

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université A. MIRA - Bejaia**

**Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Alimentaires**  
**Filière : Sciences biologiques**  
**Option : Corps Gras**



Réf :.....

**Mémoire de Fin de Cycle**  
**En vue de l'obtention du diplôme**  
**MASTER**

***Thème***

***Etude de la viscosité de quelques produits de***  
***Cevital***

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> Ayouaz Sabrina**

**&**

**M<sup>elle</sup> Benmamas Fatima**

**Soutenu le :Jeudi 22 Juin 2017 à 13h00**

**Devant le jury composé de :**

**Mr Tamendjari A.**

**Pr**

**President.**

**M<sup>elle</sup> Mekhoukhe A.**

**MAA**

**Promoteur.**

**M<sup>me</sup> Berkati S.**

**MAA**

**Examinatrice.**

**Mr Hadjal S.**

**Co-promoteur.**

**Année universitaire: 2016/2017**

# *Remerciements*

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier en premier lieu le bon Dieu le seul miséricordieux, qui nous a donné le courage, la force et la volonté pour l'accomplir.

Nous remercions très vivement notre promotrice M<sup>elle</sup> Mekhoukhe A d'avoir accepté de nous guider et de nous aider pour réaliser ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à :

Mr Tamendjari A, d'avoir accepté de présider notre jury

M<sup>me</sup> Berkati d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous souhaitons exprimer nos reconnaissances envers le personnel de la direction des recherches et développement au sein de « **Cevital Spa** », nous remercions en particulier

Mr Hadjal Samir pour nous avoir proposé ce sujet et de nous avoir encadré et surtout pour sa disponibilité et ses conseils.

Nous remercions également Mr Tidjet B, Takharoubth B, de nous avoir suivis et d'avoir participé au bon déroulement de notre travail et pour leurs conseils et leurs diverses orientations,

**Sabrina & Fatima**

# Dédicace

*A l'aide de DIEU, le tout puissant, ce travail est achevé ; Je le dédie à toutes les personnes qui me sont chères :*

*☞ A mes parents pour tous leurs efforts et leur patience durant toutes ces années ,Pour m'avoir orientés et encouragés dans mes études .*

*☞ A la mémoire de mes grands parents hamid , chadalya que dieu les bénisse dans son vaste paradis .*

*☞ A mes chères frères et sœurs : nassim, kaci, mezien, djida et son mari razik, massika ,yamina,yassinya et ma petite nièce romaysa .*

*☞ A mes amies : yacine , saida, zahwa, djamila, sihem .*

*☞ A ma très chère binome sabrina et sa famille.*

## Fatima

# DÉDICACES

*Au non de Dieu, le clément et le miséricordieux*

*Avec l'aide de Dieu le tout puissant et enfin et achevé ce travail .Merci à vous, Dieu, autant de particules dans l'univers, d'eau dans la mer, de vie sur terre, lequel je dédie ce travail à toute les personnes qui me sont chers :*

*A celle qui attendue avec patience les fruits de sa bonne éducation, qui m'a tout donné, qui a toujours été là pour moi, qui m'a donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance , à celle qui m'acceptera toujours comme je suis sans demander d'échange, à celle qui tient le paradis sous ses pieds, à mon ange, à ma mère.Merci **maman**, que Dieu te donne santé et langue vie.*

*A ma très chère sœur, **síhem**, laquelle j'ai partagé tous mes secrets et mes meilleurs moments.**síhem** je te souhaite une réussite dans tes études chérie.*

*A mon petit, mon héros, à mon frère unique **Loucif**, je te souhaite aussi une réussite dans ta vie frère.*

*Ama petite et mon ange, à mon trésor, ma sœur **celia**. Un grand bisou à toi **Cela**.*

*A la mémoire de mon grand père «**djedi**» que Dieu l'accueille en son vaste paradis.*

*A mon très cher mari, **Samir** qui a été toujours a mes cotés et aussi a ma belle famille.*

*A mes très chères tantes et oncles maternel .Merci pour les précieux conseils qui ne cessent de m'accorder.*

*Amon très cher oncle, notre commando et notre exemple, à celui qui se sacrifie et qui donne toute sa vie pour son pays, à toi **khalí Idris**, bravo.*

*Alés personnes que j'apprécie étant nombreuses, je ne pourrais les citer toutes, mais elles savent que je leur suis très reconnaissante pour tous les moments qu'on à partagé ensemble, qu'elles trouvent ici l'expression de mon indéfectible amitié. A vous mes cousine.*

*A ma très chère et mon binôme **fatíma**.*

*sabrína. Merci Dieu*

# *Sommaire*

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des figures en annexe**

**Liste des tableaux en annexe**

**Introduction.....1**

## *Partie bibliographique*

### *CHAPITRE I : Généralités*

|  |   |
|--|---|
| I. Généralités sur le secteur agroalimentaires.....  | 2 |
| I.1. Différents types d’industries alimentaires..... | 2 |
| I.1.1. Industries des huiles alimentaires .....      | 2 |
| I.2 .Industrie d’assaisonnement.....                 | 3 |
| I.2.1.Mayonnaise.....                                | 3 |
| I.2.2.Vinaigrette.....                               | 3 |
| I.3.Industrie de concentrés de tomate.....           | 3 |
| I.4.Industrie des sucres (saccharose).....           | 3 |

### *CHAPITRE II : Caractéristiques rhéologiques*

|  |   |
|--|---|
| II. Caractéristiques rhéologiques.....   | 4 |
| II.1.Définition.....                     | 4 |
| II.2. Composantes de rhéologie.....      | 4 |
| II.2.1.Elasticité.....                   | 4 |
| II.2.2.Viscosité.....                    | 4 |
| a) Différents types de viscosité.....    | 5 |
| b) Facteurs affectant la viscosité ..... | 5 |

## *Partie pratique*

### *CHAPITRE I : Matériels et méthodes*

|   |   |
|---|---|
| I. Matériels et méthodes.....                     | 7 |
| I.1. Échantillons.....                            | 7 |
| I.2. Etude des caractéristiques rhéologiques..... | 7 |
| I.2.1. Viscosité.....                             | 7 |
| I.2.2 Consistance.....                            | 9 |

### *CHAPITRE II : Résultats et discussion*

|   |           |
|---|-----------|
| II. Résultats et discussions.....   | 12        |
| II.1.Détermination de la viscosité.....                                   | 12        |
| II.1.1. Détermination de la viscosité de huile de soja et tournesol ..... | 12        |
| II.1.2. Détermination de la viscosité pour le sucre liquide .....         | 19        |
| II.2. Détermination de la consistance.....                                | 23        |
| <b>Conclusion.....</b>  | <b>27</b> |

### **Références bibliographiques**

### **Glossaire**

### **Annexes**

### **Résumé**

## *Liste des abréviations*

**DAJ** : Direction des Affaires Juridiques.

**E** : Echantillon.

**EC1** : Ecart type de la visosité.

**EC2** : Ecart type du couple de torsion.

**FCE** : Forum Chef d'Entreprise.

**ISO**: International Organization of Standardization

**Labo** : Laboratoire.

**MAX** : Couple de torsion en pourcentage.

**RPM** : Nombre de Rotation par Minute.



## *Liste des figures*

| <b>Figures</b>       | <b>Titre</b>   | <b>page</b> |
|----------------------|--|-------------|
| <b>Figures N° 1</b>  | Photographie des deux types de viscosimètre smart utilisés.                                      | <b>10</b>   |
| <b>Figures N° 2</b>  | différents mobiles d'un viscosimètre rotatif.  | <b>11</b>   |
| <b>Figures N° 3</b>  | Photographie d'un consistomètre bostwick.  | <b>12</b>   |
| <b>Figures N° 4</b>  | photographies des différentes étapes de mesures de la consistance par un Consistometre bostwick. | <b>14</b>   |
| <b>Figures N° 5</b>  | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de « Cevital » pour E1.                               | <b>16</b>   |
| <b>Figures N° 6</b>  | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de laboratoire de l'université pour E1.               | <b>18</b>   |
| <b>Figures N° 7</b>  | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de « Cevital » pour E2.                               | <b>20</b>   |
| <b>Figures N° 8</b>  | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de laboratoire pour E2.                               | <b>21</b>   |
| <b>Figures N° 9</b>  | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de « Cevital » pour E3.                               | <b>23</b>   |
| <b>Figures N° 10</b> | Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de laboratoire pour E3.                               | <b>24</b>   |
| <b>Figures N° 11</b> | Résultats de la distance des différents échantions en fonction de temps.                         | <b>26</b>   |

*Listes des Figures en  
annexes*

| <b>Figures</b>      | <b>Titre</b>  | <b>Annexes</b> |
|---------------------|---|----------------|
| <b>Figures N° 1</b> | Organigramme du complexe « Cevital »                      | <b>2</b>       |
| <b>Figures N° 2</b> | Processus de raffinage chimique à chaud (Huile de soja)   | <b>3</b>       |
| <b>Figures N° 3</b> | Schéma du raffinage chimique à froid (Huile de tournesol) | <b>4</b>       |
| <b>Figures N° 4</b> | Schéma du processus de production de mayonnaise           | <b>5</b>       |
| <b>Figures N° 5</b> | Schéma du processus de production de sucre liquide        | <b>6</b>       |
| <b>Figures N° 6</b> | Schéma du processus de production de ketchup              | <b>7</b>       |
| <b>Figure N° 7</b>  | Schéma du Processus de fabrication de la vinaigrette      | <b>8</b>       |

*Liste des Tableaux en  
annexe*

| <b>Figures</b>       | <b>Titre</b>   | <b>annexe</b> |
|----------------------|--|---------------|
| <b>Tableaux I</b>    | Détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L1.      | <b>10</b>     |
| <b>Tableaux II</b>   | Détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L2.      | <b>11</b>     |
| <b>Tableaux III</b>  | Détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L3.      | <b>12</b>     |
| <b>Tableaux IV</b>   | Détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L4.      | <b>13</b>     |
| <b>Tableaux V</b>    | Détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L1  | <b>14</b>     |
| <b>Tableaux VI</b>   | Détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L2. | <b>15</b>     |
| <b>Tableaux VII</b>  | détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L3. | <b>16</b>     |
| <b>Tableaux VIII</b> | Détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L4. | <b>17</b>     |
| <b>Tableaux IX</b>   | Détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L1.     | <b>18</b>     |
| <b>Tableaux X</b>    | Détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L2.     | <b>19</b>     |
| <b>Tableaux XI</b>   | Détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L3.     | <b>20</b>     |
| <b>Tableaux XII</b>  | Détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L4.     | <b>21</b>     |
| <b>Tableaux XVI</b>  | Détermination de la consistance des échantillons                     | <b>22</b>     |

# *Introduction*

### Introduction

Les aliments sont des matériaux qui subissent constamment des modifications de forme, de taille, et de structure. Ils sont sensibles à la température, l'oxygène, etc.

Ils sont souvent étudiés que sous certains aspects (nutritionnels et biochimiques surtout) et on dédaigne souvent de mesurer les propriétés mécaniques. Pour ce faire on a coutume de mesurer les propriétés rhéologiques qui nous permet de prévoir ainsi leur comportement mécanique au cours des différents étapes de l'élaboration en industries agroalimentaires (Scher, 2010).

Les productions agroalimentaires jouent un rôle important dans l'économie et la croissance économique globale de l'Algérie. Tous les indicateurs révèlent une tendance à la croissance du secteur et à l'amélioration de sa productivité. Les acteurs des industries agroalimentaire (I.A.A.) contribuent à l'amélioration de la sécurité alimentaire en approvisionnant régulièrement le marché national en produits de base (pain, farine, semoule, lait, sucre, tomate industrielle, viandes et huiles alimentaires) (FCE, 2016).

L'essentiel de la production des huiles brutes transformées est issu des unités du groupe « Cevital » qui représente 75% de la production nationale. Le reste, soit 25%, est partagé entre les unités de Cogral (ENCG), Afia, Kouninef, Zinhor (Oum El-Bouaghi), Prolipos (Ain M'lila) (FCE, 2016)

Notre étude au sein de l'unité agroalimentaire «Cevital» a pour objectif de déterminer la viscosité de quelques produits tels que (huiles, mayonnaise, vinaigrette, ketchup, sucre liquide) par deux viscosimètres différents (Myr et Fungilab).

Le présent travail est subdivisé en deux parties:

✓ la première, est consacrée à des généralités sur certains produits alimentaires produits dans cette unité « Cevital » et leur **procès** de fabrication et ainsi qu'au caractère rhéologique des aliments.

✓ Dans la deuxième partie nous présentons les différentes manipulations effectuées pour déterminer la viscosité et la consistance. Nous terminerons par l'interprétation et discussion des différents résultats obtenus et enfin une conclusion.

*partie I*

## I. Généralités sur le secteur agroalimentaire

Le secteur de l'industrie agroalimentaire, constitue un maillon important du tissu industriel national des pays du fait du rôle important qu'il joue dans l'économie du pays. Ainsi, il contribue d'une façon efficace et durable à l'amélioration du PIB (*produit intérieur brut*) et à la résorption du chômage en pleine expansion. A cet effet, une attention particulière fut accordée à son développement par les pouvoirs publics à travers, notamment, l'adoption et la mise en application, au cours de ces dix dernières années, de différentes politiques et stratégies (**Khelifa et al., 2015**).

Une grande variété de mélanges est utilisée dans le monde de l'industrie alimentaire :

- ✓ Des poudres (sel, sucre...) qui ont un comportement de type granulaire sec .
- ✓ Des émulsions (vinaigrette, beurre...).
- ✓ Des suspensions (soupes, compotes...).
- ✓ D'autres mélange (yaourt, ketchup, moutarde...) (**Bennoit, 2009**).

### I.1. Différents type d'industrie alimentaire

#### I.1.1. Industrie des huiles alimentaires

Chaque huile possède une saveur, un parfum et une qualité nutritive spécifique qui nous permet de la valoriser. Les huiles alimentaires végétales sont donc, des aliments importants qui apportent chacune des nutriments très bénéfiques à la santé humaine (**Labouret, 2016**). Les huiles alimentaires d'origine végétale sont obtenues par extraction des grains oléagineux (sésame, soja, colza, tournesol, arachide, etc) ou de fruits oléagineux comme l'huile de coprah, olive, palme (**Uzzan, 1984**), elles sont fluides à température de 15°C (**D.A.J, 2005**), sont utilisées principalement comme huiles de table, huiles et graisses de friture, pour la préparation des margarines et des graisses émulsionnables (Shortenings) (**Cheftel et Cheftel, 1977**).

Il existe une panoplie d'huiles alimentaires d'origine végétale très utilisées et très appréciées par le consommateur parmi elles :

#### ✓ Huile de tournesol

L'huile de tournesol est extraite à partir des grains de tournesol, qui se caractérisent par une teneur élevée en huile (40 à 50%), c'est une huile très riche en triglycérides et d'autres substances rassemblées dans la fraction insaponifiable, appelée aussi « composés mineurs» (**Delplanque et al., 2000**).

Seule ou combinée à d'autres, elle est capable de répondre à de nombreuses exigences du secteur agro-alimentaire. Elle est le plus souvent utilisée comme huile de table pure ou en mélange ainsi que pour la fabrication des sauces, des margarines (**Ayerdi, 2008**)

✓ **Huile de Soja**

C'est une huile extraite des grains de soja, utilisée pour la fabrication d'un grand nombre de produits divers, y compris les mayonnaises, les crèmes à café, la margarine, les pâtes à tartiner et les sauces à salade (**Wang, 2011**).

## **I.1.2. Industrie d'assaisonnement**

### **I.1.2.1. Mayonnaise**

Une mayonnaise est une émulsion huile dans l'eau stabilisée par les lipoprotéines du jaune d'œuf. La mayonnaise commerciale contient d'habitude 77 à 82% d'huile, du jaune d'œuf du vinaigre du sel et de la moutarde ou d'autres épices. L'huile contribue aux propriétés rhéologiques du produit (**Graille J, 2003**).

### **I.1.2.2. Vinaigrette**

Est une sauce condimentaire fluide à base d'huile (s) végétale (s) et de vinaigre (s) de fermentation d'origine agricole. Eventuellement complétée d'autres ingrédients (**Karleskind A, 1992**).

### **I.1.3. Industrie de concentrés de tomate**

Le Tomato Ketchup est une sauce condimentaire homogène obtenue d'une part des tomates propres, saines et mûres, desquelles ont été enlevées la peau et les pépins ou d'autre part de produits dérivés de la tomate y compris le concentré additionné de vinaigre, de sucre, de sel et d'ingrédients aromatiques et leurs extraits tels oignons, épices et les additifs autorisés (**Anderson, 1991**).

### **I.1.4. Industrie des sucreries (saccharose)**

Est un sucré raffiné concentré fabriqué à partir du sirop décoloré issu après déminéralisation, ou bien par dissolution du sucre raffiné cristallisé dans de l'eau (**ICMSFS, 1998; Chi Chou, 2000**)



*partieII*

## II. Caractéristiques rhéologiques

Habituellement, un produit alimentaire est étudié surtout sous ses aspects nutritionnels, d'une part et biochimiques, d'autre part, on oublie assez souvent qu'il est aussi un matériau sur lequel il peut être intéressant de mesurer des propriétés mécaniques par des mesures rhéologiques, qui étudient la réponse d'un aliment soumis à une contrainte (**Macosko, 1994 ; Scher, 2010**).

### II.1. Définition

La rhéologie, du grec « rhé » veut dire couler est la branche de la physique qui étudie les phénomènes de déformation d'écoulement et de la fluidité d'une matière sous l'influence des contraintes (mécaniques et / ou thermiques) (**Barbosa-Ca'novas et al., 1996 ; Couarraze et Grossiord, 2000 ; Coussot et Grossiord, 2001**).

