éliminer de la matière noble différentes « impuretés » ou composés « indésirables », afin d'obtenir une huile de la qualité requise pour un bon usage et une bonne conservation, et permettre sa transformation ultérieure éventuelle.

Il peut être réalisé sur le site de trituration ou sur des sites industriels spécifiques.

L'opération de raffinage passe par plusieurs étapes :

- **Dégommage ou conditionnement acide**

Cette opération permet l'élimination des phospholipides, facteurs d'instabilité qui tendent à troubler l'huile et induisent des colorations lors de son chauffage.

Pour certaines huiles, un premier dégommeage (ou déémucilagination) peut être préalablement réalisé à l'eau. L'huile brute, chauffée à 80 °C, reçoit un ajout d'environ 3 % d'eau avant de passer dans un mélangeur rapide suivi d'un contacteur lent avant centrifugation : cette technique est employée en particulier pour l'huile de soja. Les gommages sont récupérées par centrifugation et peuvent ainsi être valorisées après séchage ; on obtient ainsi la « lécithine » brute.

Pour des huiles brutes moins riches en phospholipides (colza, tournesol), la centrifugation n'est pas nécessaire ; on parle dans ce cas d'une étape de conditionnement des mucilages qui se fait généralement par chauffage de l'huile à 60 – 80 °C, addition de 0,1 à 0,3 % d'acide phosphorique à 75 %, passage dans un mélangeur rapide puis dans un contacteur lent ; le mélange est ensuite envoyé à l'étape de neutralisation.

L'acide phosphorique est de loin l'acide le plus employé industriellement à cette étape.

- **Neutralisation alcaline**

Cette étape permet essentiellement d'éliminer les acides gras libres, par transformation en savons et séparation, ainsi que divers composés résiduels (phospholipides, composés de nature protéique, ...).

Le procédé traditionnel comprend les phases suivantes : addition d'une solution de soude, mélange, séparation par centrifugation, lavages à l'eau, séparation puis séchage sous vide. La soude est la base la plus employée en raison de son prix modéré.

Le procédé génère des pâtes de neutralisation et des eaux de lavage qui doivent être prétraitées avant rejet. Ce traitement produit des acides gras bruts et des « huiles acides ». Ces dernières sont valorisables en alimentation animale.

- **Décoloration**

Le but principal de cette opération est d'éliminer les pigments colorés contenus dans l'huile. La décoloration fait intervenir un agent d'adsorption (terres décolorantes avec ou sans charbon actif). Cette opération est considérée comme mettant en jeu un phénomène physique, même si elle peut entraîner, en outre, certaines modifications chimiques.

Cet agent ne joue pas uniquement un rôle décolorant par fixation des pigments, mais présente également un effet « nettoyant » par adsorption de divers composés indésirables présents dans l'huile.

Le charbon actif peut également être employé dans des applications très spécifiques pour le traitement d'huiles contenant des hydrocarbures polycycliques aromatiques (HAP). Ces composés toxiques peuvent éventuellement être présents dans certaines huiles brutes (pépin de raisin), du fait des conditions de séchage de la matière première ; le traitement efficace préconisé pour réduire la teneur de ces composés à des teneurs admissibles en alimentation humaine consiste en une décoloration avec un mélange de terres décolorantes et de charbon actif.

- **Filtration**

Cette phase a pour but de séparer la terre de l'huile décolorée, le mélange après avoir introduit dans la chaudière est transformé dans l'organe filtrant composé de 2 filtres verticaux qui ont pour tâche de séparer l'huile de la terre.

- **Désodorisation**

Cette étape constitue en général l'étape finale du raffinage. Elle ne fait pas intervenir d'auxiliaire technologique et procède par simple injection de vapeur d'eau dans l'huile chauffée à haute température et sous un vide très poussé ; par entraînement à la vapeur d'eau, les composés volatils, responsables des saveurs de l'huile (aldéhydes, cétones, ...) sont éliminés ainsi que les résidus de pesticides et de mycotoxines éventuellement présents. Au terme de cette étape, l'huile présente un goût neutre ; elle est par la suite conditionnée sous azote afin de la protéger contre l'oxydation.

- **Refroidissement**

L'huile à ce stade subit les dernières retouches pour cela elle passe à travers un échangeur de chaleur. Pour avoir une longue et bonne conservation de l'huile on lui ajoute de l'acide citrique elle traverse le filtre et gagne le réservoir d'huile raffinée. L'huile doit être refroidit à une température de 40-50 °C en suite elle est dirigée vers le conditionnement.

- **Décirage**

Cette opération concerne certaines huiles riches en cires (tournesol, pépin de raisin). Les cires sont des esters d'alcools gras et d'acides gras à longue chaîne qui cristallisent à température ambiante et présentent à ce titre des inconvénients lors de l'utilisation des huiles. Le décirage, consiste à provoquer la cristallisation de ces cires, l'étape suivante de séparation étant généralement réalisée par filtration.

Le décirage prend place le plus souvent entre la décoloration et la désodorisation. Une étape de pré-décirage peut éventuellement être mise en œuvre au niveau de la neutralisation.

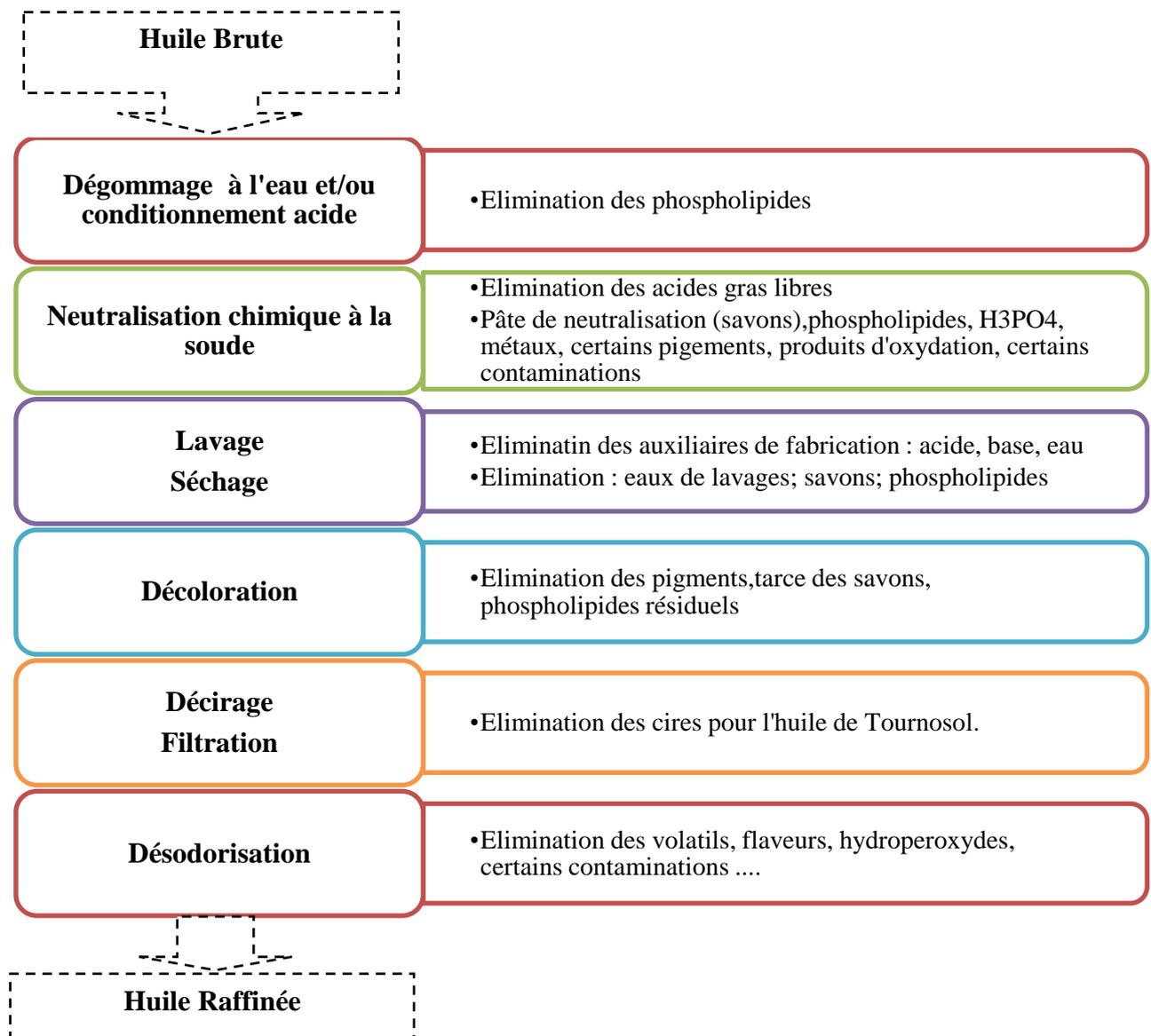


Figure 3 : Etapes du raffinage des huiles

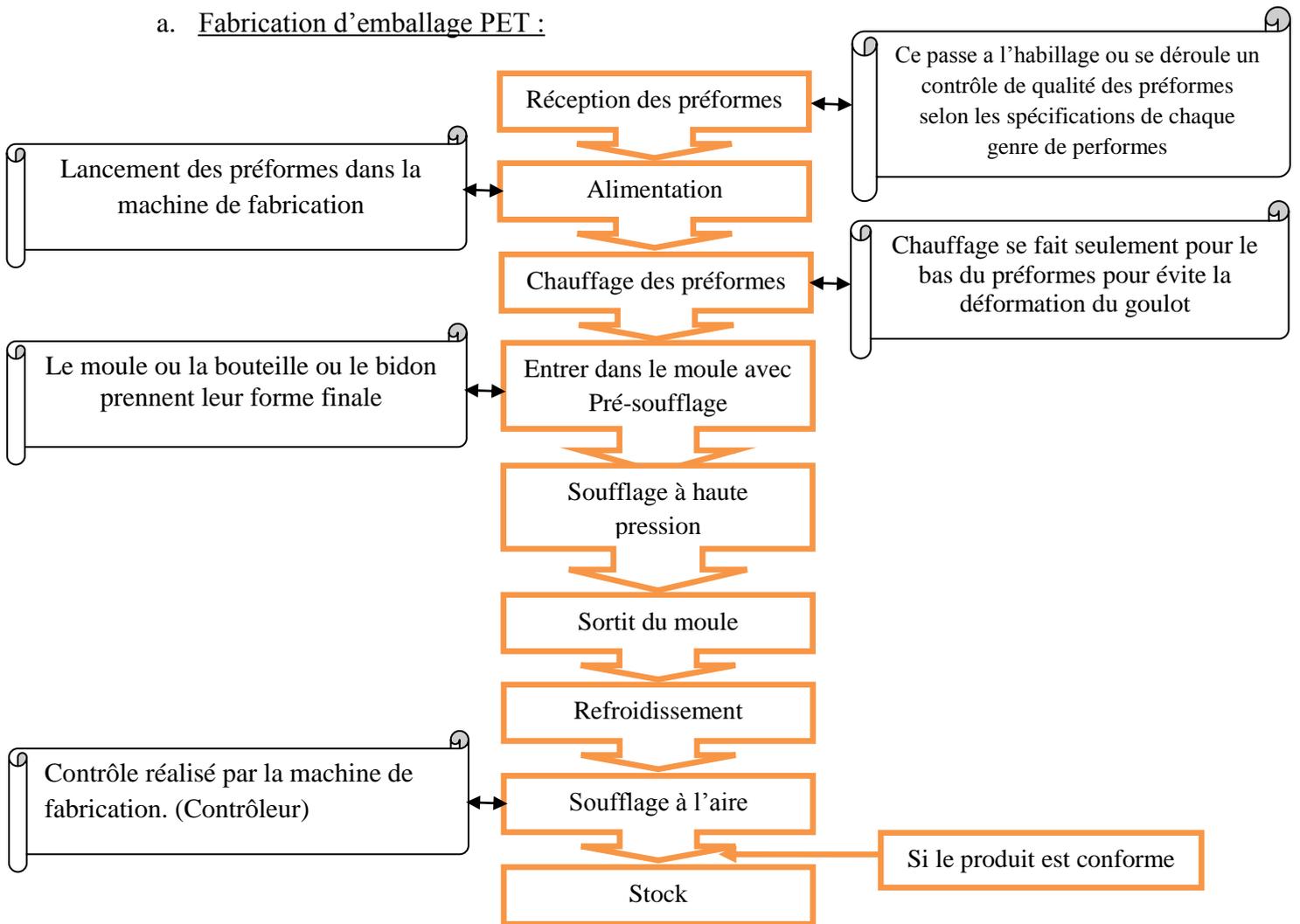
### -Les analyses effectuées au laboratoire chimique :

- Huile Brute  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Humidité ; IP ; Dosage du phosphore.
- Au niveau de démulcination  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité.
- Au niveau de neutralisation  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Dosage du savon.
- Au niveau de lavage  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Humidité ; Dosage du savon.
- Au niveau de Séchage  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Humidité ; Savons ; Phosphore.
- Au niveau de Décoloration et Filtration  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Savon ; Coloration.
- Au niveau de Désodorisation  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Savon ; Coloration.
- Huile raffinée  $\xrightarrow{\text{On fait}}$  Acidité ; Savon ; Coloration ; IP.