Les sciences alimentaires font appel à la rhéologie pour déterminer la consistance des différents produits. Elle comprend principalement deux composantes : l'élasticité (la souplesse, la rigidité) et la viscosité (**Vignola, 2002**).

### II.2. Composantes de rhéologie

Le terme consistance, comprend la dureté, viscosité, plasticité, élasticité, extensibilité, résistance au brisement, etc. C'est aussi l'ensemble des sensations résultantes de la stimulation des récepteurs mécaniques et tactiles, situés essentiellement dans la cavité buccale et qui varient en fonction de la texture du produit (**Beau, 1950 et Bourne, 2002**).

#### II.2.1. Elasticité

Tendance d'un corps à reprendre la forme et les dimensions qu'il avait avant d'être soumis à une contrainte, lorsqu'on supprime cette contrainte (**Perso, 1969**).

#### II.2.2. Viscosité

La viscosité est un paramètre important de la qualité de la plupart des produits. C'est une grandeur physique qui exprime la capacité d'un corps à s'opposer au cisaillement.

Mais on parle surtout de viscosité en abordant un fluide. On dira alors qu'elle exprime la résistance d'un liquide à l'écoulement uniforme et sans turbulence. La connaissance de la viscosité est capitale. Si elle peut être négligée à très basses vitesses, sa présence se fait remarquer d'autant plus à des vitesses conséquentes (**Gorlier et Germain, 1998**).

### a) Différents types de viscosité

Il existe deux types de viscosité :

#### ➤ Viscosité dynamique

Appelée également apparente, c'est le rapport entre la contrainte de cisaillement sur le taux de cisaillement (**Gorlier et Germain, 1998**).

#### ➤ Viscosité cinématique

C'est le quotient de la viscosité dynamique par la masse volumique du fluide (**Gorlier et Germain, 1998**).

### b) Facteurs affectant la viscosité

Il existe différentes variables qui affectent les propriétés rhéologiques des produits :

#### ➤ Température

La température est sans doute le facteur le plus influent, à toucher le comportement rhéologique. L'effet de la température sur la viscosité est essentiel, notamment sur des fluides. Une élévation de la température du fluide de 1°C peut varier jusqu'à 10% de la valeur de la viscosité (**Tabilo-Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005** et **Stefan et Kocevski, 2013**).

#### ➤ Gradient de vitesse et force de cisaillement

Le fluide est soumis à une certaine force de cisaillement, il peut en être affecté et le gradient de vitesse décrira ce phénomène. Il faut donc connaître sa viscosité aux forces de cisaillement appliquées (**Tabilo-Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005**).

#### ➤ Conditions de mesure

Les conditions de mesure pendant la détermination de la viscosité peuvent avoir un effet considérable sur les résultats de cette mesure. Par conséquent, il est important de contrôler l'environnement ainsi que les conditions des échantillons à analyser.

Certaines variables à l'instar le type de viscosimètre, la combinaison mobile/vitesse, le moyen de mesure (bécher), l'absence ou la présence de protecteur des mobiles, la température de l'échantillon, les techniques de préparation etc. peuvent affecter non seulement la précision de la lecture, mais également la valeur finale de la viscosité (**Tabilo-Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005**).

#### ➤ Temps

Pour des fluides thixotropes et rhéopectiques et lors d'un quelconque mouvement du fluide, plus le temps passe et plus le fluide verra sa viscosité évoluée (**Tabilo-Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005**).

➤ **Historique de l'échantillon**

L'historique de l'échantillon avant la détermination de la viscosité peut toucher la signification des résultats, tout particulièrement les fluides sensibles à la chaleur ou au temps qui passe (**Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005**).

➤ **Composition et additifs**

La composition de l'échantillon est un facteur déterminant, si sa composition est modifiée, un changement important dans la viscosité peut être observée (**Dealy et Wang, 2013**).

*Matériel et*  
Méthodes

### I. Matériel et méthodes

Cette étude a été effectuée en niveau du complexe industriel agroalimentaire « Cevital » Bejaia et au niveau du laboratoire biophysique de l'université Abderrahmane Mira Bejaïa. Elle est portée sur l'étude des propriétés rhéologiques de quelques produits alimentaires de l'unité « Cevital » à l'instar la viscosité et la consistance.

#### I.1. Échantillons

Les échantillons à analyser proviennent de l'unité « Cevital » (mayonnaise, huile, ketchup, vinaigrette et sucre liquide) mais également des produits d'autres firmes qu'on nommera E5, E7 et E9.

#### I.2. Etude des caractéristiques rhéologiques

Dans cette étude les propriétés rhéologiques analysées est principalement la viscosité et la consistance.

##### I.2.1. Viscosité

###### ✓ Principe

Elle est mesurée par le biais d'un viscosimètre rotatif modèle SMART, qui détermine la viscosité d'un fluide a un gradient de vitesse donné.

Le principe de fonctionnement consiste à appliquer une force de mouvement exercé sur un axe central qui est un mobile de taille fixe à vitesse constante. La plage de mesure est déterminée par la vitesse de rotation du mobile, la taille et la forme du mobile, couple torsion du ressort calibré.

La résistance au mouvement de rotation du mobile est enregistrée à l'aide d'un ressort spirale interne puis convertis en unité viscosimétrique centi-poise ou (milli-pascal seconde) **(Decodts et Flamarion, 1985)**.



**a :** Viscosimètre Fungilab



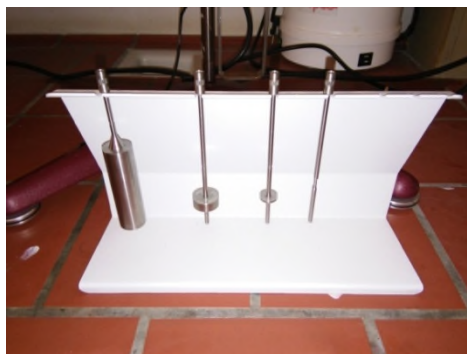
**b :** Viscosimètre Myr

**Figure N°1 :** Photographie des deux types de viscosimètre smart utilisés.

Pour ne pas dépasser la gamme de torsion du ressort, il est indispensable de sélectionner la vitesse idéale ainsi que le mobile le plus approprié.

Dans cette étude, la vitesse de rotation a été choisie selon le domaine du pourcentage de fiabilité (15 et 95%).

Afin de choisir le mobile, des mesures ont été effectuées. Quatre séries de mesure avec chaque mobile dans un seul essai (on a 3 essais).



**Figure N°2 :** Différents mobiles d'un viscosimètre rotatif.

### Mode opératoire

L'analyse de la viscosité de l'échantillon s'effectue en plusieurs étapes énumérées comme suit :

- ✓ Placer le mobile ainsi que son protecteur sur la partie tournante ;
- ✓ Sélectionner le mobile idéal (L1, L2, L3 ou bien L4), la vitesse de rotation (de 100 jusqu'à 0.3 tour/minute) ainsi que la densité ;
- ✓ Mettre l'échantillon à tester (huiles, sucre liquide, ou vinaigrette) dans un bécher de 600 ml ;
- ✓ Vérifier la température de l'échantillon à analyser (24 – 26°C) ;
- ✓ Insérer et centrer le mobile dans le produit à tester jusqu'à ce que le niveau de fluide atteigne le repère pratiqué sur la tige.
- ✓ Lire la valeur de viscosité affichée sur l'écran.

### I.2.2 Consistance

#### ✓ Principe

La consistance d'un produit est déterminée, en évaluant sa résistance à l'écoulement dans des conditions spécifiques et pendant une durée bien déterminée. Elle est mesurée à l'aide d'un matériel appelé consistomètre de Bostwick (**Manuelle de consistomètre**)



a) : Photographie du haut.



b) : Photographie de profil

**FigureN°3** : Photographie d'un consistomètre bostwick.



### Mode opératoire

L'analyse de la consistance de l'échantillon s'effectue en plusieurs étapes énumérées comme suit :

#### a) Etape 1

- ✓ Positionner l'appareil suivant un angle d'inclinaison le plus correct ;
- ✓ Localisez les deux vis à l'arrière de l'appareil. Ces deux vis doivent être ajustées pour monter ou descendre les deux côtés de l'appareil comme illustré sur la figure N°4a ;
- ✓ Ajustez les deux vis jusqu'à ce que la bulle du niveau à bulle placé sur le devant de l'appareil soit centrée. (figure N°4b).

#### b) Etape 2

- ✓ Fermer la porte du compartiment à échantillon à analyser en la poussant vers le bas, en la maintenant en position basse, lever le bras de levier aussi haut que possible ;
- ✓ La porte du compartiment est alors dans sa position Armée. (figure N°4c).

#### c) Etape 3

- ✓ Versez l'échantillon à analyser dans le compartiment (figure N°4d) ;
- ✓ Remplir le réservoir jusqu'à la limite supérieure de la porte (figure N°4e) ;
- ✓ Eliminer l'excédant à l'aide d'une spatule ;
- ✓ Maintenir la température constante (généralement à 20°C) pendant plusieurs heures avant l'essai.

#### d) Etape 4

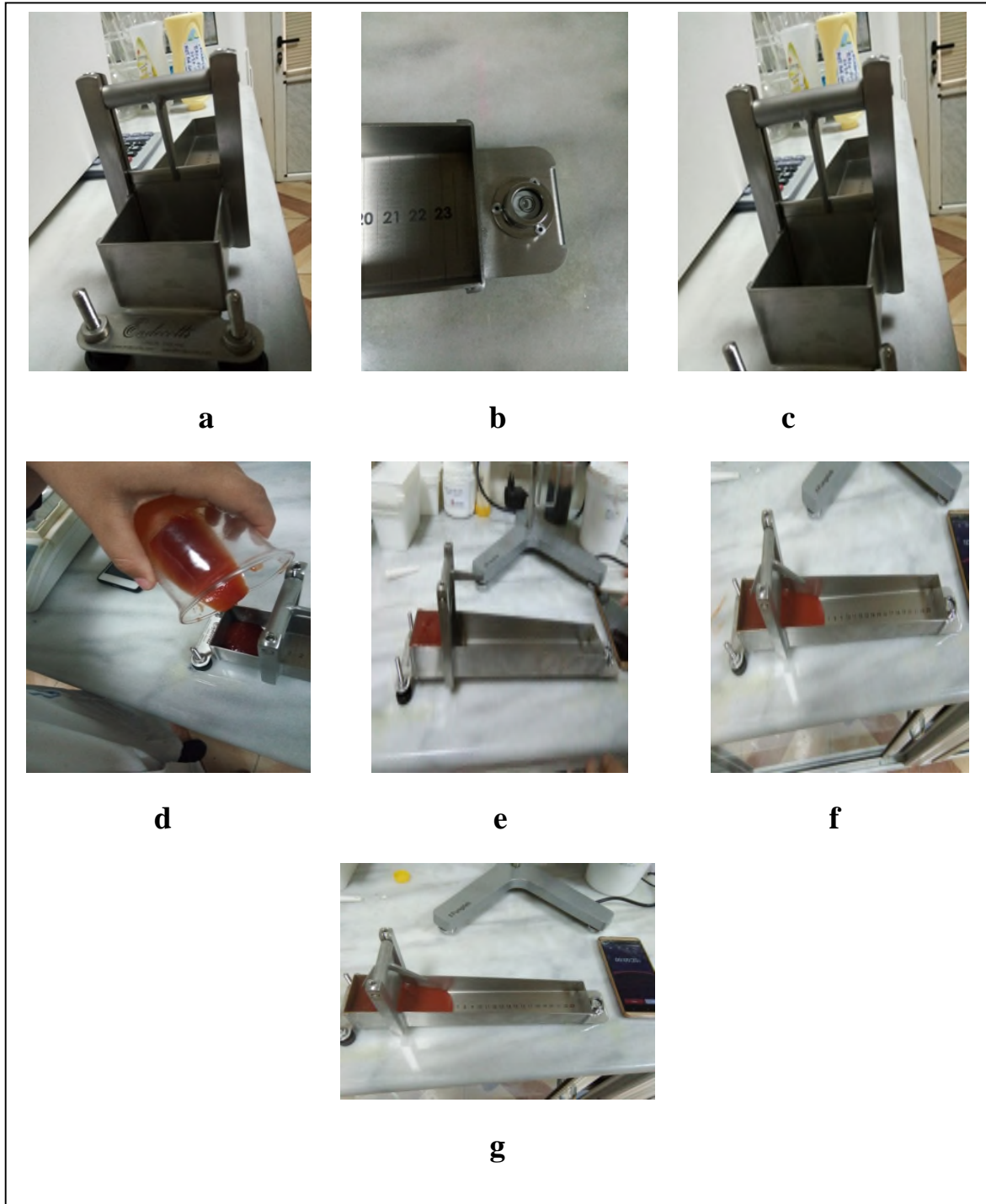
- ✓ Libérez l'échantillon à tester en pressant vers le bas du levier ;
- ✓ Laissez s'écouler le produit de long de la pente pendant un certains temps (30 sec, 60sec, 120 sec). (figure N°4f).

#### E) Etape 5

- ✓ Examinez la distance parcourue par l'échantillon à analyser le long de la pente ;
- ✓ La pente est munie de graduations indiquant la distance parcourue en centimètres (figure N°4g).
- ✓ la valeur obtenue est considérée comme étant la consistance de l'échantillon.

**Remarque**

Le Consistomètre de Bostwick doit être sec avant son utilisation. En effet l'eau diminue le coefficient de friction de l'appareil ce qui peut entrainer des erreurs de mesure.



**Figure N°4:** Photographies des différentes étapes de mesures de la consistance par un Consistomètre bostwick.

*Résultats*  
*Et*  
*Discussions*

## I. Résultats et discussion

### I.1. Détermination de la viscosité

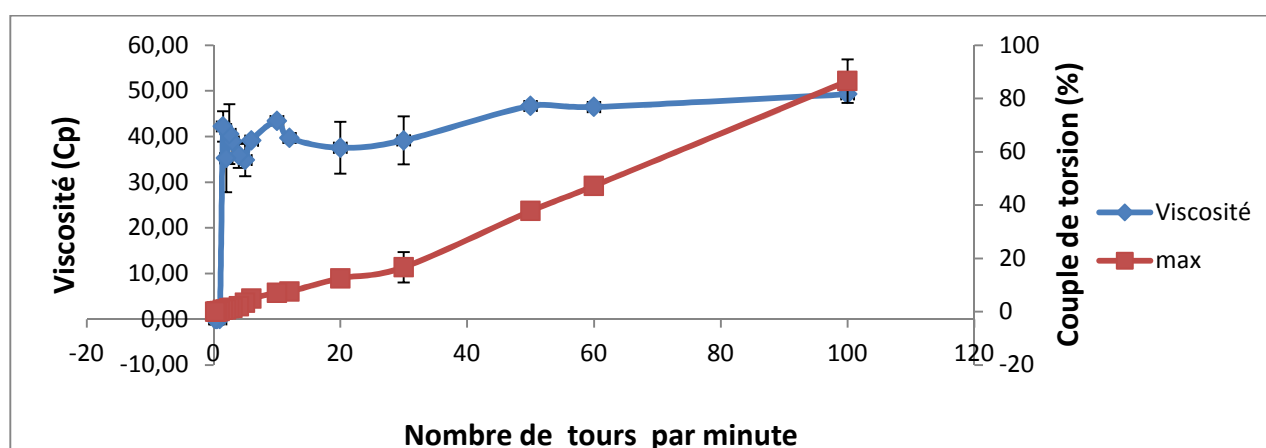
Les résultats obtenus de la détermination de la viscosité des échantillons testés avec les différents mobiles avec deux viscosimètres ; viscosimètre SMART (Fungilab) et viscosimètre SMART (Myr) sont représentés comme suit :

#### I.1.1. Détermination de la Viscosité des échantillons (huile de soja et de tournesol)

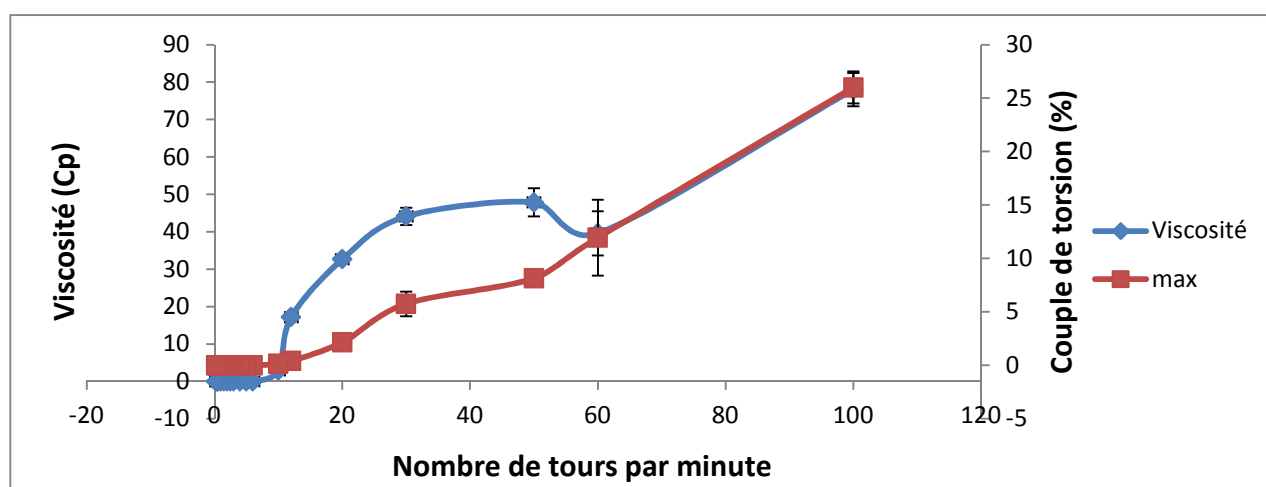
Les valeurs de la viscosité des produits avec les différents mobiles sont représentés dans les figures N°5 et N° 6.

Toutes les données représentent la moyenne des trois essais

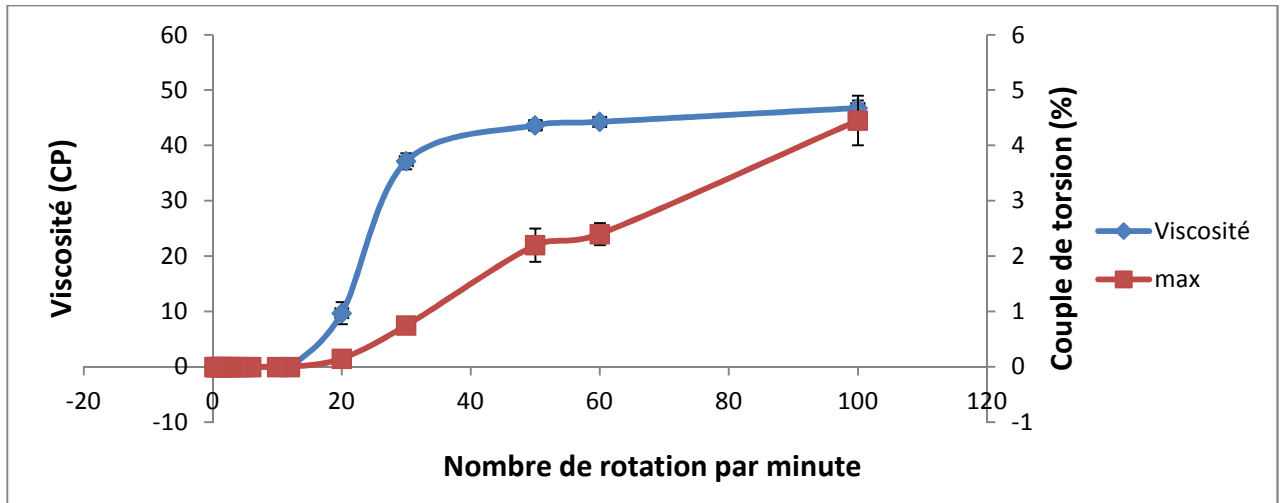
##### a) Résultats de la viscosité au niveau de Cevaltal



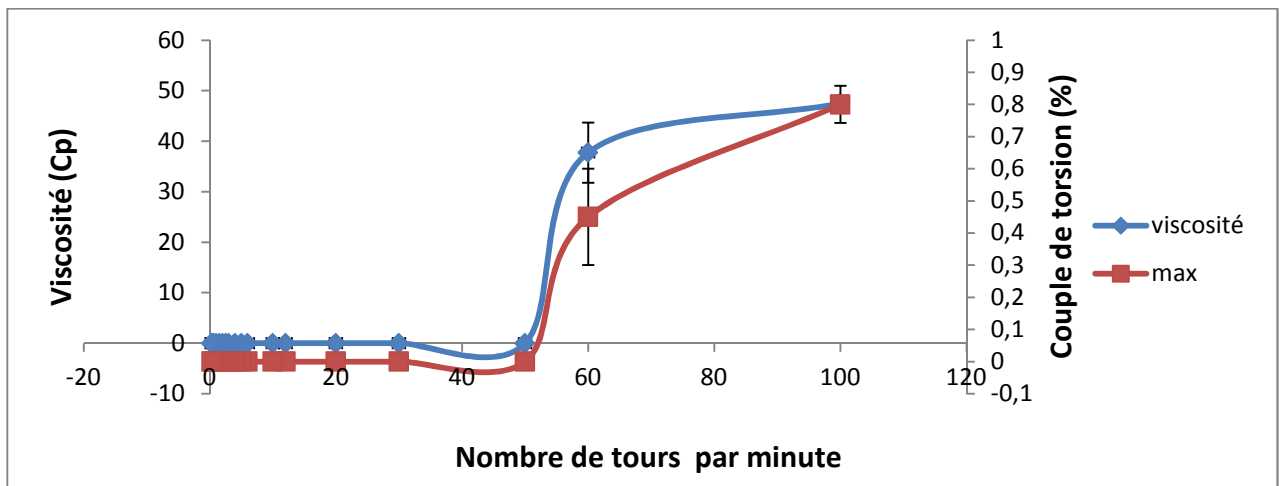
L1



L2



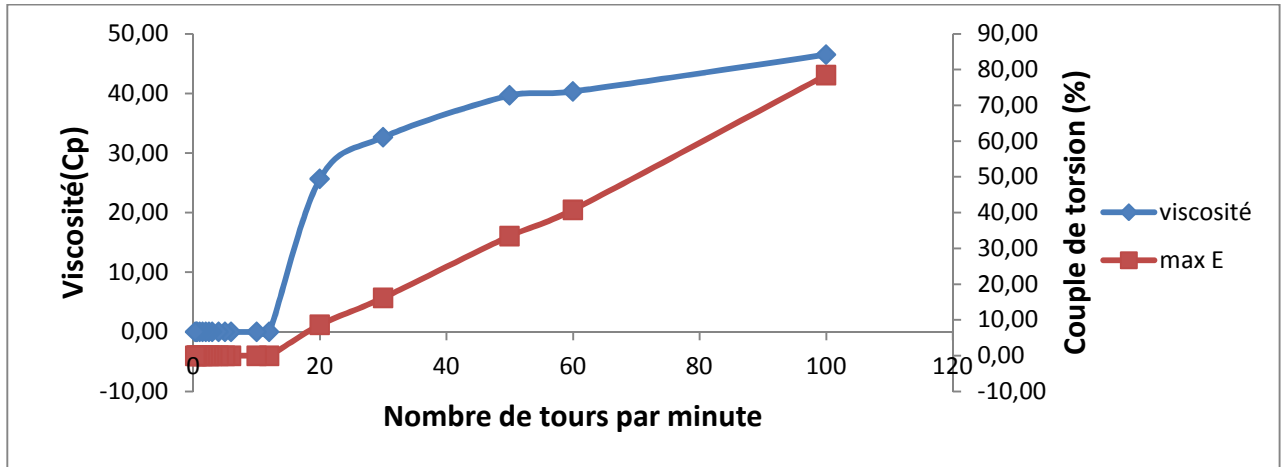
L3



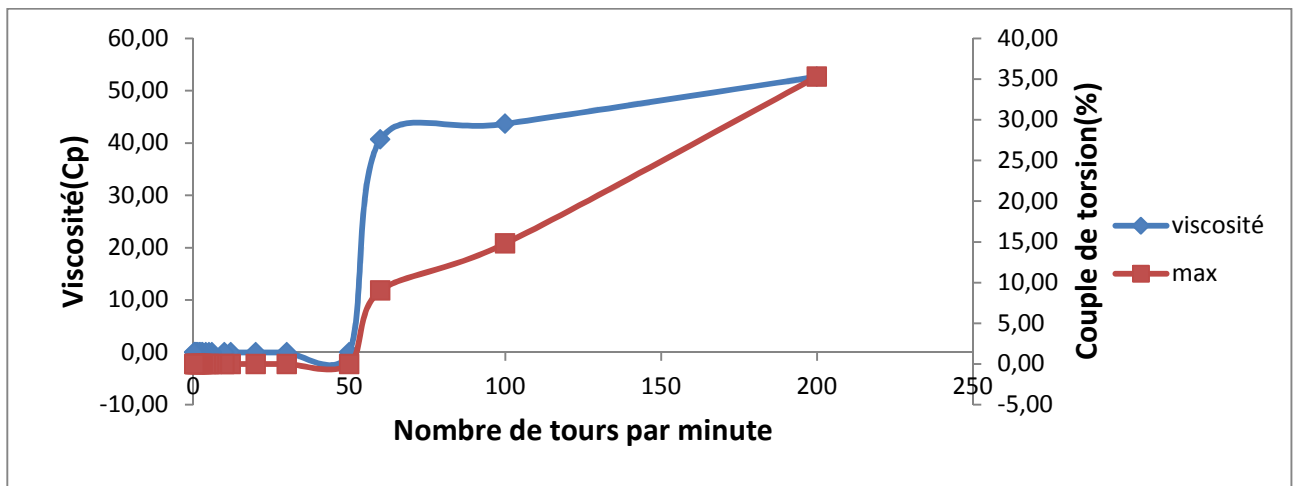
L4

Figure N°5 : Valeurs de la viscosité obtenues au Cevital pour huile de soja.

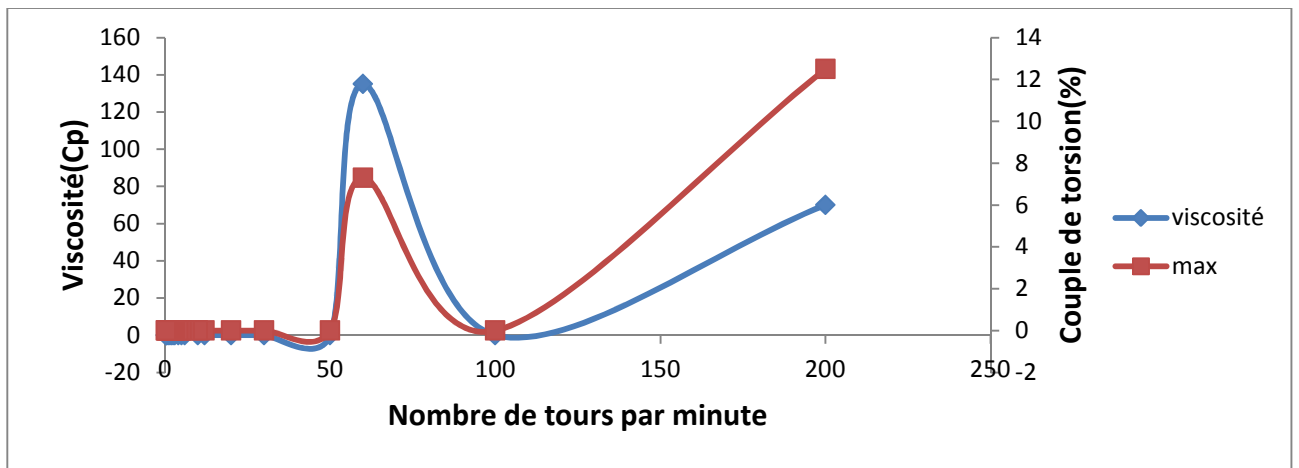
b) Résultats de la viscosité au laboratoire de l'université



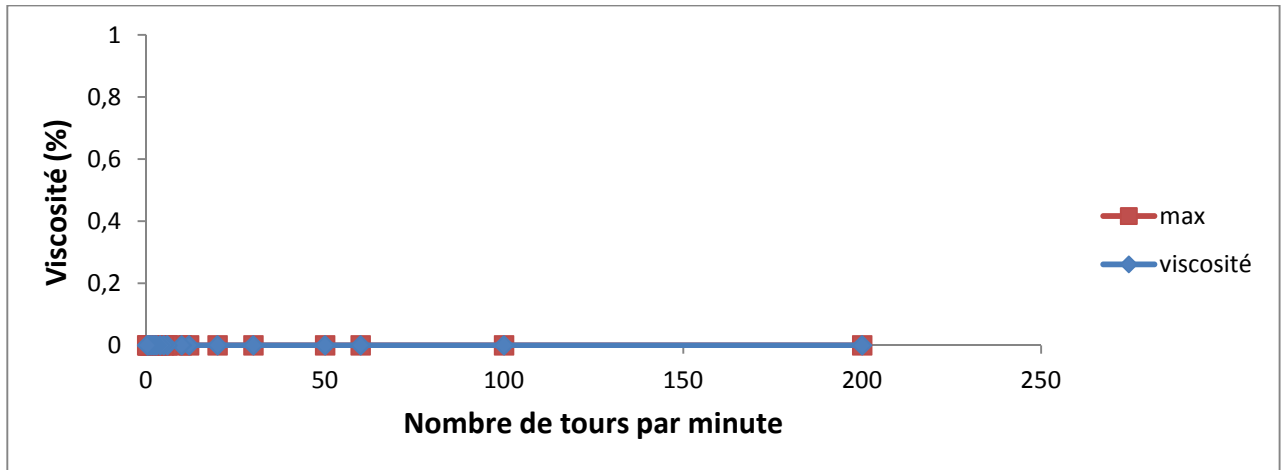
L1



L2



L3



L4

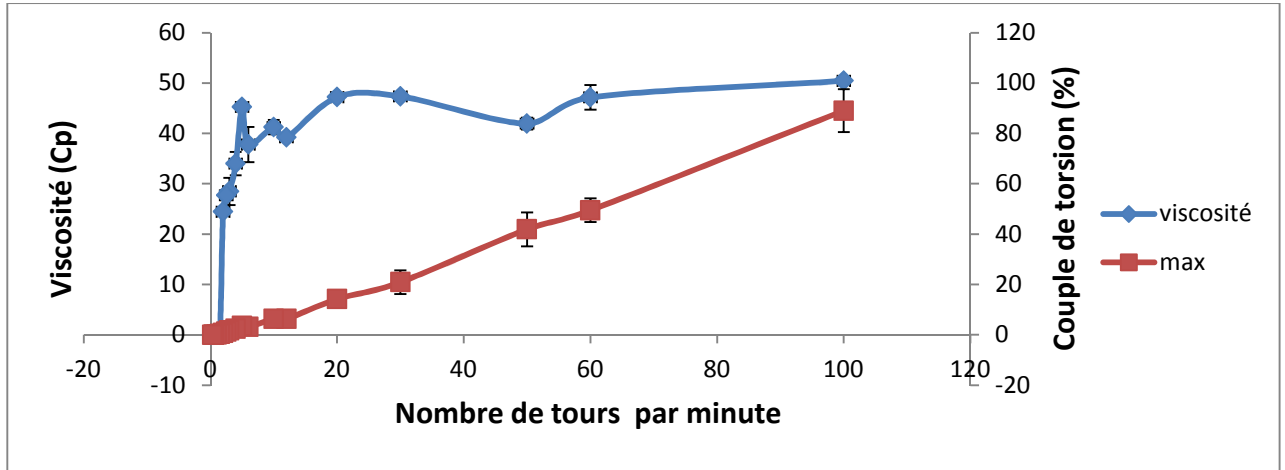
**Figure N°6 :** Valeurs de la viscosité obtenues au laboratoire de l’université pour huile de soja .

Les opérateurs sont souvent confrontés à l’estimation de la fluidité ou de la consistance d’un produit. La grandeur rhéologique généralement retenue pour transcrire cette propriété est la viscosité.

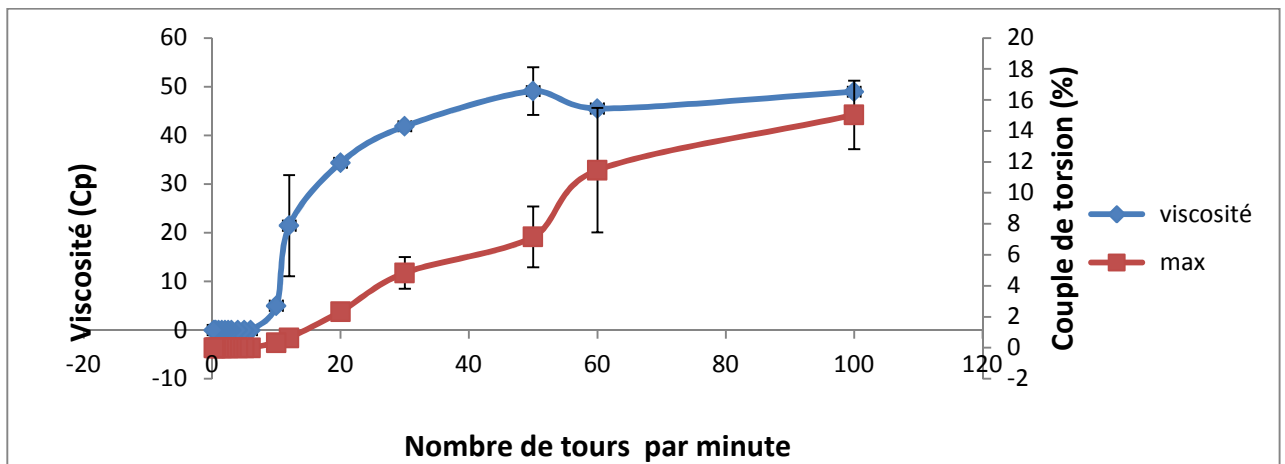
D’après les figures (5 et 6), On remarque une variation des résultats entre les deux viscosimètres utilisés, une certaine stabilité de la viscosité pour huile de soja avec le viscosimètre (V1) et les mobiles (L1, L2, L3) entre 100 à 30tr/mn, avec une diminution de couple de torsion en fonction de RPM, en contre partie cette stabilité à était aperçu uniquement avec les mobiles L1 et L2 avec le viscosimètre (V2) dans les deux échantillons analysés.