### 3. Fabrication d'emballage :

Les bouteilles et les bidons utiliser au conditionnement des huiles de Lesieur Cristal, Se fabriquent a Lesieur Cristal on utilise deux genres de matières premiers, les préformes=PET (polyéthylène téréphtalate) ou le PEHD (polyéthylène haut densité).

a. Fabrication d'emballage PET :

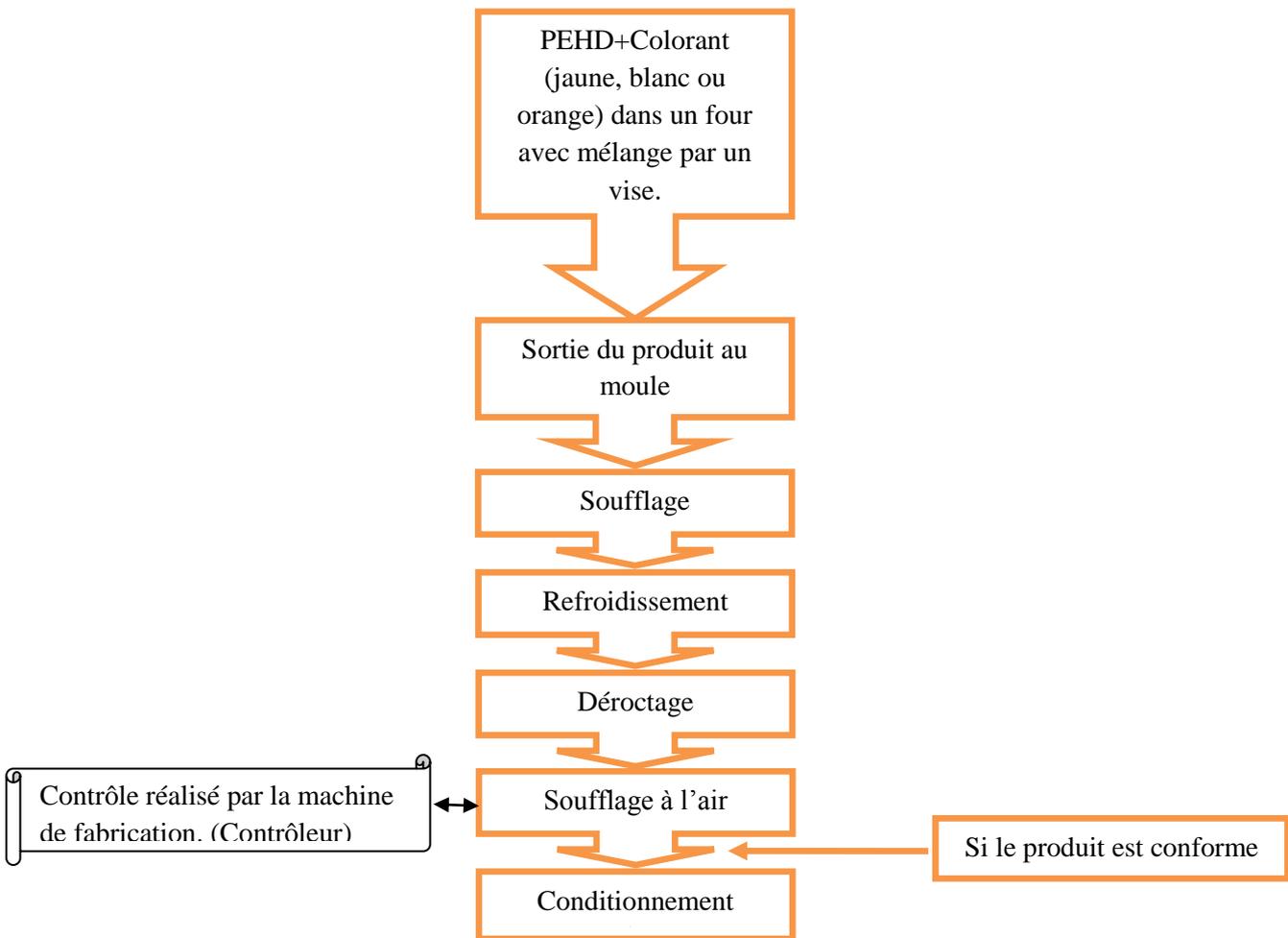


**-Les analyses effectuer au laboratoire pilote d'emballage PET :**

Après fabrication de PET passe par plusieurs contrôles pour s'assurer de leurs qualités :

- Contrôle visuel de l'intérieur et de l'extérieur et du goulot.
- Contrôle du poids.
- Contrôle de la hauteur totale.
- Contrôle du RCV (Resistance de la Compression Vertical).
- Contrôle d'étanchéité.
- Contrôle de la coupe.
- Contrôle de pression.

b. Fabrication d'emballage PEHD :



**-Les analyses effectuées au laboratoire pilote d'emballage PEHD :**

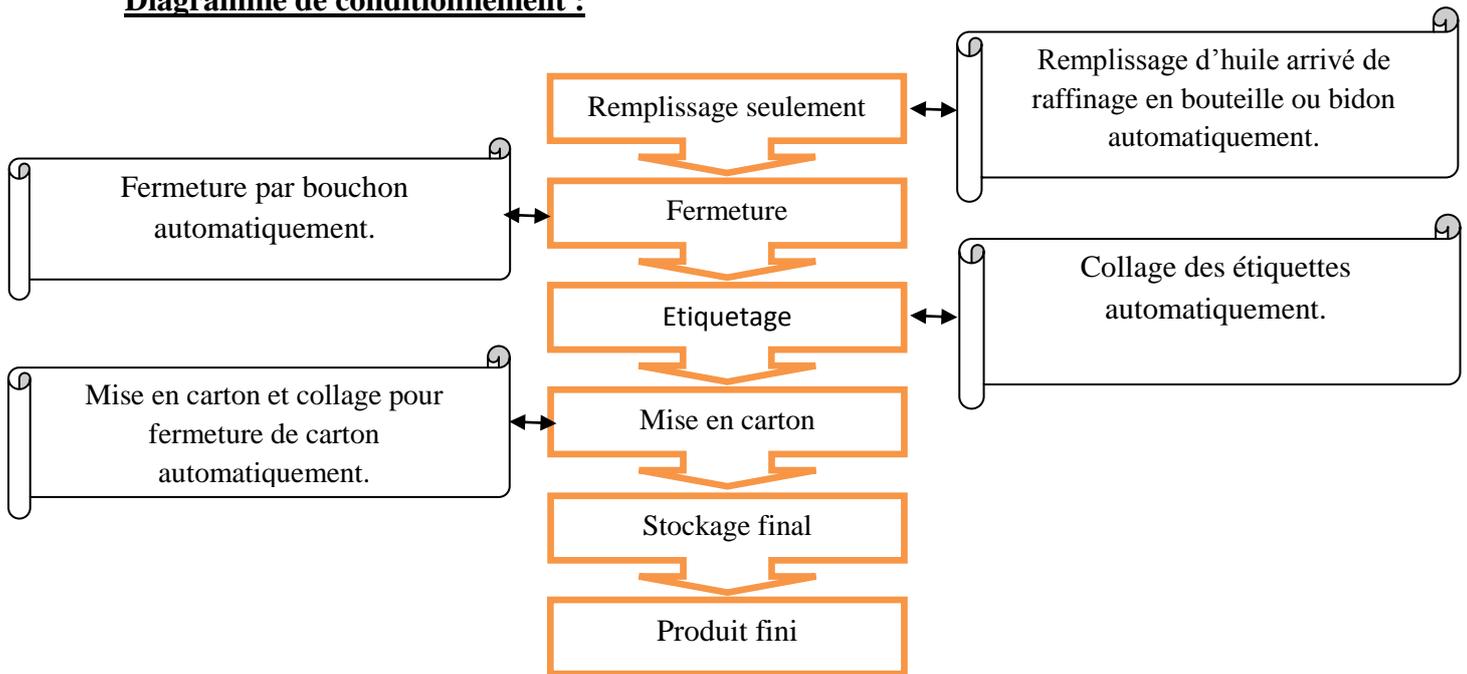
Après fabrication de PEHD passe par plusieurs contrôles pour s'assurer de leurs qualités :

- Contrôle visuel de l'intérieur et de l'extérieur et du goulot.
- Contrôle du poids.
- Contrôle de la hauteur totale.
- Contrôle de la hauteur du goulot.
- Contrôle du RCV (Resistance de la Compression Vertical).
- Contrôle d'étanchéité.
- Contrôle de chute.

**4. Conditionnement des huiles :**

Après raffinage des huiles et préparation des bouteilles et des bidons restent une dernière étape dans la fabrication des huiles, Conditionnement, ou on met les huiles dans des emballages selon le procédé suivante :

### Diagramme de conditionnement :



### Les analyses effectuer au laboratoire pilote de conditionnement :

Pour s'assurer de la qualité du produit fini Lesieur Cristal applique aussi des contrôle à la cour du conditionnement pour garantie l qualité de produit fini, ses contrôle sont :

- Contrôle visuelle d'aspect de bidon ou bouteille.
- Contrôle visuelle d'aspect bouchon.
- Contrôle visuelle d'aspect d'étiquette.
- Contrôle visuelle d'aspect du carton.
- Contrôle de filtration des huiles.

### **5. Savonnerie :**

La savonnerie est une industrie chimique dont la technique de fabrication a évolué en se transmettant, souvent, sous forme de secrets de famille, de père en fils. Le savon résulte de la combinaison d'un corps alcalin (soude) avec un mélange des différents constituants d'acides gras d'origine végétale telles que l'huile de palme, palmiste, stéarine de palme et suif pour réaliser la réaction de saponification dans un engin fermé ou ouvert (réacteur).

Lesieur Cristal fabrique deux types de savon : savon dur et savon à pâte.

#### a. Savon dur :

Lesieur Cristal produire deux genres de savon dure, savons de ménages et savons corporels, dans chaque genre se trouve plusieurs marque et chaque marque a une composition selon une formule différent du l'autre.

Pour chaque formule s'utilise un pourcentage des matières premières ses matières sont :

-  Acide gras brute de raffinage (savon d'huile retirer des huiles)
-  Huile de Palme.
-  Huile de Palmiste.
-  Suif technique.
-  Stéarine de Palme.