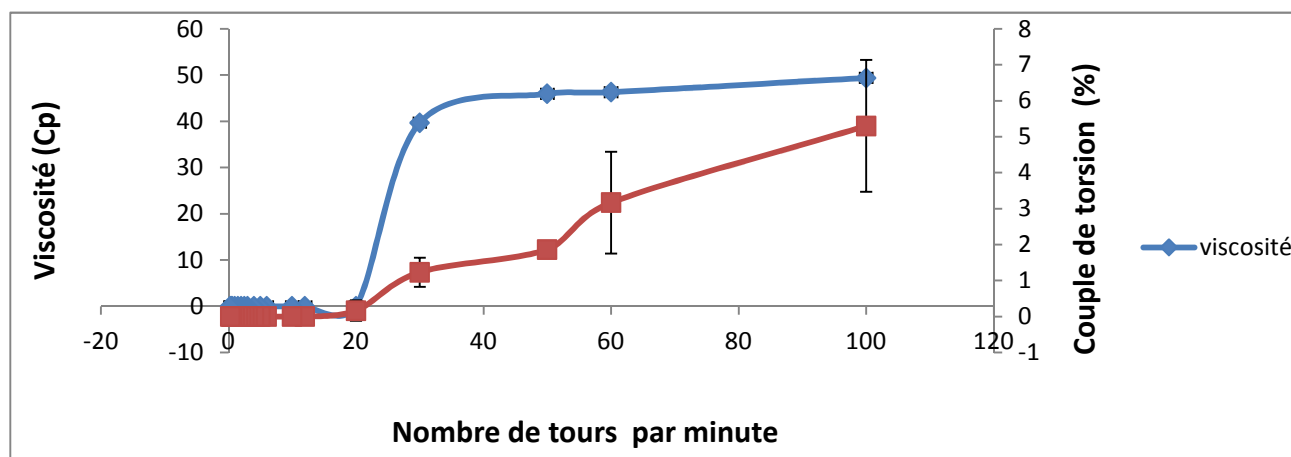
c) Résultats de la viscosité au niveau de Cevital (E2)



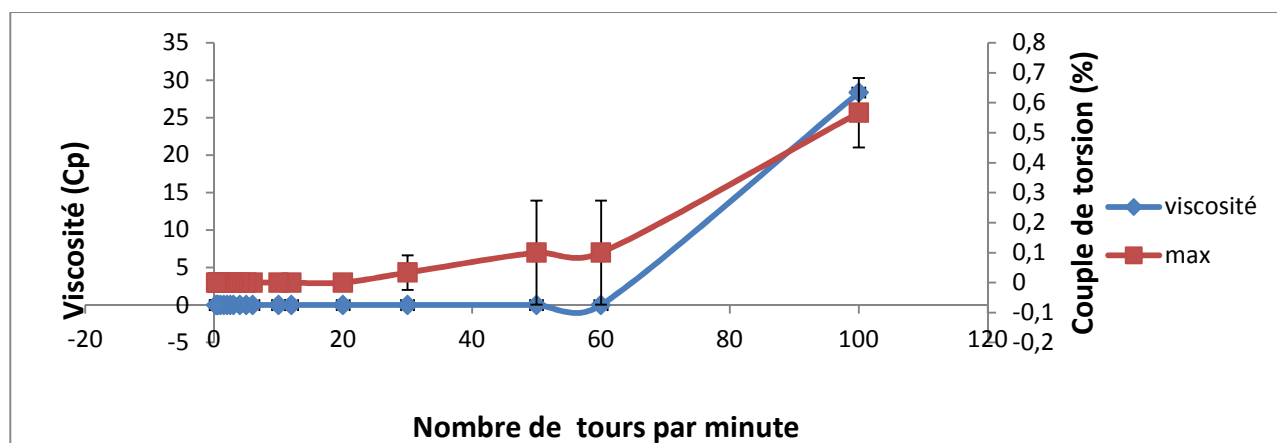
L1



L2



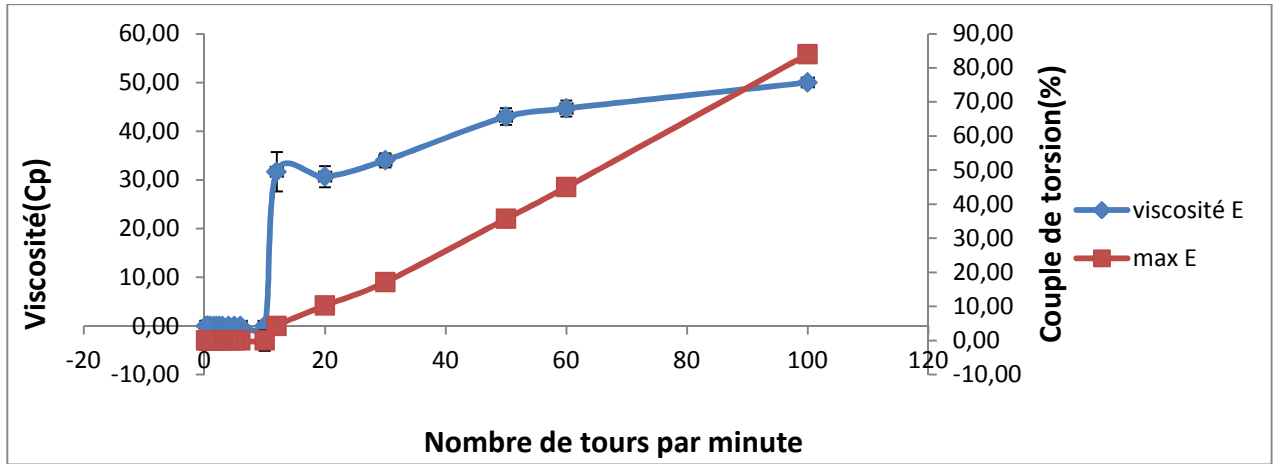
L3



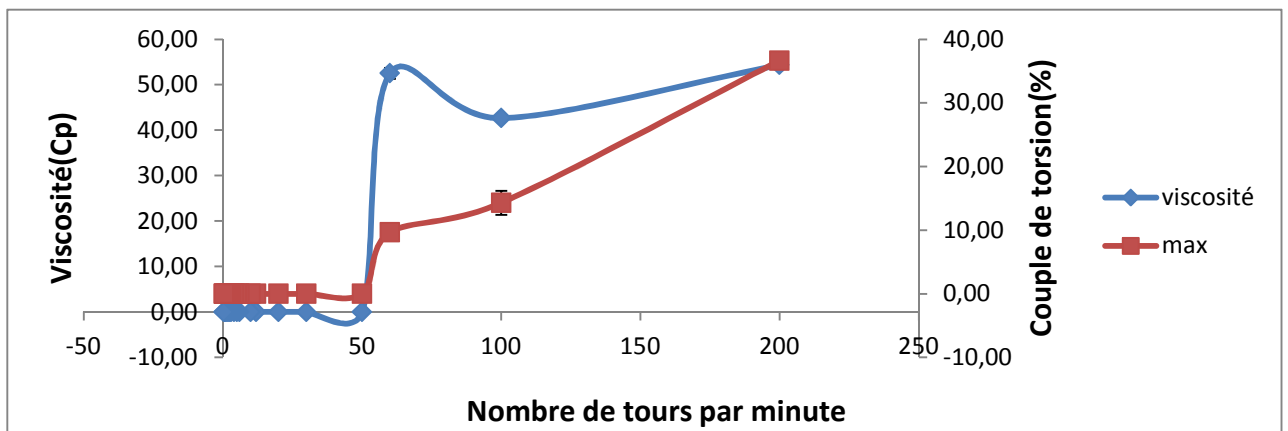
L4

Figure N°7 : Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de Cevital pour huile de tournesol.

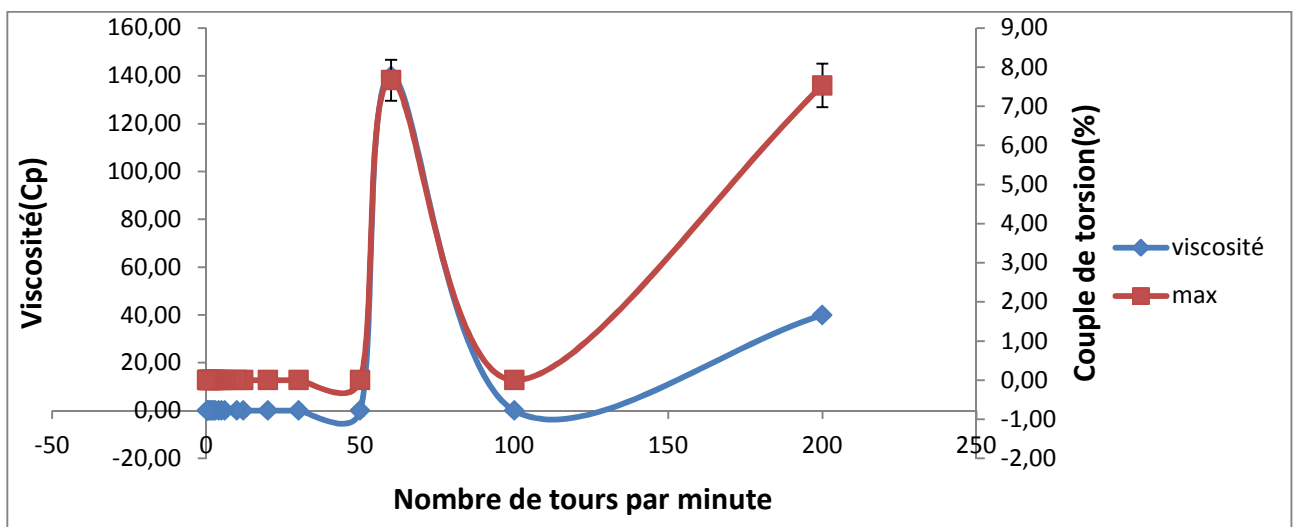
d) Résultats de la viscosité au laboratoire de l'université (E2)



L1



L2



L3

**Figure N°8** : Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de laboratoire de l'université pour huile de tournesol.

D'après les figures (7et 8), une variation des résultats entre les deux viscosimètres utilisés, une certaine stabilité de la viscosité pour huile de tournesol avec le viscosimètre (V1) et les mobiles (L1, L2, L3) entre 100 à 30tr/mn, avec une diminution de couple de torsion en fonction de RPM, en contre partie cette stabilité à était aperçu uniquement avec les mobiles L1 et L2 avec viscosimètre (V2) dans les deux échantillons analysés.

Cette fluctuation peut être expliquée par l'influence du type de viscosimètre et la précision des appareils mobile/vitesse sur la mesure de la viscosité.

Les huiles alimentaires végétales (soja et tournesol), d'après **Rao (1999)**, les huiles végétales ont un comportement newtonien, et selon **Millet et ses collaborateurs (2010)**, un corps newtonien est un liquide qui présente une viscosité constante (quelque soit la vitesse de cisaillement ou la contrainte appliquée), dans ce cas seule la température peut affecter la viscosité.

Pour vérifier la fiabilité des résultats, trois conditions doivent être considérées :

**Couple de torsion** : La lecture de couple doit être comprise entre 15% et 95% en fonction de type du produit, il est vivement conseillé qu'elle soit supérieure à 50%.

**Mobile** : Diminution du numéro de mobile → augmentation de la précision.

**RPM** : Augmentation de RPM → augmentation de la précision.

Par conséquent, selon les conditions établies, seules les valeurs du mobile L1 à vitesse 100tr/min sont prises en considération, des deux viscosimètres pour les deux huiles dont les résultats sont comme suit :

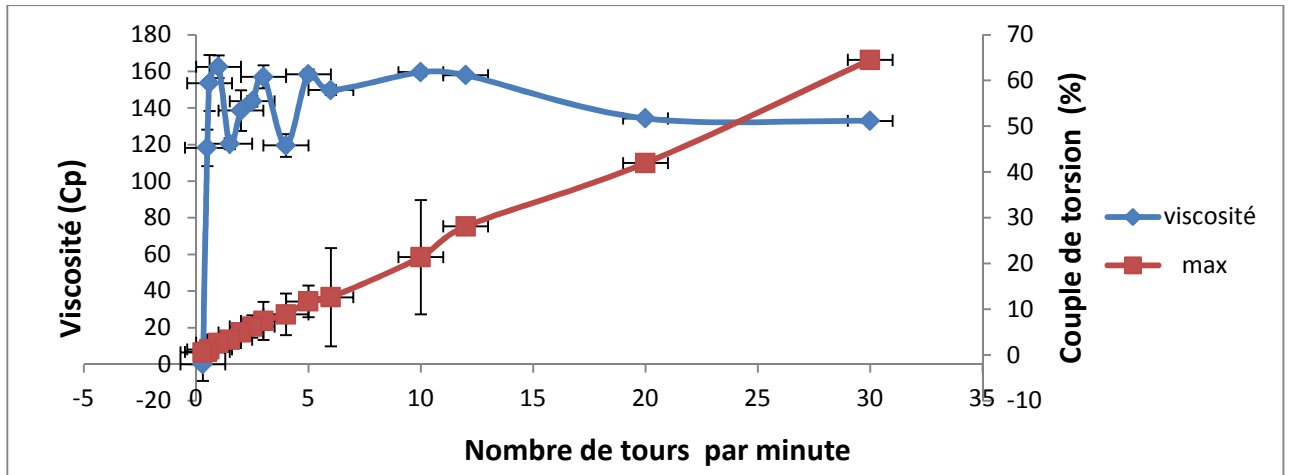
- ✓ Pour huile de soja: viscosimètre Fungilab : 49,25 Cp et pour le viscosimètre Myr : 45 ,66 Cp
- ✓ Pour huile de tournesol : viscosimètre Fungilab : 50 ,45 Cp et pour le viscosimètre Myr : 50 ,00 Cp.

Par contre les résultats obtenus avec les autres mobiles (L2 ; L3; L4) sont écartés.

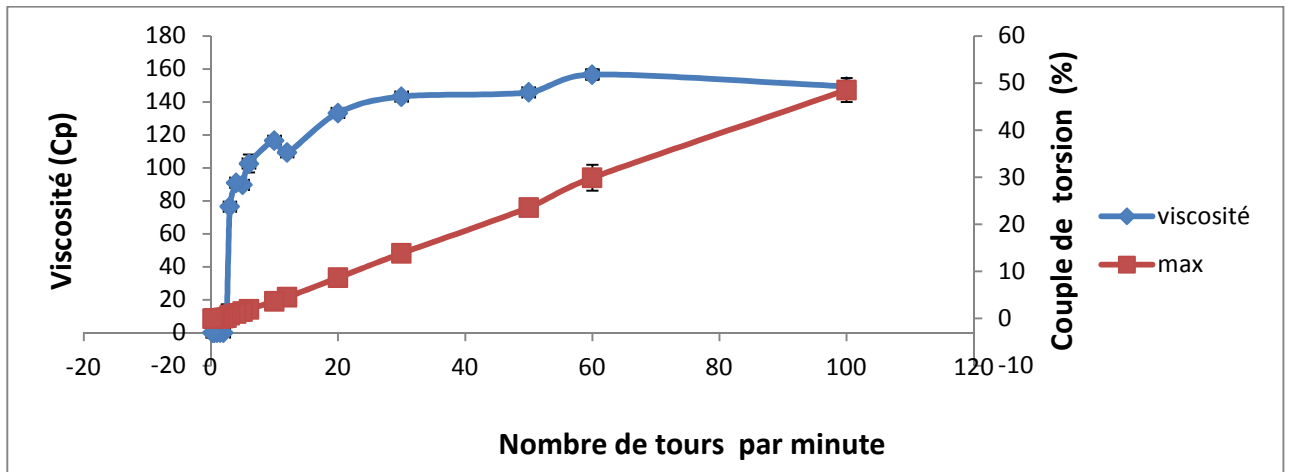
### I.1.2. Détermination de la Viscosité pour le sucre liquide

Les résultats de la viscosité sont représentés ci-après :

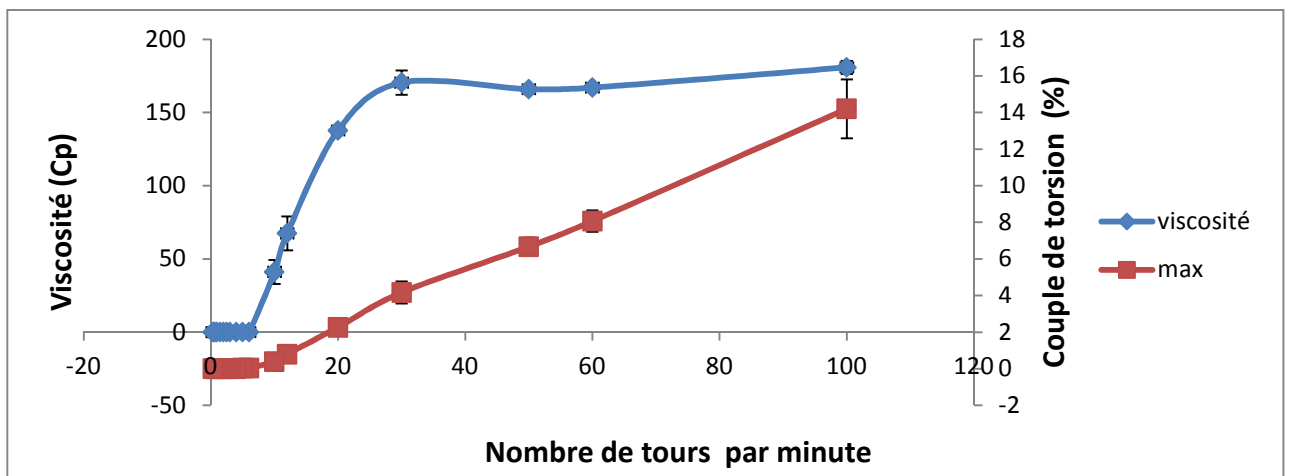
e) Résultats de la viscosité au niveau de « Cevital »



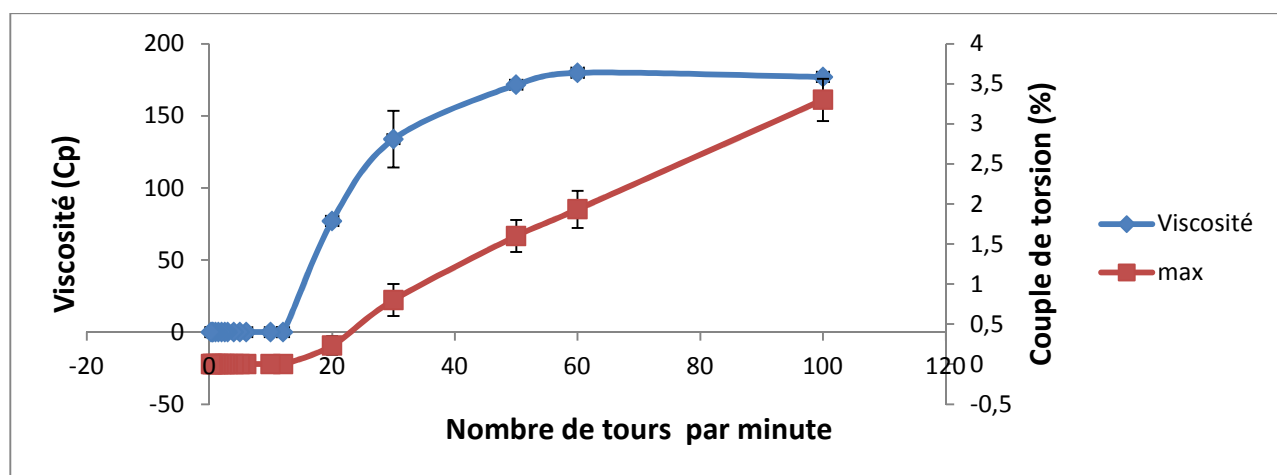
L1



L2



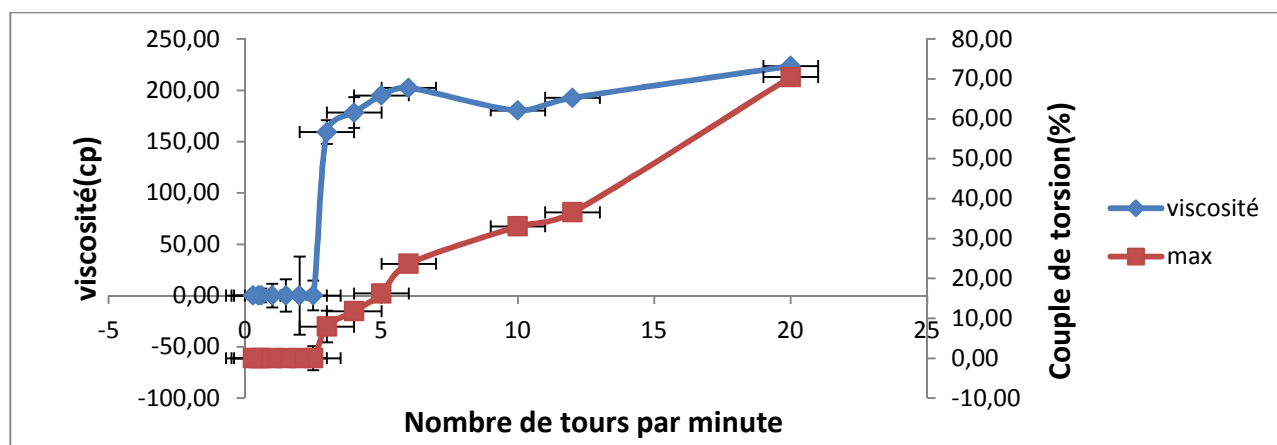
L3



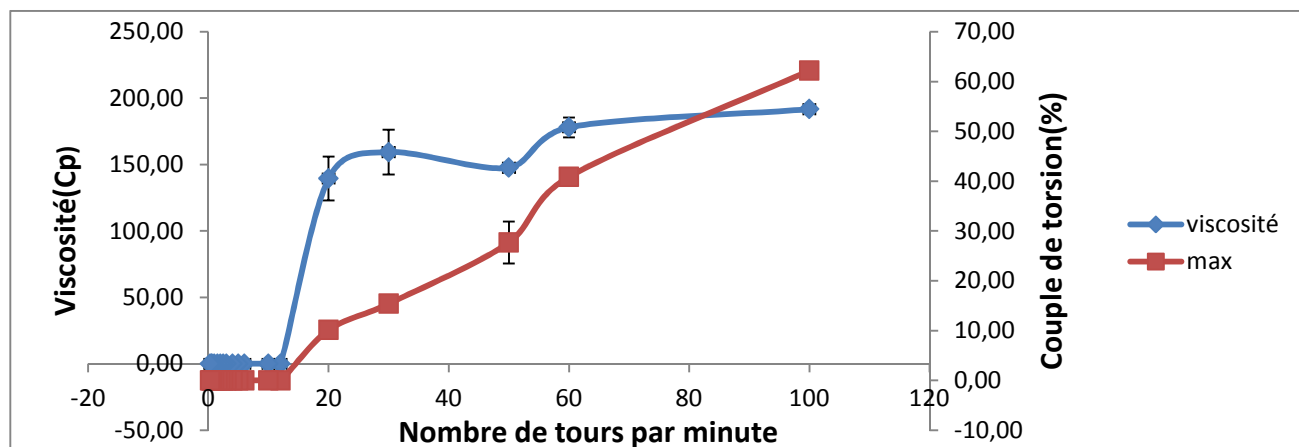
L4

Figure N°9 : Valeurs de la viscosité obtenues au niveau de Cevital pour le sure liquide .

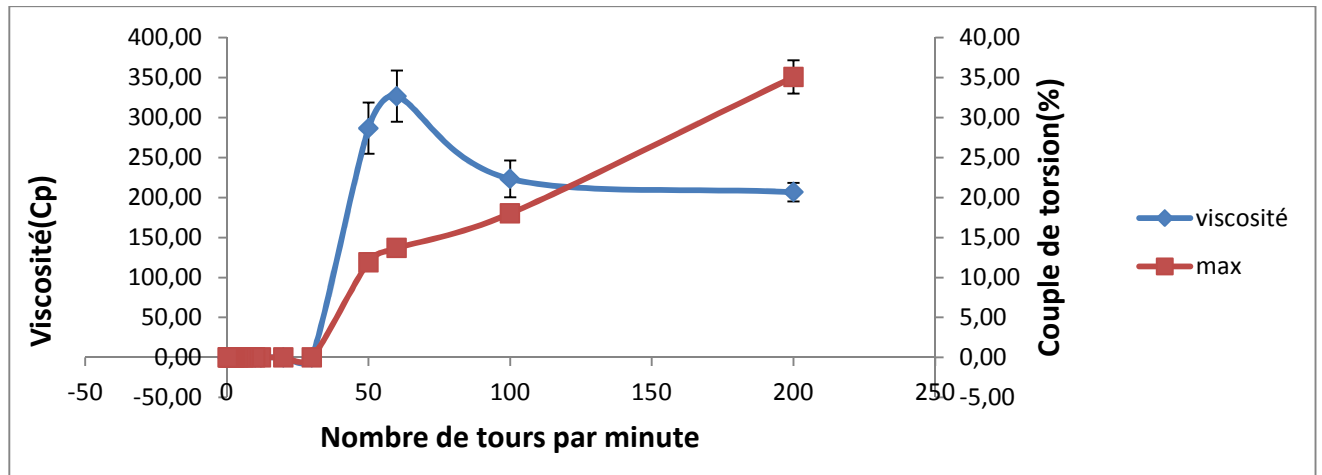
f) Résultats de la viscosité au laboratoire de l'université



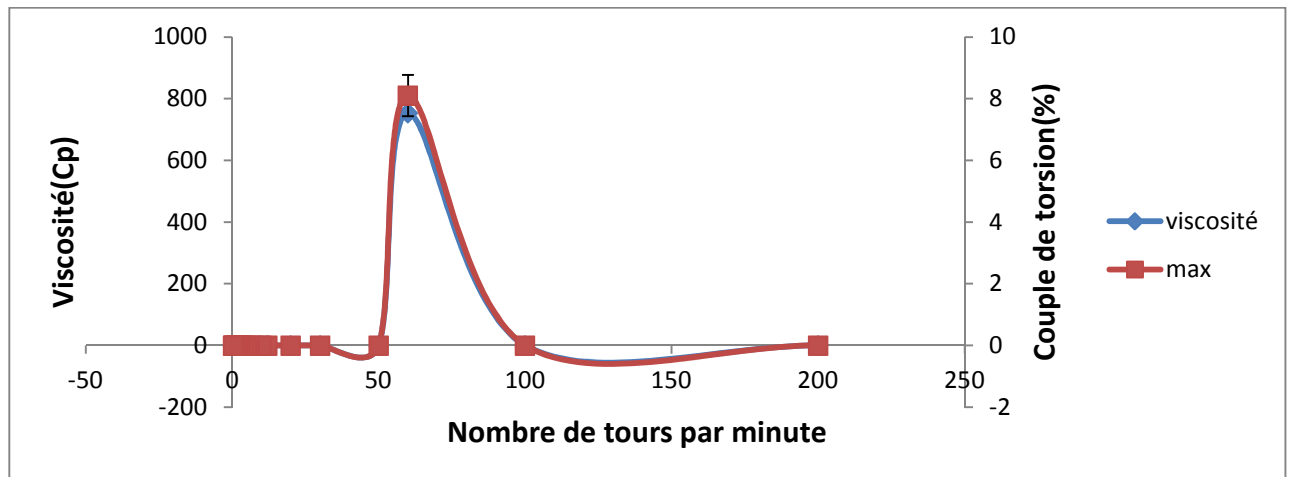
L1



L2



L3



L4

Figure N° 10 : valeurs de la viscosité obtenues au laboratoire pour le sucre liquide .

Les résultats de la détermination de la viscosité de sucre liquide sont représentés sous forme de graphes comme suit :

Les résultats obtenus (figure N° 9) représentent la viscosité de sucre liquide avec le viscosimètre V1, ils énoncent, une variation de la viscosité avec une stabilité observée pour le mobile L1 et L2 et une diminution de couple de torsion en fonction de RPM dans l'intervalle (30 -10tr/min), (100 - 50 tr/min) respectivement, au-delà de ces valeurs une chute de la précision est remarquée.

La figure N°10 indique les résultats de la viscosité de sucre liquide avec viscosimètre V2, on note une fluctuation des résultats, mais on remarque une certaine stabilité de la viscosité

pour les mobiles (L1, L2, L3) avec une diminution de couple de torsion en fonction de RPM dans l'intervalle (20 -5tr/min) , (100 - 30 tr/min) , (200-100 tr/min) respectivement, subséquemment une chute de la précision est observée .

Une panoplie de facteurs peuvent affectés les propriétés rhéologiques à l'instar la viscosité, parmi ces variantes, la température, cette dernière agit sur les fluides, gradient de vitesse et force de cisaillement qui l'affect lorsque le fluide est soumis à une force de cisaillement, les conditions de mesure dont le type de viscosimètre, la précision des appareils mobile/vitesse et l'état de l'échantillon peuvent également jouer un rôle important (**Tabilo-Munizaga et Barbosa-Ca'novas, 2005**).

plusieurs études attestent que le sucre liquide est considéré comme un fluide newtonien ((**Paul et al., 2003**) et d'après **millet et ses acolytes (2010)**); un corps newtonien est un liquide qui présente une viscosité constante (quelque soit la vitesse de cisaillement ou la contrainte appliquer).

Pour vérifier la fiabilité des résultats obtenus on doit considérer les 03 conditions suivantes :

**Couple de torsion** : La lecture de couple de torsion doit être comprise entre 15% et 95% en fonction de type du produit , il est vivement conseillé qu'elle soit supérieure à 50%.

**Mobile** : diminution du numéro de mobile → augmentation de la précision.

**RPM** : augmentation de RPM → augmentation de la précision.

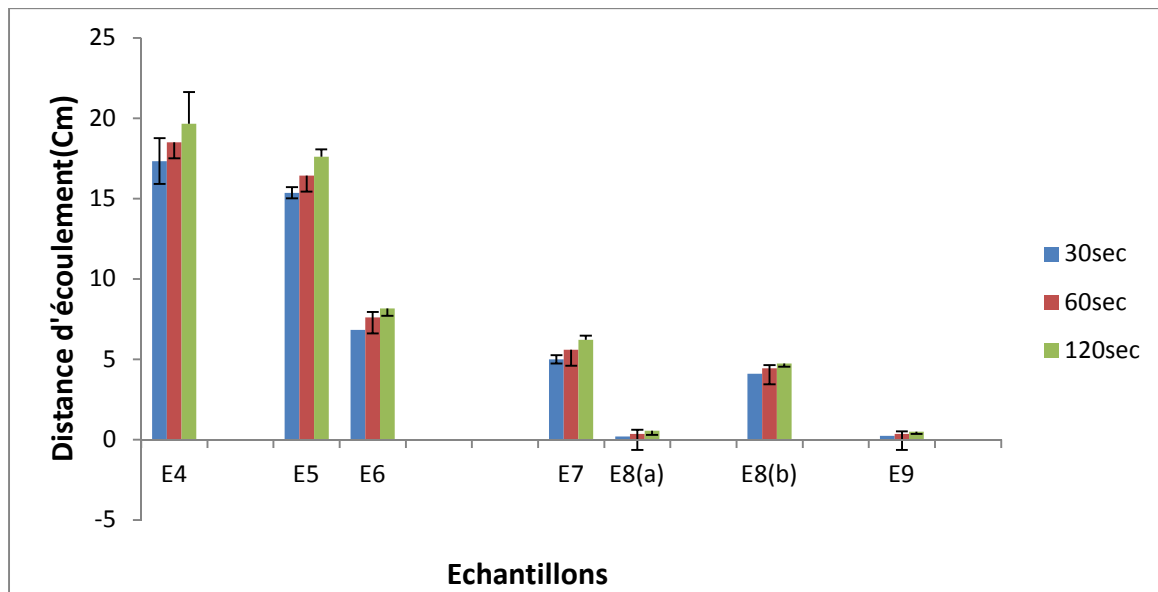
Dés lors, d'après les conditions éditées, seules les valeurs du mobiles L2 sont prises en considération pour les 02 viscosimètres (149,35-191,67 Cp) à la vitesse 100tr/min, en revanche les valeurs des autres mobiles (L1 ; L3; L4) sont écartées. .

### II.2. Détermination de la consistance

Les résultats de la détermination de la consistance de certains échantillons analysés (E4; E5; E6 ; E7 ; E8 ; E9) sont regroupés sous forme d'un graphe ci après :

Toutes les données représentent la moyenne des trois essais.





**Figures N° 11:** Résultats de la distance des différents échantillons en fonction de temps.

D'après la figure N°11 on remarque que la distance d'écoulement la plus élevée est observée au niveau de l'échantillon E4 ( $19.66 \pm 1.97$ ), alors que la plus faible est remarquée au niveau de l'échantillon E8 et E9 ( $0,2 \pm 0,1$  ;  $0,23 \pm 0,15$ ).

Les échantillons E4 et E5 c'est de la vinaigrette ou appelée communément (salad dressing).

D'après plusieurs auteurs la vinaigrette est considérée comme un fluide non newtonien (Barnes, 2001 ; Nelson, 2009 ; et Animasaun, 2015)

### ➤ Echantillons E6 et E7

Concernant les échantillons E6 et E7, les résultats obtenus dans la figure N°11 montrent que la distance d'écoulement de l'échantillon E6 est plus importante que l'échantillon E7, c'est-à-dire qu'il s'écoule de moins au moins vite. Cela signifie que sa viscosité est élevée.

d'après Ancey C ; Bates BM (2017), le ketchup est un produit rhéofluidifiants. Les fluides rhéofluidifiants présentent la particularité d'avoir une viscosité qui diminue lorsqu'on augmente la contrainte de cisaillement (Verkercke et al., 2016). les fluides rheofluidifiants sont des fluides non newtoniens (Fauduet, 2010 ; Febvre et al., 2013 et Verkercke et al., 2016).

Cheftel et al. (1986) énoncent, que lorsque il n'y a pas de proportionnalité entre la vitesse relative d'écoulement (ou de déformation) et la contrainte de cisaillement, les rhéofluidifiants

ont une viscosité qui diminue avec l'augmentation de la vitesse de cisaillement (vitesse de déformation).

Le ketchup peut avoir également une propriété d'écoulement qui dépendent du temps de cisaillement, on les appelle fluides thixotropes: l'application d'une contrainte provoque une destruction du produit, entraînant une chute de viscosité qui varie au cours du temps c'est un phénomène réversible c'est-à-dire que si le produit est laissé au repos, il retrouve sa structure originale et donc sa viscosité originale (**Cheftel et al., 1986 et Denis et al., 1997**).

C'est pour cette raison que nous avons utilisé un Consistometre pour déterminer l'écoulement de produit sans modifier leur structure.

**Macciras et al. (2006)**, révèlent que lorsque les produits sont soumis a une contrainte très faible, leur viscosité est tellement forte qu'ils ne peuvent pas s'écouler spontanément a une échelle de temps acceptable pour l'observateur.

### ➤ **Echantillon E8 et E9**

Pour les échantillons E8(a) et E9 ayant une distance d'écoulement presque égale, cela veut dire qu'ils s'écoulent très lentement ; par contre E8(b) s'écoule plus vite que les deux premiers.

Les échantillons E8 et E9 sont de la mayonnaise, **Graille (2003)**, apporte que, la mayonnaise est une matière plastique de Bingham, c'est-à-dire qu'à faible cisaillement elle se comporte comme un solide et ne coule pas. À un plus fort cisaillement, appelé le seuil d'écoulement, elle commence à se comporter comme un liquide. En pratique, cela signifie que lorsque la mayonnaise est coupée à l'aide d'un couteau, elle ne coule pas parce que la force exercée est plus faible que le seuil d'écoulement.