La fabrication de savon dur se fait par les étapes suivantes :

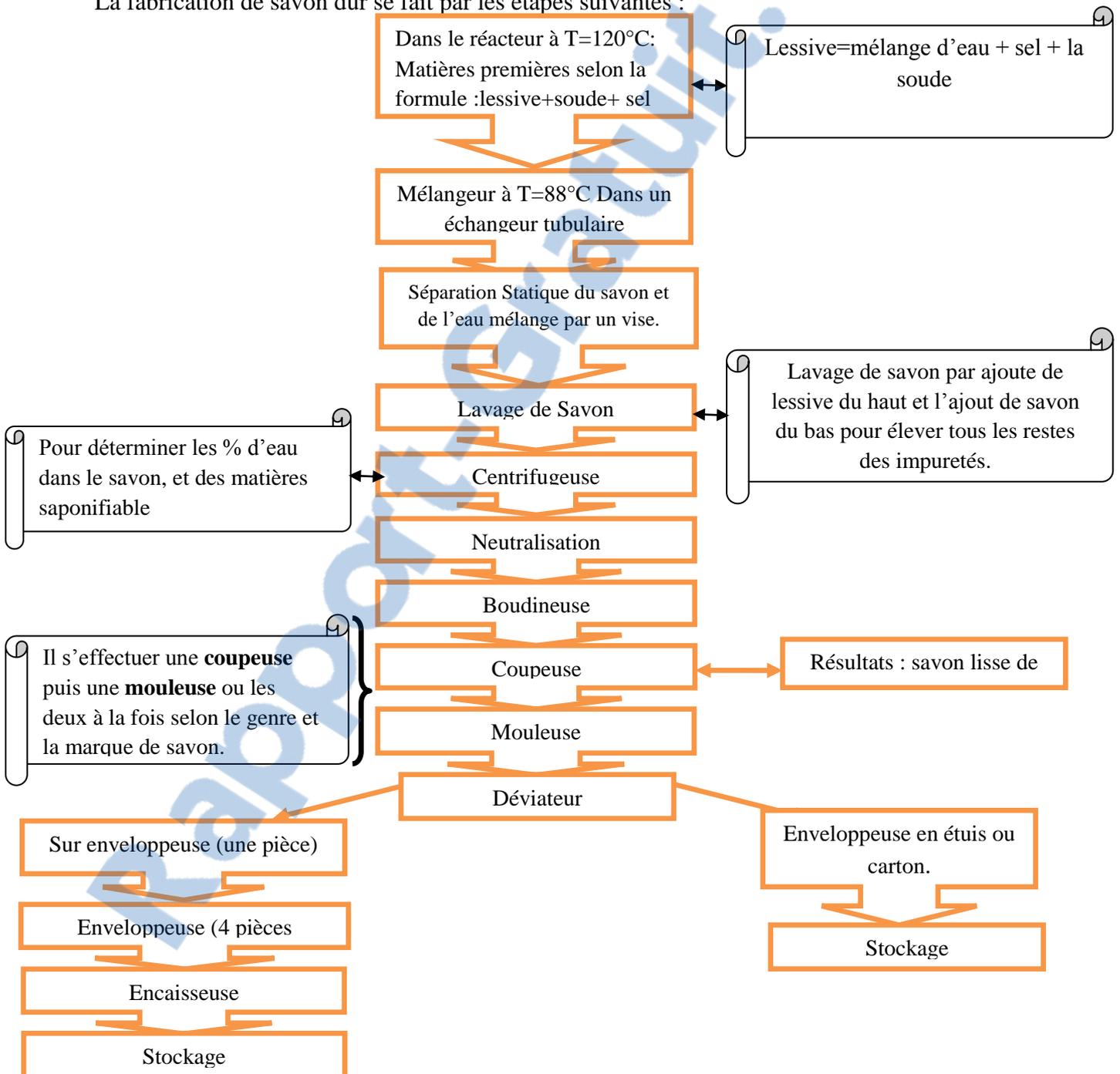


Schéma explicite la fabrication de savon dur

**-Les analyses effectuer au laboratoire pilote de savon dure :**

Ou cour de fabrication de savon dure il passe par plusieurs control

- Contrôle de lessive utilisé à la fabrication de savon chaque 2 heures.
- Contrôle de grainage chaque 2 heures.
- Contrôle d'humidité de savon au cours de fabrication et du produit fini chaque 1heur.
- Contrôle de NaOH chaque 1 heure.
- Contrôle de NaCl chaque 1 heure.

b. Savon à pate :

Lesieur Cristal produit une nouvelle catégorie de savon, Savon à pate EL KEF multi-usage en deux parfums différents.

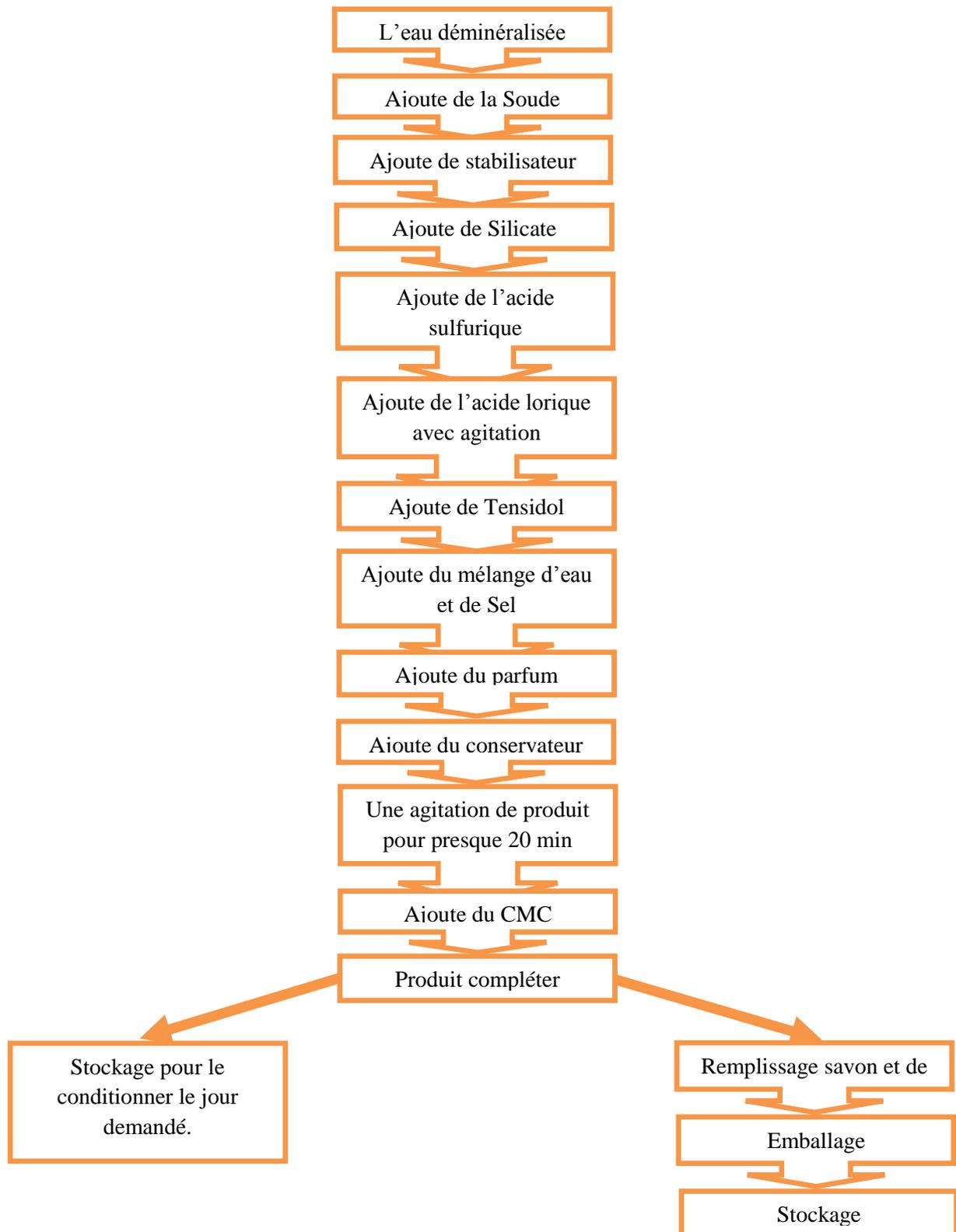
**-Les analyses effectuer au laboratoire pilote de savon à pate (habillage) :**

Au cours de la fabrication du savon à pate se passe plusieurs contrôles pour s'assurer de la qualité du produit du début jusqu' au produit fini.

Les contrôles réalisés aux cours de fabrication du savon à pate sont :

- Contrôle du pH et de conductivité du l'eau déminéraliser.
- Contrôle de pH du produit avant l'ajoute de parfum.
- Contrôle visuel, contrôle de pH, contrôle de viscosité, contrôle de matière active et contrôle de densité de produit complet avant stockage ou conditionnement.
- Contrôle visuel, contrôle de pH, contrôle de viscosité, contrôle de matière active et contrôle de densité de produit fini.

La fabrication de savon à pate se fait selon la procédure suivante :



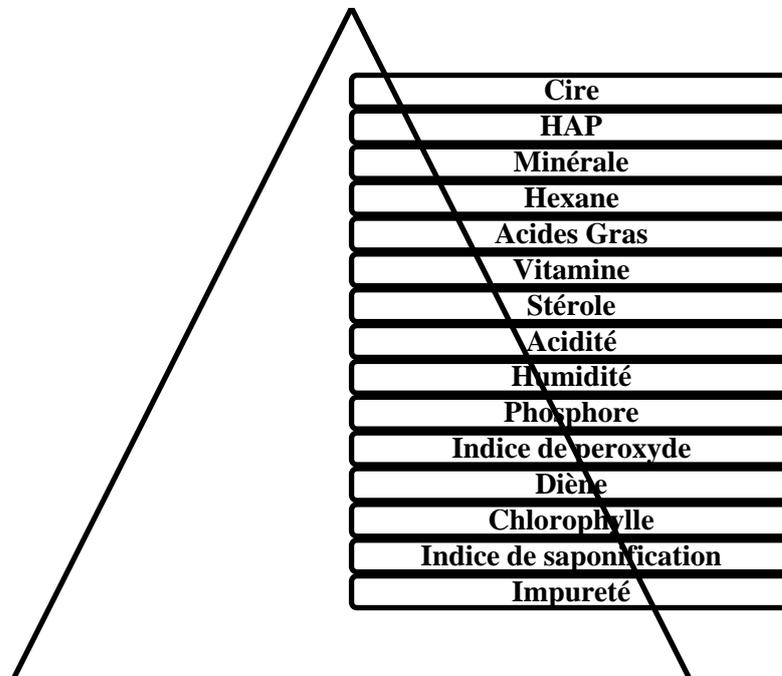
*Rapport gratuit.com*  
**Schéma explicite la fabrication de savon à pate**  
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES 

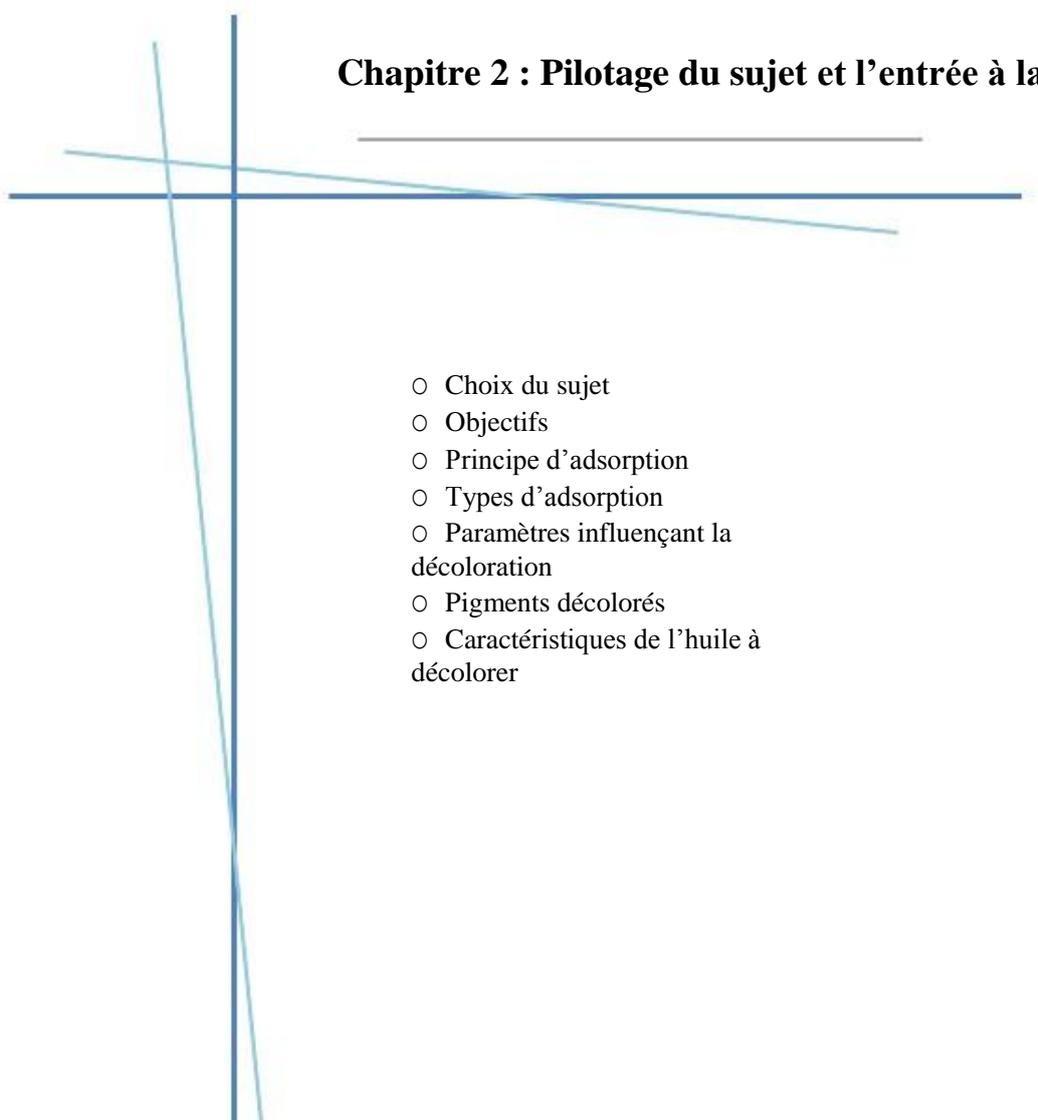
## 6. Laboratoire Central :