Selon **Cheftel et al (1986)**, un corps plastique ou corps de Bingham; est un corps qui ne coule pas sous l'effet de son poids, il faut que la contrainte dépasse un certain seuil d'écoulement pour que ce dernier commence. Une mayonnaise avec 65% d'huiles est perçue comme « maigre » est coule facilement (**Graille ,2003**).

**Ma et Barbosacanovas (1995)**, énoncent que les mayonnaises à 75% de matière grasse et l'expliquant par le fait que les gouttelettes d'huile sont moins bien fixées par les protéines. Ils considèrent la mayonnaise comme un gel faible.

Par contre les mayonnaises à 25% de matière grasse et l'expliquant par le fait que les gouttelettes sont complètement fixer par les protéines c'est pour ça elle s'écoule très lentement.

La mayonnaise est un liquide visqueux très particulier il prend sa distance d'écoulement à 30mm après sa fabrication (**Karleskind, 1992**).

*Conclusion et  
Perspectives.*

# *Annexes*

### Conclusion

La présente étude a pour objectif l'étude des propriétés rhéologiques (viscosité et consistance) de quelques produits alimentaires (huiles, mayonnaise, sucre liquide, ketchup et vinaigrette) du complexe industriel agroalimentaire « Cevital » Bejaia et en utilisant deux viscosimètres rotatifs modèle SMART (Fungilab) au niveau de l'unité « Cevital » et viscosimètre SMART (Myr) au sein du laboratoire biophysique Bejaia et un concistometre Bostwik pour la mesure de la consistance.

Pour les échantillons huiles (soja et tournesol) les deux viscosimètres ont donnés des valeurs qui se rapprochent ; et la meilleure viscosité est obtenue avec le mobile L1 pour l'huile de soja 49,25 Cp pour le viscosimètre (Fungilab) et 45 ,66 Cp pour (Myr) et pour l'huile de tournesol en utilisant le viscosimètre fungilab : 50 ,45 Cp et viscosimètre Myr : 50 ,00Cp.

On a obtenus pour l'échantillon sucre liquide avec les deux viscosimetres des résultats qui se raccordent et la meilleure viscosité est acquise avec le mobile L2.

Les résultats de la détermination de la consistance des échantillons vinaigrettes ; une produite par « Cevital » (échelle pilote) et l'autre par une autre firme ont montré que la consistance de l'un est meilleure que l'autre.

Alors que pour les échantillons du ketchup et mayonnaise (mayonnaise E8a et E9) les résultats obtenus n'indiquent pas de grandes différences dans la consistance entre les deux firmes des deux produits.

En perspective, il est préférable d'approfondir l'étude des caractères rhéologiques qui peuvent être perçus également lors de l'évaluation sensorielle et les paramètres texturaux à l'instar les propriétés gélifiantes, épaississantes ou autres.

# Références bibliographiques

## *Referencs bibíloigrapghiques*

### *A*

**Acker P. (2003).** Sur les origines du retrait et du fluage du béton. *Revue française de génie civil* **7**(6): 761-776p.

**Kollbe A.B., Wang K.S., Sun D., Susan X.(2011).** Thermally stable, transparent, pressure-sensitive adhesives from epoxidized and dihydroxyl soybean oil. *Biomacromolecules* **12**(5): 1839-1843p.

**Ancey C. et Bates B. M.(2017).** Stokes third problem for Herschel–Bulkley fluids. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **243**: 27-37p.

**ANDERSON K ; Bologne. (1991)**CODES DE BONNES PRATIQUES.Boulevard Saint-Michel : 77-79P. Bruxelles.

**Animasaun I.L.(2015).**Effects of thermophoresis, variable viscosity and thermal conductivity on free convective heat and mass transfer of non-darcian MHD dissipative Casson fluid flow with suction and nth order of chemical reaction. *Journal of the Nigerian Mathematical Society* **34**(1): 11-31P.

**Animasaun I.L.(2015).**Dynamics of unsteady MHD convective flow with thermophoresis of particles and variable thermo-physical properties past a vertical surface moving through binary mixture.*Open Journal of Fluid Dynamics* **5**(02): P: 106.

**Ayerdi Gotor A.(2008).** Étude des variations des teneurs et de la variabilité des compositions en tocophérols et en phytostérols dans les akènes et l'huile de tournesol (*Helianthus annuus L.*).

### *B*

**Barbosa-Cánovas G. V., Kokini J. L., Ma L., Ibarz A.(1996).**The rheology of semiliquid foods. *Advances in Food and Nutrition Research* **39**: 1-69P.

**Bates B., and Ancey C.(2017).** The dam-break problem for eroding viscoplastic fluids.*Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* **243**: 64-78P.



**Beau M.(1950).**Études rhéologiques sur le beurre.Le Lait **30**issue 299-300: 593-608P.

**Bourne M.(2002).** Food texture and viscosity, concept and measurement, Academic press.

**Briant J., Denis J., Parc G.(1985).** Propriétés rhéologiques des lubrifiants, Editions Technip.

## C

**CHEFTEL J-C., CHEFTEL H et Besançon p.(1977).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. lavoisier, paris.

**Chevalier D., Debeuf C., Joubrel G., Kocken, Martine., Planchenault N. (2016).** Les aliments au soja: consommation en France, qualités nutritionnelles et données scientifiques récentes sur la santé.OCL**23**(4): D405.

**Chou Chung C. (2000).** Handbook of sugar refining: a manual for the design and operation of sugar refining facilities, John Wiley & Sons.

**Coussot P. (2001).**Comprendre la rhéologie (ouvrage collectif coordonné par P. Coussot et J.-L. Grossiord).EDP Sciences.

## D

**Dealy J. M. et Wang J. (2013).** Melt rheology and its applications in the plastics industry, Springer Science & Business Media.

**Delplanque B. (2000).** The nutritional value of sunflower oils: linoleic sunflower seeds and seeds with high oleic content.Oleagineux Corps Gras Lipides. France.

**DenisDJ., Denis DK., Sarin A.(1997).** Ownership structure and top executive turnover.Vol 45.Issu 2: 193-221P.

## *F*

**Fauduet H.(2012).** Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique: aspects théoriques et pratique. 2èmeEdition tec et doc.paris.

**Febvre P.,Taillet R.,Villain L. (2013).** Dictionnaire de physique, De Boeck Supérieur.

**Fiche technique. (2011).** Marcal produits alimentaires (Ketchup classique Bio IDEAL).

## *G*

**Gipsy Tabilo-Munizaga A., Gustavo V., Barbosa-Cañovas B.,(2005).**Rhéology for the food industry. journal of food engineering: 147-156P.

**Graille J. (2003).** Lipides et corps gras alimentaires.,Edition:Tec et doc, lavoisier. paris.:182 et 183P.

**Greene J. M et Feldman E.(1991).**Physician's office guide to a lipid-lowering diet. Journal of the American College of Nutrition **10**(5): 443-452P.

## *H*

**Hayat B. (1979).** Mise au point d'une technique pour le suivi des cinétiques de fermentation de pâtes boulangères avec et sans gluten.

## *J*

**Scher J. 2010.** Rheologie,texture et texturation des produits alimentaires

**Dealy J. M. et Wang J. 2013.** melt reologie and its applications in the plastics industry,Engineering Materials and Processes\_Springer Science+Business Media Dordrecht

## *K*

**Karastojanov s etDragoslav k . (2013).**Determination of the Rheological properties of mayonnaise. international journal of Engineering and applied sciences **4**.

**Karleskind A., Wolff J-P., Guthmann J-F.(2000).**manuel des corps grasIn Code de fabrication des vinaigrettes.(1988).Tec et Doc. Lavoisier (1<sup>er</sup> Edition),Paris.vol.1.

## *L*

**L.abouret P.2016.** manger mieux c'est choisir ses aliments.edition: du dauphin: 304P.

<<

**Lamas M., Mónica V., Inmaculada R., Esther C., Javier M., Juan F.(2006).**  
Amplification and disruption of the phenylacetyl-CoA ligase gene of *Penicillium chrysogenum* encoding an aryl-capping enzyme that supplies phenylacetic acid to the isopenicillin N-acyltransferase.*Biochemical Journal* **395**(1): 147-155.

**Lapointe-Vignola C. (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait, Presses inter Polytechnique.

## *M*

**Ma L, Barbosa-Cánovas GV.(1995).** Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *Journal of Food Engineering***25**(3): 409-425.

**Maubec E., Lévy A., Cropet C., Mazières J., Troussard X., Leboulleux S., Malka D., Dinulescu., M, Granel-Brocard F., Le Goupi D. (2016).** Carcinomes épidermoïdes

cutanés induits par le vémurafénib chez les patients atteints de tumeurs non mélanocytaires. *Annales de Dermatologie et de Vénérologie*, Elsevier.

**Melamed E., Frucht Y., Lemor M., Uzzan A., Rosenthal Y.(1984).** Dopamine turnover in rat retina: a 24-hour light-dependent rhythm." *Brain research* **305**(1): 148-151.

## *N*

**Nelson- Richard R, Winter- Sidney G.(2009).** An evolutionary theory of economic change, Harvard University Press.

## *O*

**OntenientJ-P, Boussad S, Laurent H.(2000).**Fully biodegradable lubricated thermoplastic wheat starch: mechanical and rheological properties of an injection grade. *Starch-Stärke* **52**(4): 112-117.

**Ostwald W.(1925).** Ueber die geschwindigkeitsfunktion der viskosität disperser systeme. i. *Colloid & Polymer Science* **36**(2): 99-117.

## *P*

**Persoz B. (1969).** La Rhéologie: recueil de travaux des sessions de perfectionnement, Institut national des sciences appliquées, Lyon, Masson.Paris

## *R*

**Rand D, Dell RM. (2005).**The hydrogen economy: a threat or an opportunity for lead–acid batteries. *Journal of Power Sources* **144**(2): P: 568-578.

*T*

**Turon F., Bonnot F., Caro Y Pina M., Graille J.(2003).**Acyl migration incidence on accuracy of a triacylglycerol regioanalysis a theoretical evaluation. Chemistry and physics of lipids **125**(1): P: 41-48.

*V*

**Verckercke S., Dechamps S., chaban R.(2016).** Fluides non newtoniens. Bruxelles.

**Vignola CL., MICHEL JC., PAQUIN P.(2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Edition: Lvoisier, Paris.

*Y*

**Yang L., Kong J.,Yee W- A., Liu W., Phua Si Lei Toh C-L., Huang S., Lu X.(2012).** Highly conductive graphene by low-temperature thermal reduction and in situ preparation of conductive polymer nanocomposites. Nanoscale **4**(16): 4968-4971P.

## Annexe 8

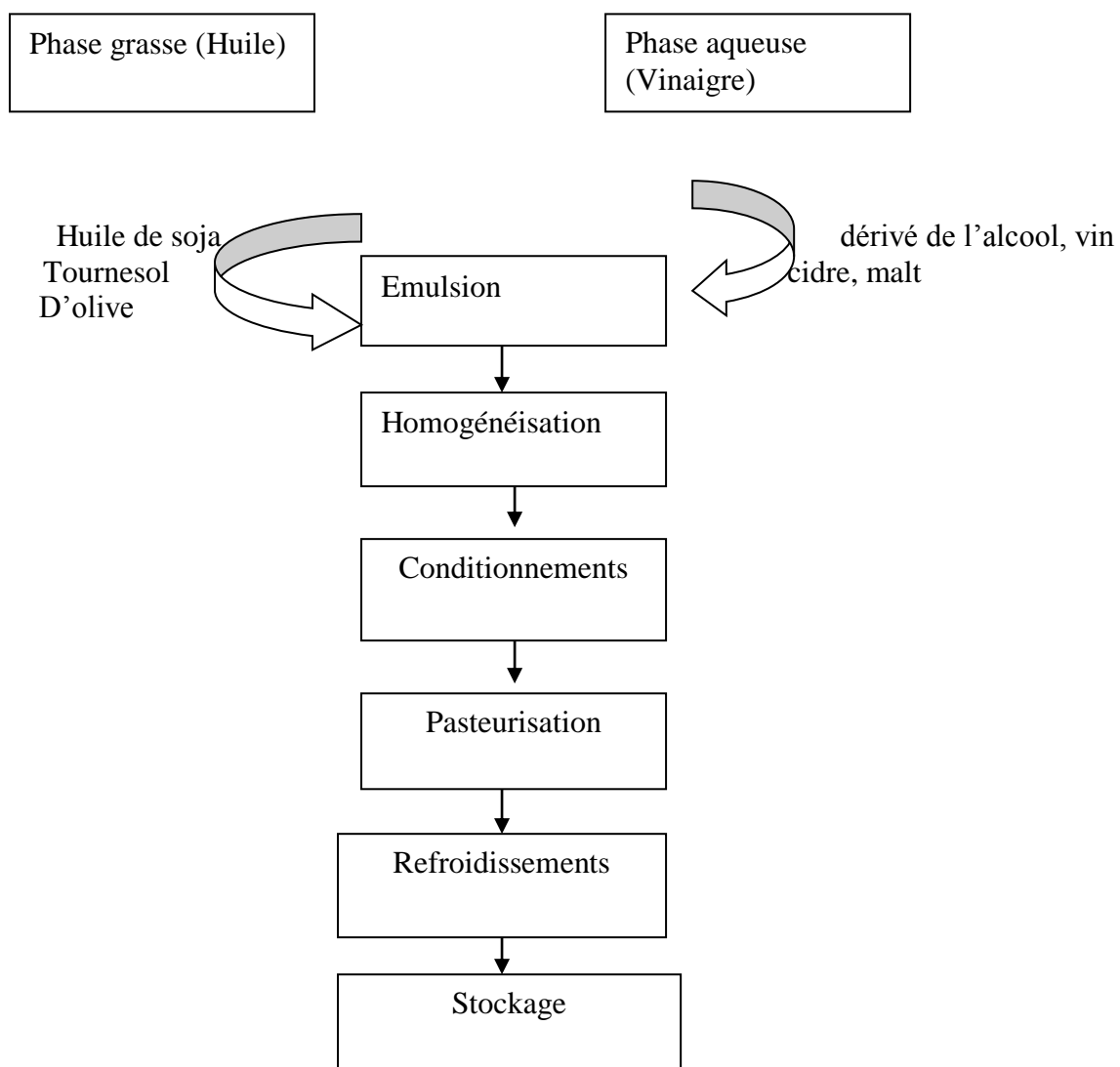


Figure N°7 : Schéma de la fabrication du la vinaigrette(Graille, 2003) .

### **Annexe 1**

#### **I. Présentation de l'unité**

«CEVITAL» est parmi les entreprises agroalimentaires qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par des fonds privés en 1998. Son complexe de production se situe au niveau du port de Bejaia et s'étend sur une superficie de 45000 m<sup>2</sup>.

##### **I.1. Activités et missions**

«CEVITAL» a débuté son activité par le conditionnement en décembre 1998. En février 1999, les travaux du génie civil de la raffinerie ont débuté. Cette dernière est devenue fonctionnelle en Août 1999.

L'ensemble des activités de «CEVITAL» est concentré sur la production des huiles végétales et de margarine et se présente comme suit :

- ✓ Raffinage d'huile.
- ✓ Conditionnement d'huile.
- ✓ Production de margarine.
- ✓ Fabrication d'emballage.
- ✓ Raffinerie de sucre.
- ✓ Stockage des céréales.
- ✓ Savonnerie en cours d'étude.

Les huiles de «CEVITAL» disponibles sur le marché sont :

- ✓ FLEURIAL : 100% tournesol commercialisé depuis août 1999.
- ✓ SOYA : 100% soya commercialisé depuis septembre 1999.
- ✓ CANOLA : 100% colza commercialisé depuis fin septembre 1999.
- ✓ OLEOL 2 : 60% tournesol et 40% soja.
- ✓ ELEO 3 : 55% tournesol, 40% soja et 5% olive.
- ✓ FRIDOR : fraction tournesol + ODF (Oléine Doublement Fractionnée) selon la saison.
- ✓ OLIVIA : 100% huile d'olive raffinée.

##### **I.2. Présentation de la Raffinerie**

La capacité de production de la raffinerie est de 800T/j, pouvant passer après extension à 1800T/J. Cette raffinerie est conçue pour traiter toutes les qualités d'huiles comestibles tel que : le colza, le tournesol, l'olive, le soja...