### -Présentation du laboratoire centrale avec ses analyses :

Laboratoire central de Lesieur Cristal a une grande importance au niveau de la qualité des produits fabriquer par Lesieur cristal ; car il s'assure de tous les analyses des laboratoires pilote, avec des répétitions des contrôles du début de fabrication jusqu'à la fin de production.

Les analyses effectuées au laboratoire central :





## Chapitre 2 : Pilotage du sujet et l'entrée à la problématique

- Choix du sujet
- Objectifs
- Principe d'adsorption
- Types d'adsorption
- Paramètres influençant la décoloration
- Pigments décolorés
- Caractéristiques de l'huile à décolorer

## **I. Pilotage du projet :**

Un projet est tourné vers un objectif final, il doit être adaptable à des modifications fréquentes mais maîtrisée et planifiée, donc toute modification doit rester planifiée, et notamment le projet doit rester dynamique et équilibré continuellement aux contraintes techniques de coût et de délai.

Le présent chapitre est dédié pour l'élaboration d'un plan de mon projet qui permettra de donner du sens et accéder à une vision claire de la stratégie globale du projet, en ce qui concerne les objectifs, le contexte, etc.

En outre, ce plan a été un outil efficace pour mieux concrétiser mon contribution à l'amélioration de la performance de l'entreprise Lesieur-Cristal auprès de ses décideurs.

### **1. Choix du sujet :**

Durant mes premiers jours d'intégration au sein de l'entreprise Lesieur-Cristal, j'ai constaté un ensemble de problèmes concernant la consommation de la terre décolorante au niveau de l'étape de décoloration du raffinage des huiles de soja qui empêchent le bon déroulement de la production des huiles. Et c'est pour cette raison qu'on a pensé à collaborer avec les différents services de l'entreprise afin de bien se mettre en situation et aussi créer un climat favorable de confiance et de partage.

### **2. Objectifs :**

- Optimiser le taux de chlorophylle (Plan d'expérience).
- Etablir un modèle qui regroupe la réponse de chlorophylle et le facteur qui a une grande influence sur la décoloration et la validation du modèle (régression linéaire).
- Trouver une terre décolorante adaptable pour le raffinage des huiles de soja à partir de la comparaison entre deux types de terre : la terre Pro Active et la terre Tonsil.

## **II. Entrée à la problématique :**

L'opération de décoloration permet d'éliminer outre les pigments colorés (chlorophylles et caroténoïdes), les savons résiduels, les traces de mucilage, des métaux lourds. Les peroxydes sont largement détruits par les terres activées.

La quantité des terres décolorantes utilisée dans l'industrie des corps dépend à la fois de l'objectif poursuivi et de la nature de l'huile à traiter. Ces quantités varient de 0.20 à 0.5 à %

pour les huiles d'arachide et de tournesol ; de 0.4 à 0.7% pour l'huile de maïs ; de 0.6 à 0.9% pour les huiles de soja, de colza et de coton.

Le procédé de décoloration est basé sur le phénomène d'adsorption, et il est influencé par plusieurs paramètres.

### 1. Principe de l'adsorption :

L'adsorption est un phénomène physique de fixation de molécules sur la surface d'un solide. Ce phénomène est utilisé pour « récupérer » des molécules de fluides (liquides ou gazeuses) dispersées dans un solvant. L'adsorption est utilisée généralement dans le cas des phases liquides dans le but de les décolorer. La substance qui se fixe est appelée adsorbat ou soluté. Elle peut être liquide ou gazeuse. Quant à la surface sur laquelle se produit ce phénomène, elle limite généralement une phase condensée (solide) et reçoit le nom d'adsorbant. On distingue l'adsorption physique et l'adsorption chimique.

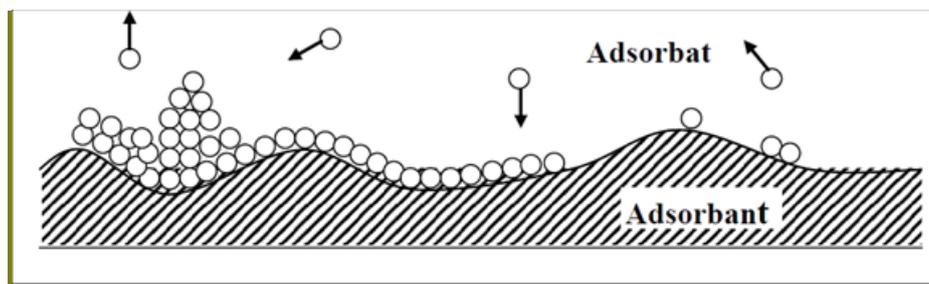


Figure 4 : Situation à l'interface solide-fluide

### 2. Types d'adsorption :

#### a. Adsorption physique :

L'adsorption est dite physique lorsque les forces qui fixent l'adsorbat sont de même ordre que les forces de Van der Waals. Elle consiste essentiellement à la condensation des molécules d'adsorbat à la surface d'un solide adsorbant, elle est donc favorisée par un abaissement de la température.

Ce type d'adsorption est très rapide. Il est caractérisé en outre, par sa réversibilité relativement facile.

#### b. Adsorption chimique :

L'adsorption chimique ou la chimisorption est appelée aussi adsorption activée. Elle se caractérise par des forces bien plus intenses que celles de Van der Waals et par conséquent

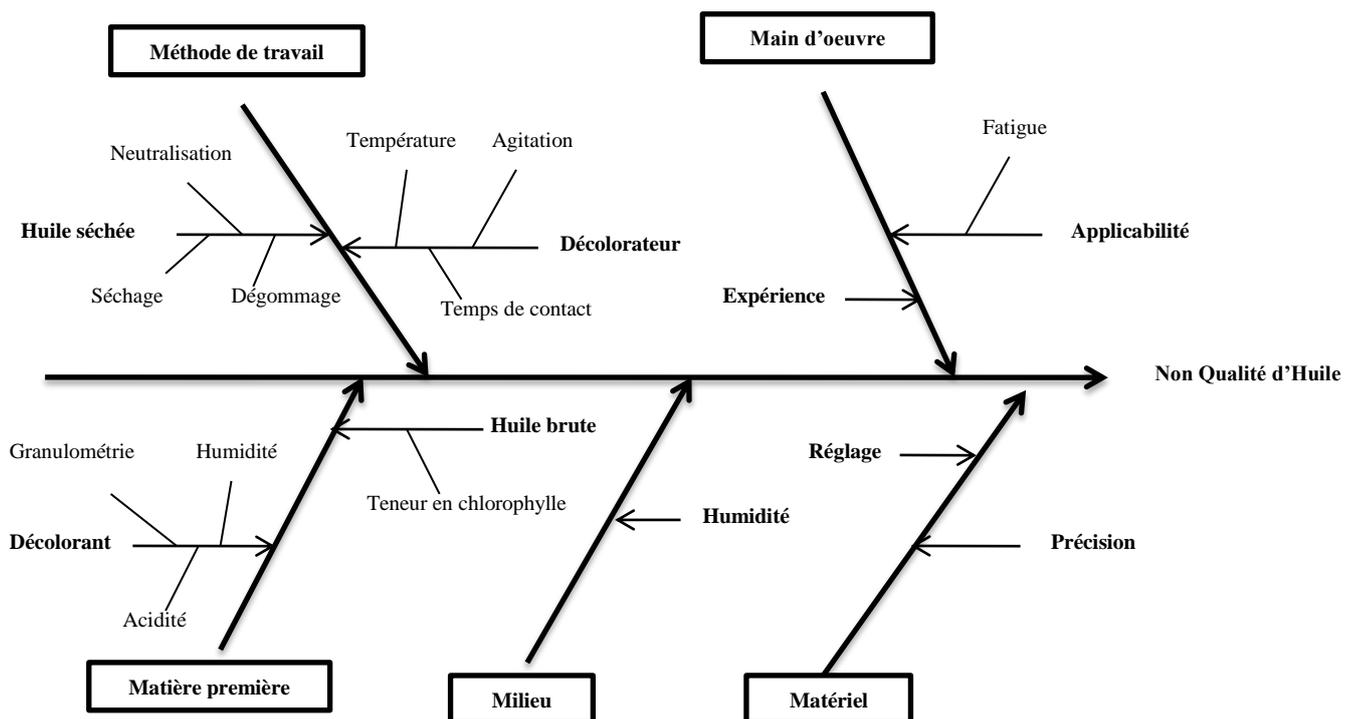
par des liaisons comparables à celles qui relient les atomes entre eux. A ce type de liaison correspond une chaleur d'adsorption environ dix fois plus élevée que dans le cas de l'adsorption physique. La chimisorption est, généralement, favorisée par une augmentation de la température. C'est ce type d'adsorption qui intervient en catalyse.

### 3. Les paramètres influençant le processus de décoloration de l'huile :

Sous la tutelle de mon encadrant, on a d'abord pris connaissance du procédé de décoloration de l'huile de soja en essayant de repérer les paramètres potentiellement influant sur le processus. Pour se faire, on a tenté de mettre en place une méthode d'analyse du processus au début de l'étude, qui est le diagramme d'Ishikawa où on a présenté en vrac les différentes origines possibles d'un dysfonctionnement de décoloration d'une huile alimentaire.

#### a. Le diagramme de causes-effet (diagramme d'Ishikawa) :

Le diagramme des causes et effets est également nommé diagramme d'ISHIKAWA est une représentation graphique simple et efficace de toutes les causes et des effets qu'elles entraînent. L'effet est connu, c'est le dysfonctionnement observé. Chaque grand groupe de causes (méthode des 5M) correspond à une branche du diagramme. Comme chaque procédé, la décoloration de l'huile de soja est réalisée sous la direction d'une main d'œuvre, en exploitant des matières premières, et des moyens, et en suivant des méthodes, dans un milieu bien déterminé. Tous ces éléments constitutifs peuvent être une source de dysfonctionnement de ce procédé :



b. Description des principaux facteurs influençant le processus de décoloration :

Afin d'améliorer le rendement du processus de décoloration et de filtration des huiles naturelles. Il faut tout d'abord maîtriser les différents paramètres influençant le processus de décoloration :

✚ Agent de décoloration :

L'agent de décoloration le plus utilisé aux huileries de Lesieur Cristal est la terre activée (proactive). Les principales caractéristiques de la terre qui influencent le processus de décoloration sont les suivantes : La granulométrie de la terre ; L'acidité ; L'humidité ; La quantité employée.

*i.* La granulométrie de la terre :

Lorsque les particules de la terre sont plus grosses, le diamètre moyen des pores augmente ce qui entraîne une diminution des forces de rétention capillaires et une augmentation de la vitesse de filtration. En contre partie, le pouvoir décolorant de la terre diminue lorsque les dimensions des particules augmentent.

*ii.* L'acidité de la terre :

Le traitement acide effectuée sur les terres a pour effet d'augmenter considérablement la surface spécifique de la terre. Donc l'acidité de la terre est un paramètre très important qui reflète l'immensité de la surface d'absorption de la terre ainsi que son pouvoir décolorant.

*iii.* L'humidité de la terre :

L'humidité de la terre a une influence favorable sur le débit de filtration, le gain de temps de filtration et de décoloration. Mais les phénomènes s'inversent lorsqu'on a des teneurs en eau de l'huile importante. En effet, la résistance de la membrane filtrante augmente avec la teneur en eau de l'huile. Il faut prendre en considération ce facteur dans le choix de la terre. Ce dernier devrait être d'au moins 10% ou plus. Une terre dont le taux d'humidité est inférieur est moins efficace.

*iv.* La quantité employée :

La quantité de la terre décolorante employée est un paramètre très déterminant, elle est fonction de la décoloration initiale, de la nature des pigments ainsi que de la présence d'impuretés comme les traces de savon et des produits d'oxydation qui peuvent subsister dans les huiles. Elle doit être assez suffisante afin d'atteindre une transmission d'au moins 50%.

#### ✚ La nature du milieu de décoloration :

La température et la pression du vide au niveau du décolorateur, constituent des facteurs importants du processus de décoloration :

##### *i.* La température du décolorateur :

La décoloration des huiles par les terres activées donne les meilleurs résultats lorsque l'opération est conduite à une température variante entre 85°C à 100°C. Une augmentation excessive de la température influence, d'une part, sur la structure des colorants parce que l'humidité présente dans la terre est éliminée trop rapidement provoquant ainsi un effondrement de la structure réticulaire de la terre ce qui réduit son aire de surface effective avant qu'elle n'ait pu accomplir son travail, d'autre part la vitesse d'oxydation des huiles est approximativement triplée pour chaque augmentation de 10°C. Les pigments les plus influencés par la chaleur sont des caroténoïdes qui peuvent se transformer en stéréoisomères par la chaleur. Cette dernière peut provoquer l'auto-oxydation et donner naissance à des nouveaux pigments colorés.

##### *ii.* Le temps de séjour :

Il dépend notablement de la cinétique de l'adsorption et de l'agitation ou tout autre dispositif de contact. Il doit être suffisant pour le transfert interne de la quantité maximale des colorants car le transfert externe et l'adsorption sont considérés plus rapides par rapport au transfert interne dans le cas d'un milieu poreux (terre décolorante).

#### **4. Les pigments colorés : Les chlorophylles**

Les chlorophylles se trouvent sous les formes **a 8** et **b 9**. Elles sont constituées de quatre noyaux pyrroliques formant un système cyclique plan chélatant un atome de magnésium, responsable de la couleur verte des huiles. Ces pigments se dégradent facilement sous l'action de la lumière, en phéophytines **a** et **b** de couleur marron suite à la perte de l'atome de Magnésium responsable de la couleur verte de ces composés.

Les chlorophylles et phéophytines correspondantes peuvent être dosées directement dans le corps gras par spectrophotométrie visible. La méthode AOCS (American Oil Chemists' Society) recommande de faire les mesures à 630,670 et 710 nm.

Ces pigments doivent être éliminés en raison de leur effet négatif sur la stabilité des huiles végétales notamment à l'oxydation. Plusieurs travaux de recherche ont montré en effet que ces pigments sont dotés d'un pouvoir pro-oxydant lorsque l'huile est exposée à la lumière et d'une action anti-oxydante à l'obscurité. Il est donc nécessaire, lors de l'évaluation de la

stabilité photo-oxydative de l'huile étudiée, de tenir compte des teneurs totales en chlorophylles.

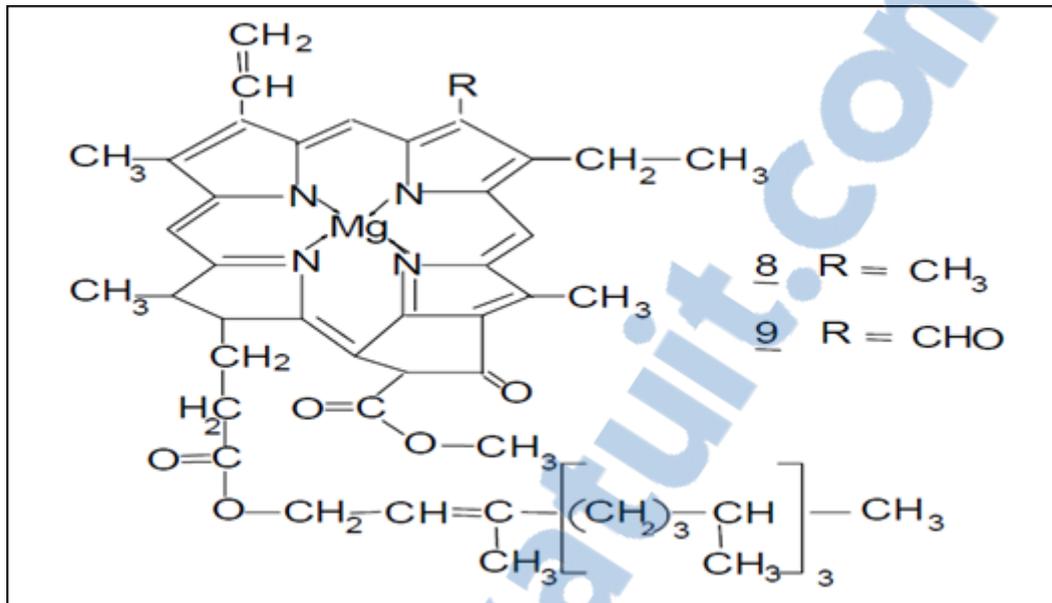


Figure 5 : Chlorophylles a8 et b9

### 5. Les caractéristiques de l'huile à décolorer (Huile séchée) :

Les caractéristiques de l'huile séchée sont très importantes pour réussir l'opération de décoloration :

a. Le taux de savon :

Le savon joue le rôle de poison qui diminue le pouvoir décolorant des terres activées. Il est donc absolument indispensable de ne décolorer que les huiles séchées présentant un taux de savon inférieur à 50ppm

b. Le taux de phosphore :

Vue les effets indésirables du phosphore, une huile à décolorer doit avoir une teneur en phosphore inférieur à 5ppm.

c. L'acidité de l'huile :

L'acidité de l'huile a une grande influence sur le processus de décoloration de l'huile que sur la filtration. En effet, la décoloration de l'huile est autant plus intense lorsque l'acidité est faible, car les acides gras libres gênent l'adsorption des pigments. Il est donc nécessaire que la teneur en acide oléique d'une huile séchée ne dépasse pas 0.1%.

d. La couleur de l'huile

La détermination de la couleur est effectuée par un colorimètre Lovibond, il permet de mesurer deux couleurs de l'huile: jaune et rouge.

**Conclusion :**

Durant ce chapitre nous avons pu décrire la problématique, les objectifs du projet, et la méthodologie de travail qui entrainera la bonne gestion du projet en se basant sur la méthode de 5M pour déterminer les facteurs influençant la décoloration de l'huile de soja.

Le chapitre suivant décrira, par conséquent, la méthodologie d'optimisation du procédé de décoloration.

## Chapitre 3 : Optimisation de la décoloration

---

- Etude bibliographique
- Application du plan d'expérience
- Calcul théorique
- Traitement des données par NEMRODW
- Validation du modèle par régression linéaire

## **Introduction**

La résolution des problèmes du processus de décoloration nécessite une optimisation de ce dernier pour maximiser la qualité de l'huile décolorée et par suite l'huile raffinée, cette qualité est déterminée par le taux de chlorophylle.

Les Outputs (aussi appelée Réponses, ou les  $y$ ) du processus de décoloration sont dépendants de plusieurs facteurs (les variables  $x$ ), d'où la relation  $y = f(x)$ .

C'est là le but du plan d'expérience qui reste pour beaucoup de qualicien l'outil le plus important.

Nous allons voir ci-dessous comment établir un plan d'expérience complet avec trois facteurs et deux niveaux par facteur de manière simple, sans utilisation de logiciel spécifique et une confirmation des résultats obtenus par l'utilisation d'un logiciel spécifique qui s'appelle NEMRODW.

### **I. Etude bibliographique :**

#### **1. Plan d'expérience : outil des statistiques de la qualité**

Les plans d'expériences s'inscrivent dans la démarche qualité au même titre que les autres outils statistiques : indices de capabilité, cartes de contrôle. Les indices de capabilité déterminent la possibilité qu'a l'outil de production de créer des pièces de bonne qualité. Les cartes de contrôle vérifient dans le temps que les paramètres ayant servi au calcul des indices de capabilité.

Enfin les plans d'expériences cherchent les causes d'un non qualité, ou plus positivement les paramètres pouvant améliorer la qualité actuelle. C'est une suite ordonnée d'essais d'une expérimentation, chacune permettant d'acquérir de nouvelles connaissances en contrôlant un ou plusieurs paramètres d'entrée pour obtenir des résultats validant un modèle avec une bonne économie (nombre d'essais le plus faible possible).

La technique des plans d'expériences va permettre de répondre à nos exigences. En effet, son principe consiste à faire varier simultanément les niveaux de un ou plusieurs facteurs (qui sont les variables, discrètes ou continues) à chaque essai. Ceci va permettre de diminuer fortement le nombre d'expériences à réaliser tout en augmentant le nombre de facteurs étudiés, en détectant les interactions entre les facteurs et les optimaux par rapport à une réponse, c'est-à-dire une grandeur utilisée comme critère et en permettant de modéliser facilement les

résultats. Le point délicat dans l'utilisation des plans d'expériences sera donc de minimiser le plus possible le nombre d'expériences à mener sans sacrifier la précision sur les résultats.

Il existe actuellement un nombre important de plans différents. Chacun, par ses propriétés, permet de résoudre certains problèmes particuliers.

L'idée essentielle qui doit mener la démarche expérimentale de l'expérimentateur est que l'on met en œuvre un plan d'expériences afin de répondre à une problématique bien précise.

## **2. Plan factoriel complet :**

Nous allons dans un premier temps présenter les plans factoriels, c'est-à-dire les plans d'expériences à 2 niveaux par facteur. Ce sont les plus utilisés car les plus simples et les plus rapides à mettre en œuvre. Tout d'abord, nous allons traiter les plans factoriels complets. Avec deux niveaux et **k** facteurs, ceux-ci sont notés **2k**.

Dans un plan factoriel complet, la totalité des expériences doit être réalisée, comme dans la méthodologie standard. Pour un plan factoriel complet optimal à **k** facteurs, il va donc falloir mener **2k** expériences. Le principe consiste alors à répartir de façon optimale les essais dans le domaine expérimental.

## **3. Avantages des plans d'expériences :**

Les plans permettent une diminution considérable du nombre d'essais et une interprétation rapide et sans équivoque. Ils fournissent des résultats faciles à présenter à des non spécialistes. Possibilité d'étudier un très grand nombre de facteurs, détection des interactions éventuelles modélisation aisée des résultats, et détermination des résultats avec une bonne précision.

## **II. Application du plan d'expérience :**

### **1. Objectif de l'expérience :**

Notre objectif est de maximiser la qualité de l'huile décolorée et par suite l'huile finie. Cette qualité est déterminée par le taux de chlorophylle dans l'huile de soja.