##### **I.3. Organigramme**

Les différentes directions et services de «Cevital», sont schématisés dans l'organigramme suivant :

## Annexe 2

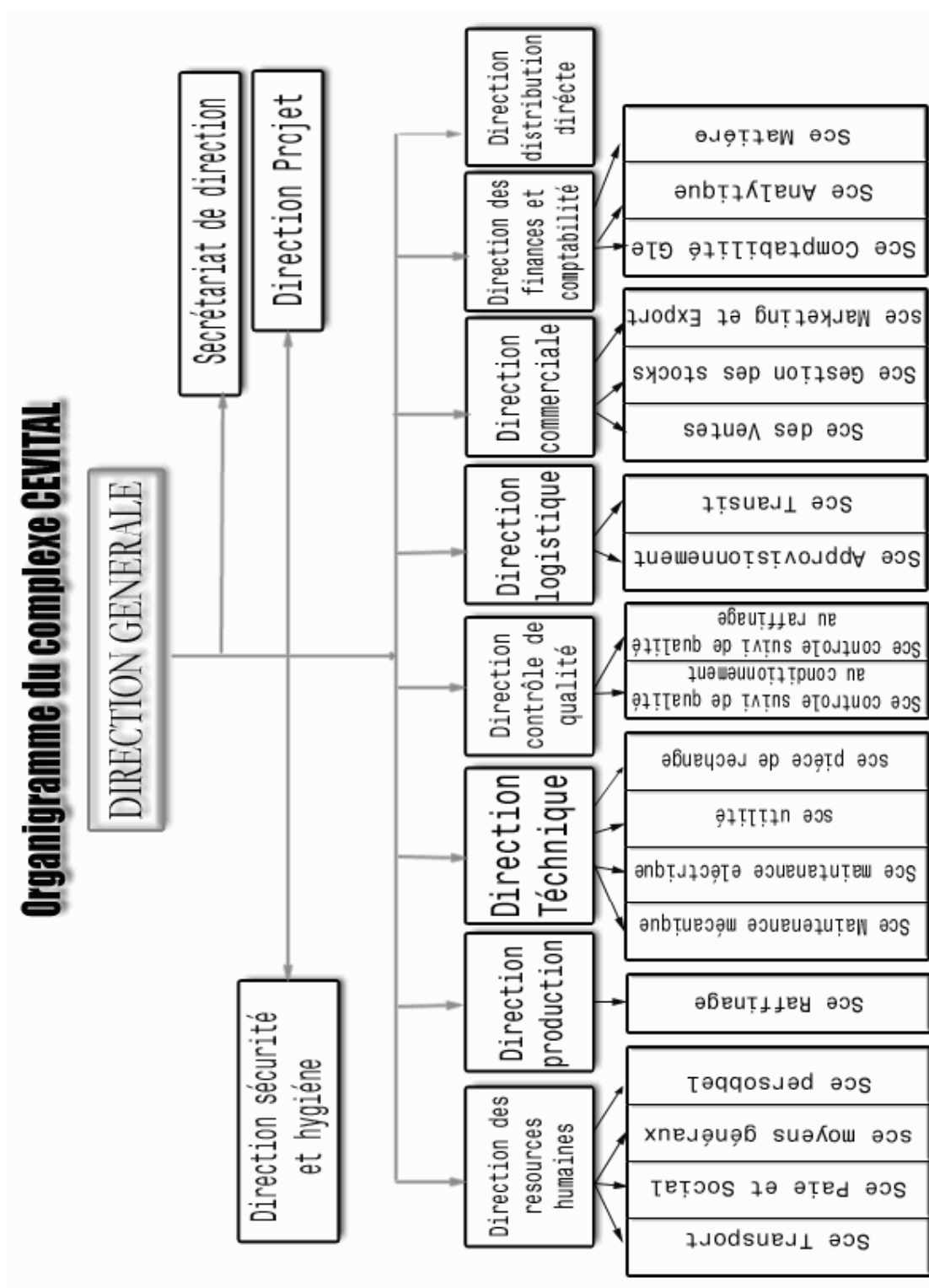


Figure N° 1: Organigramme du complexe « Cevital ».



## Annexe 3

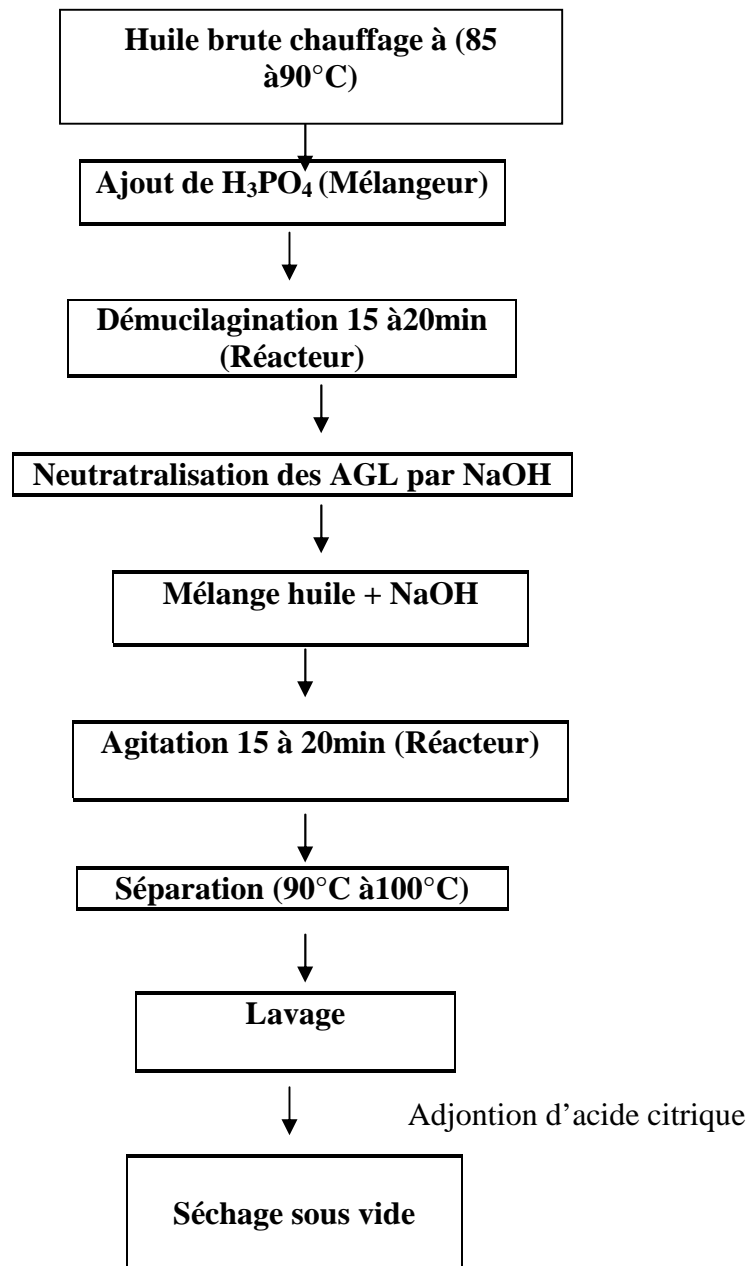
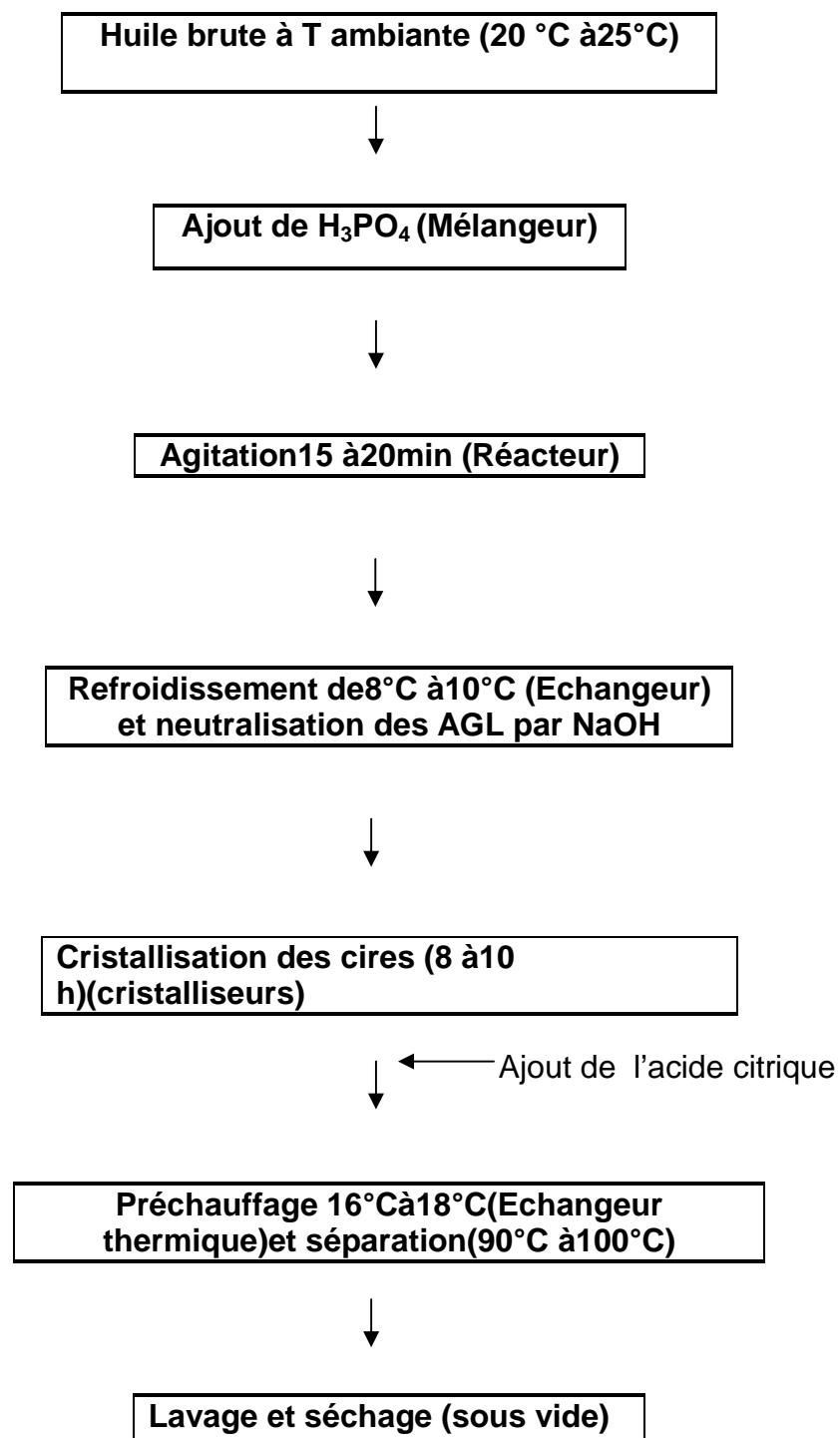


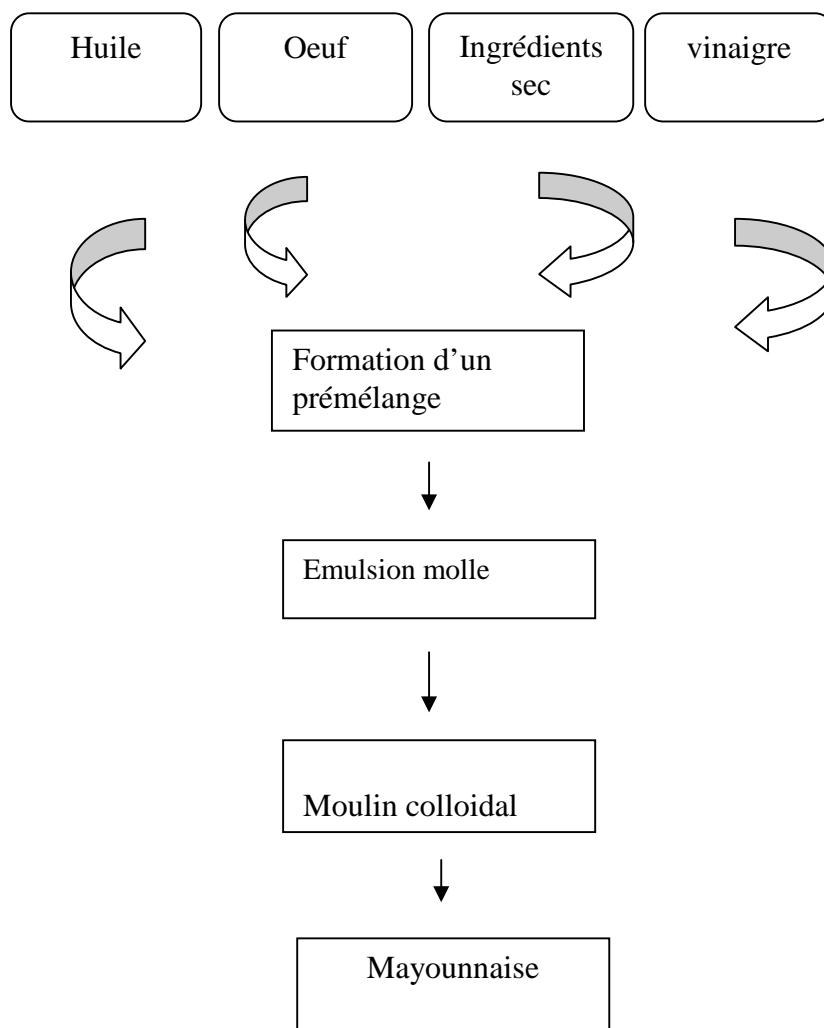
Figure N° 2: Processus de raffinage chimique à chaud (Huile de soja)

## Annexe 4



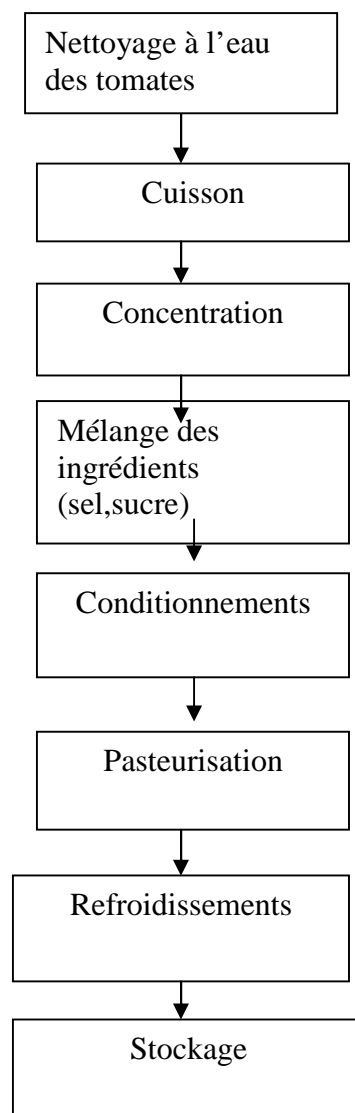
**Figure N° 3 :** Processus du raffinage chimique à froid (Huile de tournesol)

## Annexe 5



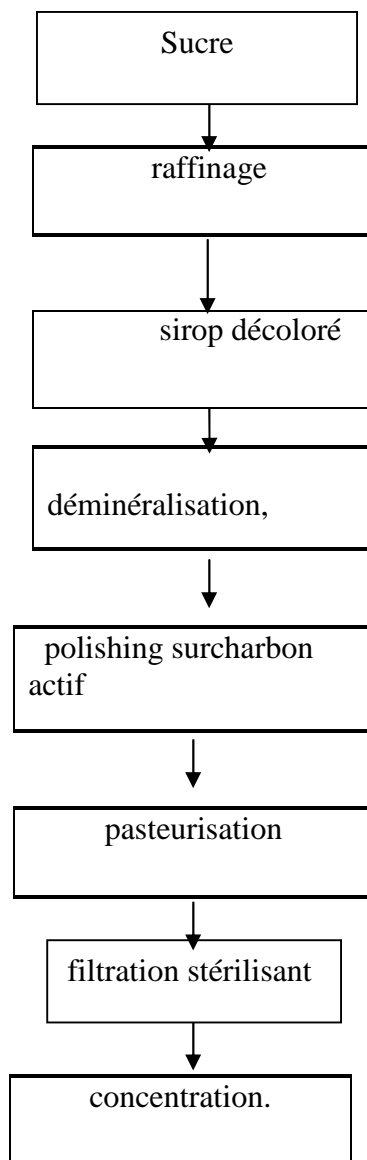
**Figure N°4 : Processus de fabrication de la Mayonnaise (Graille, 2003)**

## Annexe 7



**Figure N° 6 :** Processus de fabrication du ketchup (Markal produits alimentaires, 2011)

## Annexe 6



**Figure N° 5:** Processus de fabrication du sucre liquide (ISO 22000).

## Annexe 9

### Description des matériels utilisés

#### ➤ **Viscosimètre**

Deux types de viscosimètre rotatif modèle smart ont été utilisés ; viscosimètre rotatif modèle SMART Fungilab et Myr

C'est des viscosimètres qui se basent sur le principe de mesure du couple de torsion d'un mobile tournant sur un échantillon à une vitesse déterminée. Il en existe trois modèles différents, ainsi que divers accessoires qui permettent de couvrir une vaste gamme de viscosité

#### ➤ **Consistomètre de Bostwick**

Il consiste en une cuve en acier inoxydable, rectangulaire séparée en deux parties par une porte-guillotine. La plus petite section sert de réservoir pour l'échantillon à testé. La plus grande section est munie de graduations de  $\frac{1}{2}$  cm partant de la porte et allant jusqu'à l'extrémité opposée. La porte est actionnée par un ressort. Elle est maintenue en position basse grâce à un bras de levier. Ce mécanisme assure une libération instantanée du produit. La porte glisse verticalement dans des rainures situées dans les parois latérales de la cuve rectangulaire. Le déclencheur en forme de 'L' permet de maintenir la porte en position basse. Deux vis de mise à niveau sont situées près du réservoir pour le matériau à tester et un niveau à bulle est situé à l'autre extrémité de l'appareil.