### **2. Identifier les facteurs :**

Grâce à une réunion du personnel de différents départements travaillant sur le processus de raffinage. Après un brainstorming nous avons déterminé que les trois facteurs principaux pouvant influencer la qualité de l'huile décolorée sont :

- ✓ Le dosage de la terre décolorante
- ✓ La température du décolorateur
- ✓ Le temps de séjour

Ayant décidé d'utiliser deux niveaux par facteur, le brainstorming indique les valeurs ci-dessous :

	Niveau bas	Niveau haut
<b>Terre</b>	0,25%	0,60%
<b>Température</b>	80 °C	110 °C
<b>Temps</b>	20 min	45 min

Tableau 1 : Les niveaux de chaque facteur

### 3. Détermination de design du plan d'expérience :

Nous avons donc trois facteurs avec deux niveaux chacun.

Les combinaisons possibles sont reprises dans le tableau ci-dessous :

N° essais	A	B	C
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1

Tableau 2 : Les combinaisons possibles

Nous avons bien 8 possibilités. Les « + 1 » indiquent les niveaux hauts, les « -1 » indiquent les niveaux bas, « A » indique le facteur Terre, « B » indique le facteur Température, « C » indique le facteur Temps.

### 4. Procéder à l'expérience :

Préparation essai 1 :

- ✓ Peser 100 g d'huile décolorée de soja.
- ✓ Peser 0.25 g de la terre Proactif (niveau bas).
- ✓ Chauffer la solution avec agitation pendant 20 minutes (niveau bas), gardant la température à 80 °C (niveau bas).
- ✓ Filtration à vide.
- ✓ Le filtré obtenu est mesuré par l'appareil de spectrophotomètre pour déterminer la teneur en chlorophylles dans la solution préparée :
  - Homogénéiser à température ambiante.

- Filtrer immédiatement avant l'analyse, en utilisant un papier filtre à pores moyens.
- Allumer et régler le spectrophotomètre aux longueurs d'onde de mesure avec le cyclohexane comme un blanc.
- Mesurer à 630 nm, 670 nm et 710 nm dans une cellule de 10 nm (de verre) la solution.
- Expression des résultats.
- Calculer la teneur en chlorophylle par la formule suivante :

$$C = \frac{A_{670} - \left(\frac{A_{630} + A_{710}}{2}\right)}{KL}$$

Avec : C = Teneur en pigments de chlorophylle en ppm.

A = Absorbance à la longueur d'onde respective (nm).

L = Epaisseur de la cellule du spectrophotomètre (10 nm).

K = 0.1 (Une constante).

➤ **On fait la même manière pour les 7 essais, on variant les niveaux de facteurs selon le tableau au dessus.**

Les résultats obtenus et les interactions entre les facteurs, sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Plan factoriel complet :

N° essais	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	I	Y
1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	+1	0,142
2	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	0,089
3	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	0,117
4	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	0,049
5	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	0,125
6	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	0,069
7	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	0,0903
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0,022

Tableau 3 : Plan factoriel complet

Avec : AB = interaction entre Terre et Température ;

AC = interaction entre Terre et Temps ;

BC = interaction entre Température et Temps ;

ABC = interaction entre les trois facteurs ;

Y = réponse ;

I = moyenne.

### 5. Calcul théorique :

Nous allons procéder à 7 analyses pour chaque Ys :

- Analyse de l'impact dosage terre
- Analyse de l'impact température
- Analyse de l'impact temps
- Analyse de l'impact dosage terre et température
- Analyse de l'impact température et temps
- Analyse de l'impact dosage terre et temps
- Analyse de l'impact dosage terre, température et temps.

Le facteur température B et le facteur temps de séjour C. Les résultats de chaque combinaison sont tout simplement les résultats mathématiques du mélange des facteurs.

Ainsi, pour AB, soit la combinaison dosage terre et température, la première combinaison donne « - » pour dosage terre et « - » pour la température.

Le résultat AB est « - » x « - » ce qui nous donne un « + ».

$$b_0 = \frac{0,142+0,089+0,117+0,049+0,125+0,069+0,0903+0,022}{8} = 0.0879$$

L'effet du facteur dosage terre sur notre la chlorophylle peut être mesuré comme suit :

$$b_1 = \frac{-0,142+0,089-0,117+0,049-0,125+0,069-0,0903+0,022}{8} = -0.0306$$

L'analyse du facteur température nous donne :

$$b_2 = \frac{-0,142-0,089+0,117+0,049-0,125-0,069+0,0903+0,022}{8} = -0.0183$$

L'analyse du facteur temps de séjour :

$$b_3 = \frac{-0,142-0,089-0,117-0,049+0,125+0,069+0,0903+0,022}{8} = -0.0113$$

$$b_{12} = \frac{0,142-0,089-0,117+0,049+0,125-0,069-0,0903+0,022}{8} = -0.0033$$

$$b_{13} = \frac{0,142-0,089+0,117-0,049-0,125+0,069-0,0903+0,022}{8} = -0.0003$$

$$b_{23} = \frac{0,142+0,089-0,117-0,049-0,125-0,069+0,0903+0,022}{8} = -0.0021$$

$$b_{123} = \frac{-0,142+0,089+0,117-0,049+0,125-0,069-0,0903+0,022}{8} = 0.0004$$

Tableau 4 : Facteurs influençant la chlorophylle et leurs effets

Nom	Coefficient
<b>b0</b>	0.0879
<b>b1</b>	-0.0306
<b>b2</b>	-0.0183
<b>b3</b>	-0.0113
<b>b1-2</b>	-0.0033
<b>b1-3</b>	-0.0003
<b>b2-3</b>	-0.0021
<b>b1-2-3</b>	0.0004

Pour élaborer une formule entre la réponse et les facteurs influents, on détermine premièrement les facteurs qui ont une grande influence sur la teneur en chlorophylle par la loi de Pareto. La distribution de Pareto est un type particulier de loi de puissance qui a des applications en sciences physiques et sociales. Elle permet notamment de donner une base théorique au « principe des 80-20 », aussi appelé principe de Pareto.

#### Application de la loi de Pareto :

- Trie les coefficients par ordre décroissante.
- Calculer Les carrés des coefficients.
- Calculer la somme des carrés des coefficients
- Calculer le pourcentage :  $\% = \left( \frac{\text{Coefficient}^2}{\sum(\text{Coefficients}^2)} \right) * 100$
- Calculer Le % cumulé.
- Tracer la courbe de Pareto.
- Déterminer les facteurs influents qui sont dans l'intervalle de {0 ; 80 %}.

#### Les résultats :

Nom	Coefficient	Coefficient <sup>2</sup>	%	% cumulée
<b>b1</b>	0,0306	0,0009364	66,286281	66,286281
<b>b2</b>	0,0183	0,0003349	23,707348	89,993629
<b>b3</b>	0,0113	0,0001277	9,03936	99,032989
<b>b1-2</b>	0,003	0,000009	0,637123	99,670112
<b>b2-3</b>	0,0021	4,41E-06	0,3121903	99,982302
<b>b1-2-3</b>	0,0004	1,6E-07	0,0113266	99,993629
<b>b1-3</b>	0,0003	9E-08	0,0063712	100
Somme		0,0014126		

Tableau 5 : Les résultats

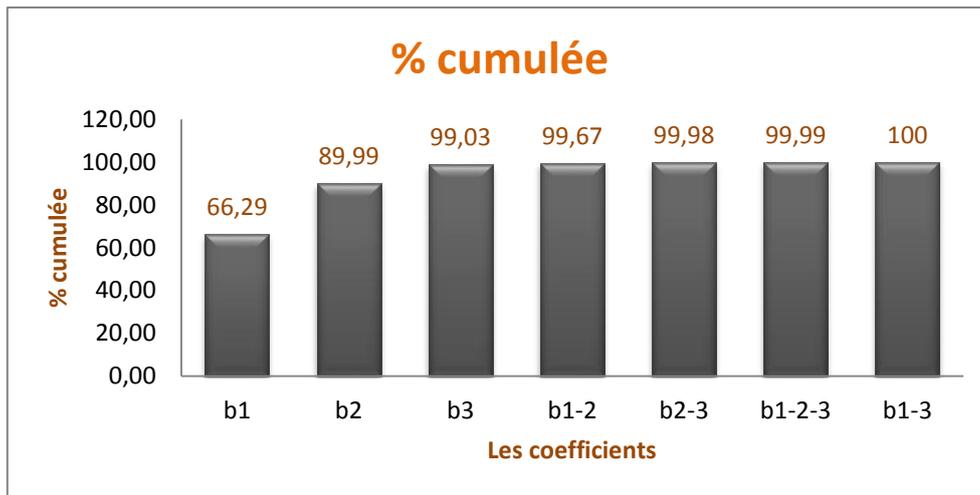


Figure 6: Diagramme de Pareto visualisant l'effet de chaque facteur

Nous voyons que le facteur temps de séjour a un très faible impact sur la chlorophylle et que le facteur temps a un impact plus important mais toutefois largement moindre que le facteur dosage terre.

D'après le diagramme, on peut considérer que les deux premiers facteurs (A et B) génèrent plus de 89 % de l'impact des facteurs.

Les facteurs les plus influents sont le dosage terre et la température, donc la fonction sera comme suit :

$$Y \text{ (ppm)} = 0.0879 + 0.0306 X1 + 0.0183 X2$$

## 6. Traitement des données par Logiciel NEMRODW :

L'analyse des résultats d'expériences est facilitée par le choix initial des expériences. Les résultats seront faciles à interpréter et riches d'enseignement si l'on a bien préparé les expériences.

Grâce aux ordinateurs et aux logiciels la construction des plans d'expériences et les calculs nécessaires à leur interprétation sont devenus très simples. Ces outils favorisent également les représentations graphiques qui illustrent de manière spectaculaire les résultats et améliorent la compréhension des phénomènes.

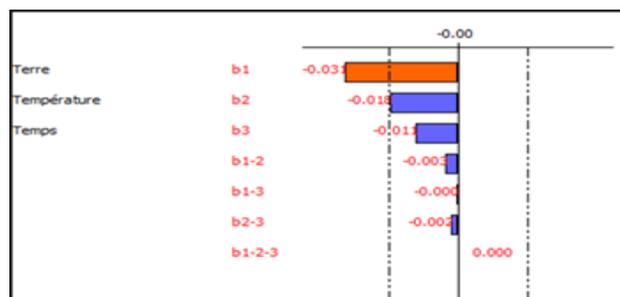
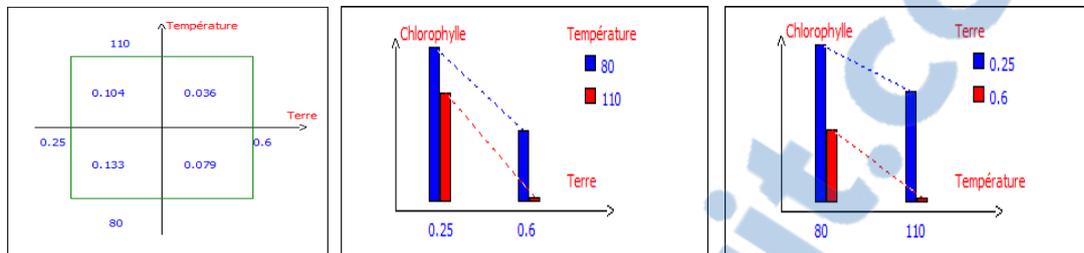


Figure 7: Etude graphique des effets

On comprend qu'avec ce graphe, on puisse définir les facteurs qui ont une grande influence sur la réponse. Ces facteurs sont la terre décolorante et la température de décoloration.

### Diagramme d'interaction Y1 : Chlorophylle

#### Diagramme d'interaction X1 \* X2



A travers ces résultats on peut conclure que les valeurs optimales du % de la terre et de la température, de l'huile de soja, sont respectivement 0,6% et 110 °C.

### 7. Etablir un modèle adéquat entre la teneur en chlorophylle et la Terre :

Puisque le % de la terre a un effet très grand en comparant avec la température, on peut déterminer la variation de ce facteur avec la teneur en chlorophylle utilisant la régression linéaire

La méthode de régression est un modèle de régression d'une variable expliquée sur une ou plusieurs variables explicatives dans lequel on fait l'hypothèse que la fonction qui relie les variables explicatives à la variable expliquée est linéaire dans ses paramètres.

$$Y = a_0 + a_1 X$$

a. Les objectifs de l'étude :

- Etablir l'équation de la droite de régression qui exprime la teneur en chlorophylle en fonction de la dose de la terre.
- Calculer le coefficient de corrélation linéaire r entre la dose et la teneur en chlorophylle.
- Existence d'une corrélation significative entre les variables.
- Existence d'une pente significative.

b. Application des objectifs de l'étude :

*Objectif 1 :*

On étudie la teneur en chlorophylle dans l'huile raffinée de soja en fonction de la dose de la terre.

Dosage de la terre (%)	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
Teneur en chlorophylle (ppm)	0,0589	0,06865	0,0471	0,0464	0,0337	0,0394	0,03515	0,0339
	0,0588	0,0689	0,0473	0,0465	0,0336	0,0389	0,03515	0,0338
	0,0586	0,0690	0,0471	0,0461	0,0333	0,039	0,0352	0,0329

Tableau 6 : Les données

- Les coefficients de la droite de régression :
- ➔ On détermine l'origine  $a_0$  et la pente  $a_1$  par une fonction dans l'Excel appelée « DROITEREG », cette fonction permet aussi de trouver plusieurs résultats statistique facilement, selon la procédure suivante :
- ➔ Représenter les données sous la forme suivante :

N°essai	X	Y
1	0,25	0,0589
	0,25	0,0588
	0,25	0,0586
2	0,3	0,0686
	0,3	0,0689
	0,3	0,0690
3	0,35	0,0471
	0,35	0,0473
	0,35	0,0471
4	0,4	0,0464
	0,4	0,0465
	0,4	0,0461
5	0,45	0,0337
	0,45	0,0336
	0,45	0,0333
6	0,5	0,0394
	0,5	0,0389
	0,5	0,0390
7	0,55	0,03515
	0,55	0,03515
	0,55	0,0352
8	0,6	0,0339
	0,6	0,0338
	0,6	0,0329

- ➔ Sélectionner deux colonnes et cinq lignes (car on a une réponse et un seul facteur).

➔ Cliquer sur l'onglet « Fonctions », après sur « Insérer une fonction » et choisir la fonction « DROITEREG ».

➔ Dans la fiche de la fonction existe quatre cases :

- Y connus : C'est la série des valeurs y déjà connues par la relation  $y = a_1x + a_0$ .
- X connus : C'est une série de valeurs x facultatives, éventuellement déjà données par la relation  $y = a_1x + a_0$ .
- Constante : représente une valeur logique précisant si la constante  $a_0$  doit être forcée à 0.
  - ↓ Si l'argument constant est VRAI ou omis, la constante  $a_0$  est calculée normalement.
  - ↓ Si l'argument constante est FAUX,  $a_0$  est égal à 0 et les valeurs  $a_1$  sont ajustées de sorte que  $y = a_1X$ .

(Dans notre cas on met « Vrais » pour que le coefficient  $a_0$  soit calculé)

- Statistiques : représente une valeur logique indiquant si d'autres statistiques de régression doivent être renvoyées.
  - ↓ Si l'argument statistiques est VRAI, la fonction DROITEREG renvoie des statistiques de régression supplémentaires et la matrice renvoyée devient :  $\{a_1 ; a_0 ; S_{a1} ; S_{a0} ; R^2 ; S_r ; F_{cal} ; ddl_R ; SCE_{reg} ; SCER\}$ .
  - ↓ Si l'argument statistiques est FAUX ou omis, la fonction DROITEREG renvoie uniquement les coefficients  $a_1$  et la constante  $a_0$ .

Résultats de la fonction :

<b>a<sub>1</sub></b>	-0,09	0,08	<b>a<sub>0</sub></b>
<b>S<sub>a1</sub></b>	0,01	0,005	<b>S<sub>a0</sub></b>
<b>R<sup>2</sup></b>	0,75	0,01	<b>S<sub>r</sub></b>
<b>F<sub>cal</sub></b>	66,14	22,00	<b>ddl<sub>R</sub></b>
<b>SCE<sub>reg</sub></b>	0,003	0,001	<b>SCE<sub>R</sub></b>

- Le modèle :

$$Y = a_0 + a_1 X$$



$$Y = 0.08 + (-0.09) X$$

*Objectif 2 :*

Pour calculer le coefficient de corrélation linéaire r entre la dose et la teneur en chlorophylle, on utilise la formule suivante :

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Avec  $\bar{x}$ : la moyenne de la variable  $x_i$ .

$\bar{y}$  : la moyenne de la variable  $y_i$ .

- Les calculs :

$$\bar{x} = 0.425 \quad \text{et} \quad \bar{y} = 0.0453$$

Alors :

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} * \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}} = \frac{-0.02863}{\sqrt{0.315} * \sqrt{0.0035}} = -0.87 \quad \text{: forte corrélation.}$$

$r^2 = (-0.87)^2 = 0.75$  : le modèle linéaire permet d'expliquer 75 % de la variabilité totale de la teneur en chlorophylle : ce qui est important.

*Objectif 3 :*

Pour vérifier l'existence d'une corrélation significative, on utilise le test d'hypothèse.

L'hypothèse  $H_0$  : la valeur  $r$  calculée n'a pas de sens ( $r=0$ ) c'est-à-dire absence d'une corrélation significative.

L'hypothèse  $H_1$  : la valeur  $r$  calculée a un sens ( $r \neq 0$ ) c'est-à-dire il y a une corrélation significative.

La statistique de test est :  $t = \frac{r * \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$  avec  $n = 24$  et  $r = -0.87$

Alors  $t = -8.13$

Valeurs critiques pour  $\alpha = 0,05$  et  $ddl = 22$  :  $t_{tab} = \pm 2.073$

$t$  est dans la zone critique  $\leftrightarrow |t| > t_{tab}$  donc  $H_0$  rejetée.

La valeur  $r$  calculée a un sens : elle est différente de 0 de façon significative.

Il existe une corrélation linéaire significative entre les variables  $X$  et  $Y$  dans la population.

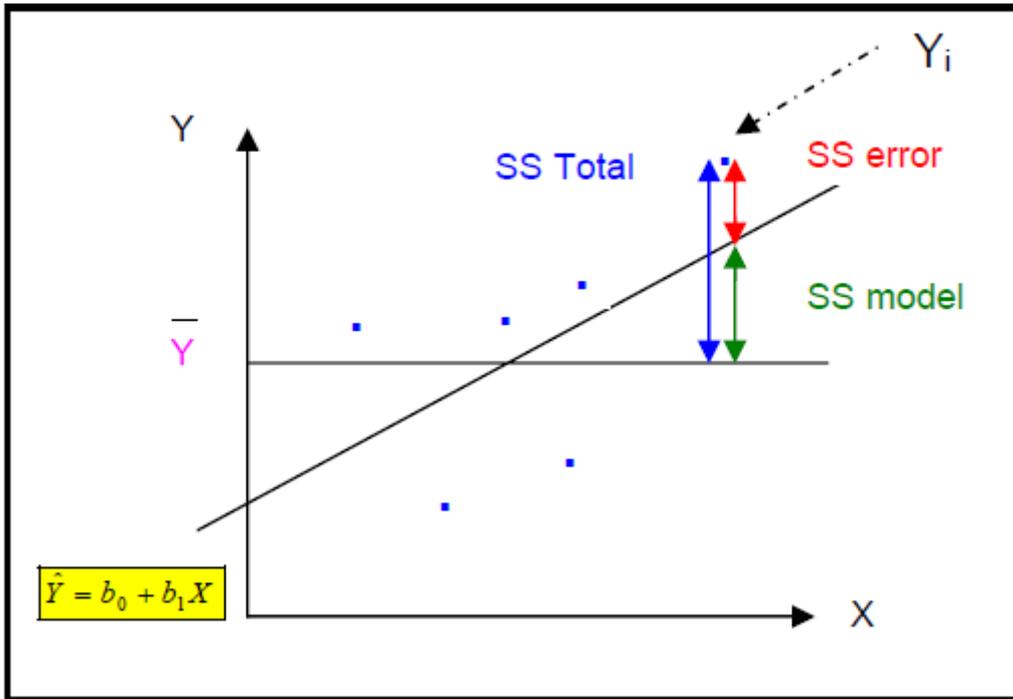
*Objectif 4 :*

Pour déterminer s'il y a une pente significative, il faut utiliser le test d'hypothèse.

L'hypothèse  $H_0$  : il n'y a pas une pente significative.

L'hypothèse  $H_1$  : il existe une pente significative.

Le modèle de régression linéaire montre : **Totale = régression + résiduel**



La figure montre les liens entre **SCE total**, **SCE modèle** et **SCE erreur** lorsque l'on somme les carrés des écarts sur tous les points  $i$ .

On **dispose des SCE**, on peut facilement estimer les variances/ ou carrés moyens si on calcule le degré de liberté qui correspond à chaque source de variation.

On a trois sources de variation : Variation totale; Variation due au modèle ; Variation résiduelle ; Comme il montre le tableau suivant :

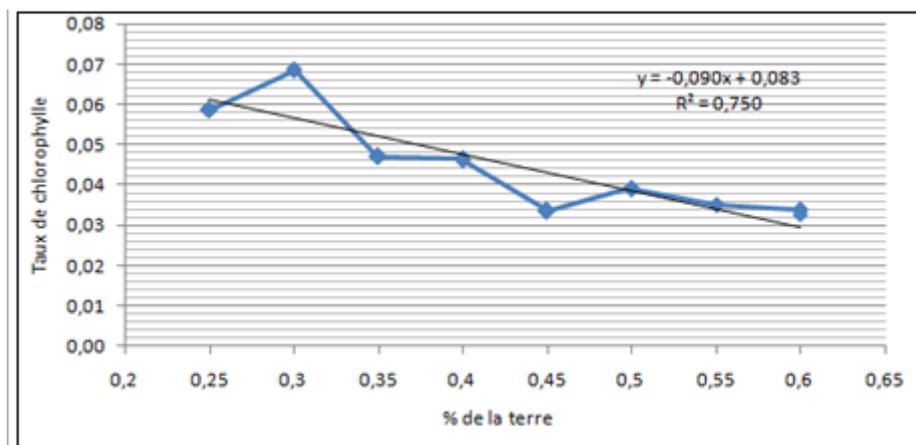
Source de Variation	SCE	ddl	Variations $S^2$	$F_{cal}$	$F_{crit}$	P-value
Régression	0,0026	1	0,00260	66,14	4,301	4,48669E-08
Résiduel	0,0009	22	0,00004			
Totale	0,0035	23	0,00015			

Tableau 7 : Source de variation

Avec  $S^2 = \frac{SCE}{ddl}$  ;  $F_{cal} = \frac{S^2 \text{ régression}}{S^2 \text{ résiduel}}$

La valeur critique pour  $\alpha = 0,05$  et  $ddl_1 = 22$  et  $ddl = 1$  :  $F_{crit} = 4.301$ .

Puisque  $F_{cal} < F_{crit}$  alors l'hypothèse  $H_0$  est rejetée, donc il y a une pente significative et les deux variables s'exprime de façon linéaire.



## Conclusion :

Dans ce chapitre, on a essayé de trouver un modèle qui relie la chlorophylle par le dosage terre et la température du décolorateur. Cette équation permet de déterminer la qualité de l'huile décolorée de soja à travers la valeur de la chlorophylle souhaitée en se basent sur la quantité de la terre ajoutée et la température de la décoloration.

L'analyse des résultats de cette méthode nous conduit à dire que les optimums à employer pour décolorer une huile de soja sont les suivantes :

- o La quantité de la terre est : 0.6 %
- o La température : 110°C

Dans ce qui suit, on va mener une étude comparative des résultats obtenus pour un nouvel agent décolorant, proposé par le fournisseur Clariant, qui s'appelle Tonsil 278 FF par rapport à l'agent actuellement utilisé qui est la terre Proactive

## Chapitre 4 : Evaluation d'un agent décolorant

---

- Méthode d'activation
- Effets secondaires des agents décolorants
- Caractérisation des agents décolorants

## **Introduction**

Actuellement la terre décolorante utilisée sur le site de Lesieur Cristal est la terre proactive.

Le fournisseur Clariant a fait une proposition sur une nouvelle terre décolorante: Tonsil 278FF, moins chère et avec laquelle la consommation de cette terre devrait diminuer.

L'essai est programmé sur des échantillons des deux terres décolorantes pour différents pourcentages.

Le but étant de voir si cette terre décolorante peut convenir pour notre processus et notamment sur le soja pour l'élimination de la chlorophylle.

La Tonsil 278 FF est une argile Montmorillonite (famille des phyllo silicates, bentonite modifiée) extraite en Espagne. Alors que la terre proactive actuellement utilisée est obtenue à partir d'argile de faible pouvoir adsorbant à l'état naturel. Cependant ce pouvoir est accru d'une manière remarquable après traitement acide en suspension aqueuse de ces argiles extraite en U.S.A.

### **I. Méthode d'activation :**

La terre proactive de la catégorie des terres hautement traitées est complètement activée par un acide fort (acide chlorhydrique). Ceci résulte en un pH plus acide (pH = 3).

La Tonsil 278 FF est activée avec un acide organique (acide citrique). Le pH résultant est de 5 à 7. Dans ces conditions, l'étape de décoloration acidifierait moins l'huile en Tonsil 278 FF qu'en terre proactive.

### **II. Les effets secondaires des agents décolorants :**

Les agents décolorants entraînent un certain nombre d'effets secondaires outre leur action sur les pigments colorés:

- Ils transforment en acides gras les savons encore présents dans l'huile après lavages.
- Ils permettent d'éliminer, par adsorption, les phospholipides et les polymères.
- Ils créent des systèmes conjugués suite à la migration des doubles liaisons le long des chaînes grasses polyinsaturées ; la désaération des terres avant et durant l'opération de blanchiment permet de réduire ce phénomène.

### **III. Caractérisation des agents décolorants :**

L'efficacité de la terre utilisée dépend de sa nature et ses caractéristiques, des conditions de travail et aussi de la nature de l'huile de départ, d'où la nécessité de déterminer les propriétés de l'huile de soja à décolorer.

### 1. Huile brute :

Huile Brute				
Ir	Ij	T	Acidité(%)	Chlorophylle (ppm)
10,7	70	0,18	0,44	4,54

### 2. Huile séchée :

Huile Séchée				
Ir	Ij	T	Acidité(%)	Chlorophylle (ppm)
9,8	70	0,18	0,038	0,12

### 3. Comparaison de l'efficacité des terres au niveau du laboratoire :

L'évaluation du Tonsil 278 FF par rapport à proactive est faite en comparant le résultat qualitatif global de l'huile après l'étape de décoloration.

Les paramètres suivis sont :

- L'acidité de l'huile
- Les indices de couleur
- La T420
- La chlorophylle

Température de l'huile pendant la décoloration	Temps de séjour
100 °C	20 min

Tableau 8: Conditions de travail dans l'étape de décoloration

#### a. Essais et Résultats :

Les essais sont faits pour différents pourcentage de terre décolorante comme le montre le tableau ci-dessous :

Temps: 20 min      T° :100°C

Dosage terre (%)	Pro Active				Tonsil			
	Ir	T	Acidité (%)	Chlorophylle	Ir	T	Acidité (%)	Chlorophylle
0,2	9,2	0,25	0,041	0,09	9,6	0,22	0,041	0,088
0,4	8,4	0,92	0,055	0,063	9,1	0,26	0,047	0,055
0,6	7,5	3,64	0,062	0,042	8,8	0,32	0,051	0,041
0,8	7	7,6	0,062	0,031	7,9	0,49	0,055	0,023

b. Interprétation :

Les résultats des analyses montrent l'efficacité de :

- La terre Tonsil sur la chlorophylle et l'acidité de l'huile de soja.
- La terre proactive sur l'indice de rouge et la transmission de l'huile de soja.

A ce point là on ne peut pas juger sur l'efficacité de chaque terre sur la qualité totale de l'huile de soja puisque cette dernière est basée sur les quatre paramètres précédents.

**4. Comparaison de l'efficacité des terres à l'échelle industrielle :**

Le fonctionnement des décolorations restera le même mise à part pour le soja où il y aura des consignes particulières dû à l'effet de la terre en désodorisation.

Un état de lieu a été réalisé avec la terre actuellement utilisée puis avec la nouvelle terre.

Toutes ces analyses sont faites en sortie décoloration et désodorisation.

a. Sortie de décoloration :

Les différents essais sont déroulés sous les conditions regroupés dans le tableau suivant :

Température de l'huile pendant la décoloration	Temps de séjour
100 °C	30 min

Tableau 9 : Condition de travail dans l'étape de décoloration

Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Dosage terre	Sortie déco				
	Ir	Ij	T	Acidité	Chloro
Pro 0,25%	9	70	0,88	0,06	0,064
	8,6	70	2,41	0,07	0,01
	8,2	70	0,9	0,07	0,044
Pro 0,30 %	9,2	70	1,36	0,06	0,086
	9,2	70	1,36	0,06	0,056
	9,2	70	1,36	0,05	0,056
Tonsil 0,25%	8,9	70	0,75	0,06	0,0064
	10,2	70	0,37	0,05	0,0048
	8,8	70	0,71	0,06	0,008
Tonsil 0,30%	9,8	70	0,19	0,05	0,008
	8,4	70	0,71	0,06	0,056
	7,7	70	0,55	0,06	0,056

Tableau 10 : Résultats de travail dans l'étape de décoloration

Les analyses faites, à l'échelle industrielle, en sortie de décoloration confirment les résultats obtenus au niveau de laboratoire. Et suite à une recherche bibliographique on a découvert que l'effet de la terre décolorante se verra principalement en désodorisation. Donc on refait les mêmes analyses en sortie de désodorisation pour qu'on puisse choisir la terre la plus adaptable à notre huile de soja.

b. Sortie de désodorisation :

Les analyses de cette étape sont regroupées dans le tableau suivant :

Dosage terre	Sortie déso				
	Ir	Ij	T	Acidité	Chloro
<b>Pro 0,25%</b>	1,4	16,8	51	0,07	0,01
	0,9	14,6	62	0,06	0,006
	1,1	17	51	0,06	0,005
<b>Pro 0,30 %</b>	1	22	44	0,05	0,019
	0,9	9,8	58	0,04	0,008
	1	13	50	0,028	0,004
<b>Tonsil 0,25%</b>	1	19	53	0,06	0,003
	0,9	14	57	0,05	0,004
	1	15	51	0,06	0,005
<b>Tonsil 0,30%</b>	1	15	51	0,06	0,005
	0,9	9,8	58	0,04	0,008
	1	13	50	0,028	0,004

Tableau 11 : Les analyses au niveau de sortie de désodorisation

c. Interprétations :

La terre Tonsil 278 FF montre son efficacité sur les paramètres de la qualité de l'huile de soja en comparant avec la terre proactive. Cet agent décolorant a permis de :

- Baisser l'indice de rouge de l'huile
- Augmenter la transmission
- Garder une acidité conforme de l'huile décolorée
- Baisser le taux de la chlorophylle d'une manière très remarquable.

Par l'adoption de cette nouvelle terre la société peut gagner pas seulement la bonne qualité mais aussi le cout, cela définit un gain calculé comme suit :

Cout de la terre proactive : 5,65 MAD /kg

Gain = 1,45 MAD/kg

Cout de Tonsil 278 FF : 4,20 MAD/kg

Production des huiles de soja : 900 tonnes/jour

Consommation de la terre décolorante (pour un dosage de 0,45%) :  $0,45\% * 900 \text{ tonnes} = 4,05 \text{ tonnes / jour}$ .

Donc le gain journalier :  $1,45 * 4050 = 5872,5 \text{ MAD / jour}$

## **Conclusion**

Il est intéressant de réaliser des essais pour choisir un agent décolorant plus efficace et avec un cout convenable et par la suite fiabiliser son utilisation. Ces essais prouvent qu'avec la nouvelle terre, l'effet de Tonsil 278 FF se verra principalement en désodorisation.

A travers ces analyses on a constaté que l'huile de soja est sensible notamment au niveau de la chlorophylle, l'acidité, les indices de couleur. Donc la terre Tonsil 278 FF est un meilleur agent décolorant pour le site de Lesieur Cristal.

## Conclusion générale

Depuis sa création, la société Lesieur Cristal s'engage d'améliorer sa productivité par une participation effective dans un programme de transformation opérationnelle. Ce programme permet à la fois de traduire l'engagement de la société envers l'amélioration continue exigé par le système QSE (Qualité, Sécurité et Environnement) et d'assurer sa position en tant que leader à l'échelle nationale par la maîtrise de l'excellence opérationnelle.

Dans cet esprit, la société a lancé un défi de travailler sur la continuité d'un projet stratégique concerne l'optimisation de la consommation de la chaîne de production en totalité. Dans ce sens, nous avons suivi une démarche en devisant le travail en 2 étapes, chacune entraînant l'autre, tout en se servant des outils statistiques et comparatifs.

La réalisation de ce projet nécessite une identification des objectifs, dans un premier temps, pour définir les axes de progrès prioritaires et pour proposer, par la suite, les leviers d'amélioration les plus pertinents pour atteindre les niveaux de satisfaction suivants :

- ✓ La réduction de la consommation de la terre décolorante de 0,15% c'est-à-dire 1,35 tonnes / jour avec un gain financier de 7627,5 MAD.
- ✓ La validation des modèles des équations pour la gestion de la chlorophylle.
- ✓ Le choix d'un nouvel agent décolorant moins cher permet d'aboutir un gain financier de 5872,5 MAD / jour.

## **Bibliographie**

Jaques GOUPY, Lee CREIGHTON, 2006, « Introduction aux plans d'expériences », 3ème Edition, DUNOD.

JAHOUACH Wafa, 2002, Mémoire, « Décoloration des huiles végétales sur des argiles, Etude de la stabilité physico-chimique des huiles décolorées».

Pierre-Henry DEVILLERS, 2010, « Huile végétales, Guide d'aide à l'application des meilleures technologies disponibles (MTD) ».

« Guide de gestion de la qualité de l'industrie de l'huile d'olive : Les raffineries », 2006, T.33-1/Doc. N°2.2.

Groupe permanent d'étude des marchés de denrées alimentaires, 2005, « Spécification technique relative aux huiles végétales alimentaires (PEM/DA) », n° E4-05.

## **Webographie**

<http://iterg.com/>

<http://eduscol.education.fr/>

<http://dspace.univ-tlemcen.dz/>

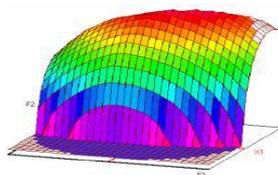


Université Sidi Mohammed Ben Abdellah



Faculté des Sciences et Techniques

[www.fst-usmba.ac.ma](http://www.fst-usmba.ac.ma)



**Master ST CAC Agiq**

**Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques**

**Nom et prénom: BACHAR Salma**

**Année Universitaire : 2014/2015**

**Titre: Optimisation du procédé de décoloration et Evaluation d'un nouvel agent décolorant des huiles de soja**

### **Résumé**

Mon projet de fin d'études présente une continuité du projet stratégique de l'entreprise Lesieur Cristal qui permet, d'une part, de traduire son engagement envers l'amélioration continue exigé par le système QSE et, d'autre part, d'assurer sa position en tant que leader à l'échelle nationale.

Pour assurer un pilotage efficient et continu du projet, nous avons suivi une démarche en devisant le travail en 2 étapes, chacune entraînant l'autre, tout en se servant des outils statistiques et comparatifs.

La réalisation de ce projet nécessite une identification des objectifs, dans un premier temps, pour définir les axes de progrès prioritaires et pour proposer, par la suite, les leviers d'amélioration les plus pertinents pour atteindre les niveaux de satisfaction suivants :

- La réduction de la consommation de la terre décolorante de 0,15% c'est-à-dire 1,35 tonnes / jour avec un gain financier de 7627,5 MAD.
- La validation des modèles des équations pour la gestion des indices de couleur ; indice de rouge, indice de jaune, et la chlorophylle.
- Le choix d'un nouvel agent décolorant moins cher permet d'aboutir un gain financier de 5872,5 MAD / jour.

**Mot Clé :** Ishikawa ; Plan d'expérience ; Régression linéaire; Optimisation ; Comparaison.

---

Faculté des Sciences et Techniques – Fès

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14