## Annexe 10

Tableaux I : Détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L1.

| L1 CEVITAL |           |    |     |      |
|------------|-----------|----|-----|------|
| RPM        | Viscosité | %  | EC1 | EC2  |
| 100        | 49,25     | 87 | 0,8 | 8,18 |
| 60         | 46,45     | 47 | 0,4 | 2,46 |
| 50         | 46,70     | 38 | 0,7 | 2,03 |
| 30         | 39,15     | 17 | 5,3 | 5,71 |
| 20         | 37,53     | 13 | 5,7 | 1,91 |
| 12         | 39,70     | 8  | 1,0 | 0,61 |
| 10         | 43,40     | 7  | 0,1 | 0,26 |
| 6          | 39,10     | 5  | 0,4 | 1,37 |
| 5          | 34,85     | 3  | 3,5 | 0,75 |
| 4          | 35,90     | 2  | 2,8 | 0,72 |
| 3          | 38,90     | 1  | 0,2 | 0,95 |
| 2,5        | 40,55     | 1  | 6,5 | 0,86 |
| 2          | 35,25     | 1  | 7,5 | 0,71 |
| 1,5        | 42,20     | 1  | 3,3 | 0,61 |
| 1          | 0,00      | 0  | 0,0 | 0,32 |
| 0,6        | 0,00      | 0  | 0,0 | 0,12 |
| 0,5        | 0,00      | 0  | 0,0 | 0,00 |
| 0,3        | 0,00      | 0  | 0,0 | 0,00 |

| L1 Labo |           |       |      |      |
|---------|-----------|-------|------|------|
| RPM     | viscosité | max   | EC1  | EC2  |
| 200     | E         | E     | E    | E    |
| 100     | 46,50     | 78,45 | 0,41 | 0,24 |
| 60      | 40,33     | 40,80 | 1,25 | 0,87 |
| 50      | 39,67     | 33,47 | 1,25 | 1,23 |
| 30      | 32,67     | 16,20 | 2,36 | 2,08 |
| 20      | 25,67     | 8,63  | 1,70 | 1,64 |
| 12      | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 10      | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 6       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 5       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 4       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 3       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 2,5     | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 2       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 1,5     | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 1       | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 0,6     | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 0,5     | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |
| 0,3     | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 |

## Annexe 11

Tableaux II : détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L2.

| L2 CEVITAL |           |       |      |      | L2labo |           |       |          |          |
|------------|-----------|-------|------|------|--------|-----------|-------|----------|----------|
| RPM        | Viscosité | max   | EC1  | EC2  | RPM    | viscosité | max   | ecartype | ecar max |
| 100        | 77,95     | 26    | 4,45 | 1,5  | 200    | 52,67     | 35,27 | 0,47     | 0,16     |
| 60         | 39,6      | 11,95 | 5,9  | 3,55 | 100    | 43,67     | 14,80 | 1,25     | 0,57     |
| 50         | 47,85     | 8,15  | 3,75 | 0,45 | 60     | 40,67     | 9,03  | 0,94     | 0,83     |
| 30         | 44,1      | 5,75  | 2,3  | 1,15 | 50     | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 20         | 32,65     | 2,15  | 0,25 | 0,05 | 30     | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 12         | 17,15     | 0,4   | 0,25 | 0,1  | 20     | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 10         | 2,9       | 0,13  | 0,2  | 0,06 | 12     | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 6          | 0         | 0     | 0    | 0    | 10     | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 5          | 0         | 0     | 0    | 0    | 6      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 4          | 0         | 0     | 0    | 0    | 5      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 3          | 0         | 0     | 0    | 0    | 4      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 2,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 3      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 2          | 0         | 0     | 0    | 0    | 2,5    | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 1,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 2      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 1          | 0         | 0     | 0    | 0    | 1,5    | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 0,6        | 0         | 0     | 0    | 0    | 1      | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 0,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 0,6    | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
| 0,3        | 0         | 0     | 0    | 0    | 0,5    | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |
|            |           |       |      |      | 0,3    | 0,00      | 0,00  | 0,00     | 0,00     |



## Annexe 12

Tableaux III : détermination de la viscosité de l'huile de soja par le mobile L3.

| L3CEVITAL |           |      |      |      | L3labo |           |      |      |      |
|-----------|-----------|------|------|------|--------|-----------|------|------|------|
| RPM       | Viscosité | Max  | EC1  | EC2  | RPM    | viscosité | max  | EC1  | EC2  |
| 100       | 46,75     | 4,45 | 1,35 | 0,45 | 200    | 70        | 12,5 | 0,00 | 0,41 |
| 60        | 44,25     | 2,4  | 0,85 | 0,2  | 100    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 50        | 43,65     | 2,2  | 0,95 | 0,3  | 60     | 135       | 7,3  | 4,08 | 0,54 |
| 30        | 37,15     | 0,75 | 1,45 | 0,05 | 50     | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 20        | 9,7       | 0,15 | 2    | 0,05 | 30     | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 12        | 0         | 0    | 0    | 0    | 20     | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 10        | 0         | 0    | 0    | 0    | 12     | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 6         | 0         | 0    | 0    | 0    | 10     | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 5         | 0         | 0    | 0    | 0    | 6      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 4         | 0         | 0    | 0    | 0    | 5      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 3         | 0         | 0    | 0    | 0    | 4      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 2,5       | 0         | 0    | 0    | 0    | 3      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 2         | 0         | 0    | 0    | 0    | 2,5    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 1,5       | 0         | 0    | 0    | 0    | 2      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 1         | 0         | 0    | 0    | 0    | 1,5    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 0,6       | 0         | 0    | 0    | 0    | 1      | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 0,5       | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,6    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
| 0,3       | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,5    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |
|           |           |      |      |      | 0,3    | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 |

## Annexe 13

Tableaux IV : détermination de la viscosité d'huile de soja par le mobile L4.

| L4 CEVITAL |           |      |      |      | RPM | viscosité | max | EC1 | EC2 |
|------------|-----------|------|------|------|-----|-----------|-----|-----|-----|
| RPM        | viscosité | max  | EC1  | EC2  |     |           |     |     |     |
|            |           |      |      |      | 200 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 100        | 47,5      | 0,8  | 0    | 0,06 | 100 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 60         | 37,75     | 0,45 | 5,95 | 0,15 | 60  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 50         | 0         | 0    | 0    | 0    | 50  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 30         | 0         | 0    | 0    | 0    | 30  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 20         | 0         | 0    | 0    | 0    | 20  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 12         | 0         | 0    | 0    | 0    | 12  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 10         | 0         | 0    | 0    | 0    | 10  | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 6          | 0         | 0    | 0    | 0    | 6   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 5          | 0         | 0    | 0    | 0    | 5   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 4          | 0         | 0    | 0    | 0    | 4   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 3          | 0         | 0    | 0    | 0    | 3   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 2,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 2,5 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 2          | 0         | 0    | 0    | 0    | 2   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 1,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 1,5 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 1          | 0         | 0    | 0    | 0    | 1   | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 0,6        | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,6 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 0,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,5 | 0         | 0   | 0   | 0   |
| 0,3        | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,3 | 0         | 0   | 0   | 0   |

## Annexe 14

Tableaux V : détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L1

| L1 CEVITAL |           |       |      |      | RPM | viscosité | max   | EC1  | EC2  |
|------------|-----------|-------|------|------|-----|-----------|-------|------|------|
| RPM        | viscosité | max   | EC 1 | EC 2 | 200 | E         | E     | E    | E    |
| 100        | 50,45     | 89,03 | 0,07 | 8,55 | 100 | 50,00     | 84,00 | 1,63 | 1,69 |
| 60         | 47,15     | 49,47 | 2,45 | 4,70 | 60  | 44,67     | 45,00 | 1,70 | 1,79 |
| 50         | 41,95     | 41,93 | 1,15 | 6,74 | 50  | 43,00     | 35,70 | 1,41 | 1,88 |
| 30         | 47,35     | 20,93 | 0,25 | 4,71 | 30  | 34,00     | 17,17 | 2,16 | 1,25 |
| 20         | 47,2      | 14,20 | 0,30 | 2,08 | 20  | 30,67     | 10,27 | 4,03 | 1,40 |
| 12         | 39,2      | 6,30  | 0,50 | 2,17 | 12  | 31,67     | 4,27  | 0,94 | 3,02 |
| 10         | 41,25     | 6,37  | 1,45 | 0,87 | 10  | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 6          | 37,8      | 3,17  | 3,50 | 1,07 | 6   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 5          | 45,25     | 3,53  | 0,55 | 0,38 | 5   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 4          | 34        | 2,43  | 2,30 | 0,35 | 4   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 3          | 28,5      | 1,77  | 2,70 | 0,57 | 3   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 2,5        | 27,7      | 1,27  | 1,00 | 0,21 | 2,5 | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 2          | 24,45     | 0,70  | 0,85 | 0,17 | 2   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 1,5        | 0         | 0,33  | 0,00 | 0,35 | 1,5 | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 1          | 0         | 0,07  | 0,00 | 0,12 | 1   | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,6        | 0         | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,6 | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,5        | 0         | 0     | 0,00 | 0,00 | 0,5 | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,3        | 0         | 0     | 0,00 | 0    | 0,3 | 0         | 0     | 0    | 0    |

## Annexe 15

Tableaux VI : Détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L2

| L2 CEVITAL |           |       |      |      | L2labo |           |       |      |      |
|------------|-----------|-------|------|------|--------|-----------|-------|------|------|
| RPM L2     | viscosité | max   | E1   | E2   | RPM    | viscosité | max   | EC1  | EC2  |
| 100        | 48,95     | 15,03 | 0,6  | 2,20 | 200    | 54,33     | 36,63 | 0,29 | 0,94 |
| 60         | 45,5      | 11,47 | 0,7  | 4,02 | 100    | 42,67     | 14,30 | 0,57 | 1,89 |
| 50         | 49,1      | 7,17  | 4,9  | 1,96 | 60     | 52,50     | 9,67  | 1,18 | 0,41 |
| 30         | 41,85     | 4,83  | 0,9  | 1,02 | 50     | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 20         | 34,35     | 2,33  | 0,4  | 0,06 | 30     | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 12         | 21,45     | 0,63  | 10,4 | 0,55 | 20     | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 10         | 5         | 0,33  | 0,7  | 0,32 | 12     | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 6          | 0         | 0,00  | 0    | 0,00 | 10     | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 5          | 0         | 0,00  | 0    | 0,00 | 6      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 4          | 0         | 0     | 0    | 0    | 5      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 3          | 0         | 0     | 0    | 0    | 4      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 2,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 3      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 2          | 0         | 0     | 0    | 0    | 2,5    | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 1,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 2      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 1          | 0         | 0     | 0    | 0    | 1,5    | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,6        | 0         | 0     | 0    | 0    | 1      | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,5        | 0         | 0     | 0    | 0    | 0,6    | 0         | 0     | 0    | 0    |
| 0,3        | 0         | 0     | 0    | 0    | 0,5    | 0         | 0     | 0    | 0    |
|            |           |       |      |      | 0,3    | 0         | 0     | 0    | 0    |

## Annexe 16

TableauxVII : Détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L3.

| L3 CEVITAL |           |      |      |      | L3labo |           |      |      |      |
|------------|-----------|------|------|------|--------|-----------|------|------|------|
| RPM        | viscosité | mAX  | EC1  | EC2  | RPM    | viscosité | max  | EC1  | EC2  |
| 100        | 49,38     | 5,30 | 1,05 | 1,84 | 200    | 40,00     | 7,53 | 0,00 | 0,56 |
| 60         | 46,30     | 3,17 | 0,70 | 1,42 | 100    | 0,00      | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 50         | 45,95     | 1,87 | 0,55 | 0,06 | 60     | 140,00    | 7,67 | 0,00 | 0,52 |
| 30         | 39,70     | 1,23 | 0,00 | 0,40 | 50     | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 20         | 0         | 0,17 | 0,00 | 0,29 | 30     | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 12         | 0         | 0    | 0,00 | 0,00 | 20     | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 10         | 0         | 0    | 0    | 0,00 | 12     | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 6          | 0         | 0    | 0    | 0    | 10     | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 5          | 0         | 0    | 0    | 0    | 6      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 4          | 0         | 0    | 0    | 0    | 5      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 3          | 0         | 0    | 0    | 0    | 4      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 2,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 3      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 2          | 0         | 0    | 0    | 0    | 2,5    | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 1,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 2      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 1          | 0         | 0    | 0    | 0    | 1,5    | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,6        | 0         | 0    | 0    | 0    | 1      | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,5        | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,6    | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,3        | 0         | 0    | 0    | 0    | 0,5    | 0         | 0    | 0    | 0    |
|            |           |      |      |      | 0,3    | 0         | 0    | 0    | 0    |

## Annexe 17

Tableaux VIII : détermination de la viscosité d'huile de tournosol par le mobile L4

| L4 CEVITAL |           |      |      |      |
|------------|-----------|------|------|------|
| RPM L4     | viscosité | max  | EC1  | EC2  |
| 100        | 28,35     | 0,57 | 0,15 | 0,12 |
| 60         | 0         | 0,10 | 0    | 0,17 |
| 50         | 0         | 0,10 | 0    | 0,17 |
| 30         | 0         | 0,03 | 0    | 0,06 |
| 20         | 0         | 0,00 | 0    | 0,00 |
| 12         | 0         | 0,00 | 0    | 0    |
| 10         | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 6          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 5          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 4          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 3          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 2,5        | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 2          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 1,5        | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 1          | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,6        | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,5        | 0         | 0    | 0    | 0    |
| 0,3        | 0         | 0    | 0    | 0    |

## Annexe 18

Tableaux IX : détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L1

| L1 CEVITAL |           |       |             |            | L1 labo |           |       |       |      |
|------------|-----------|-------|-------------|------------|---------|-----------|-------|-------|------|
| RPM        | viscosité | Max   | Ecart type1 | Ecart type | RPM     | viscosité | max   | EC1   | EC2  |
| 100        | E         | E     | E           | E          | 200     | E         | E     | E     | E    |
| 60         | E         | E     | E           | E          | 100     | E         | E     | E     | E    |
| 50         | E         | E     | E           | E          | 60      | E         | E     | E     | E    |
| 30         | 132,95    | 64,50 | 2,25        | 12,47      | 50      | E         | E     | E     | E    |
| 20         | 134,30    | 41,97 | 2,70        | 10,73      | 30      | E         | E     | E     | E    |
| 12         | 157,90    | 28,13 | 2,70        | 3,44       | 20      | 223,67    | 70,45 | 15,01 | 0,61 |
| 10         | 159,55    | 21,40 | 6,15        | 4,53       | 12      | 192,67    | 36,57 | 11,59 | 3,98 |
| 6          | 149,80    | 12,63 | 6,30        | 4,14       | 10      | 180,33    | 33,05 | 14,47 | 3,01 |
| 5          | 158,35    | 11,73 | 2,95        | 2,47       | 6       | 202,33    | 23,67 | 38,14 | 2,05 |
| 4          | 119,50    | 8,90  | 11,10       | 1,81       | 5       | 195,00    | 16,23 | 15,72 | 1,08 |
| 3          | 156,95    | 7,47  | 2,95        | 0,68       | 4       | 178,33    | 11,80 | 11,55 | 0,57 |
| 2,5        | 143,65    | 6,23  | 6,15        | 0,55       | 3       | 159,33    | 7,93  | 6,66  | 0,25 |
| 2          | 138,60    | 4,93  | 15,30       | 0,76       | 2,5     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1,5        | 120,45    | 3,37  | 9,95        | 0,60       | 2       | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1          | 162,50    | 2,67  | 9,10        | 1,27       | 1,5     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,6        | 153,55    | 1,23  | 29,85       | 0,55       | 1       | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,5        | 118,25    | 0,70  | 44,15       | 0,66       | 0,6     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,3        | 0,00      | 0,57  | 0,00        | 0,55       | 0,5     | 0         | 0     | 0     | 0    |
|            |           |       |             |            | 0,3     | 0         | 0     | 0     | 0    |

## Annexe 19

Tableaux X: détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L2

| L2 CEVITAL |           |       |      |      | L2labo |           |       |       |      |
|------------|-----------|-------|------|------|--------|-----------|-------|-------|------|
| RPM        | viscosité | Max   | EC1  | EC2  | RPM    | viscosité | max   | EC1   | EC2  |
| 100        | 149,35    | 48,53 | 1,25 | 2,54 | 200    | E         | E     | E     | E    |
| 60         | 156,60    | 29,90 | 3,30 | 2,74 | 100    | 191,67    | 62,17 | 7,51  | 1,16 |
| 50         | 145,75    | 23,57 | 0,55 | 1,36 | 60     | 178,00    | 40,87 | 1,73  | 4,23 |
| 30         | 143,20    | 13,83 | 1,90 | 0,83 | 50     | 147,57    | 27,67 | 16,95 | 1,62 |
| 20         | 133,30    | 8,67  | 0,50 | 0,40 | 30     | 159,33    | 15,40 | 16,44 | 0,50 |
| 12         | 109,40    | 4,53  | 2,20 | 0,25 | 20     | 139,50    | 10,10 | 2,50  | 1,21 |
| 10         | 116,45    | 3,67  | 1,15 | 0,32 | 12     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 6          | 102,60    | 1,97  | 5,40 | 0,21 | 10     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 5          | 89,65     | 1,47  | 0,45 | 0,06 | 6      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 4          | 90,95     | 1,07  | 0,45 | 0,23 | 5      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 3          | 76,45     | 0,73  | 1,25 | 0,12 | 4      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 2,5        | 12,45     | 0,17  | 4,65 | 0,12 | 3      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 2          | 0,00      | 0,10  | 0,00 | 0,17 | 2,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1,5        | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 2      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1          | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 1,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,6        | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 1      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,5        | 0,00      | 0,00  | 0,00 | 0,00 | 0,6    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,3        | 0,00      | 0     | 0    | 0,00 | 0,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
|            |           |       |      |      | 0,3    | 0         | 0     | 0     | 0    |



## Annexe 20

Tableaux XI : détermination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L3

| L3 CEVITAL |           |       |       |      | L3labo |           |       |       |      |
|------------|-----------|-------|-------|------|--------|-----------|-------|-------|------|
| RPM        | viscosité | Max   | EC 1  | EC2  | RPM    | viscosité | max   | EC1   | EC2  |
| 100        | 180,80    | 14,20 | 4,50  | 1,61 | 200    | 206,67    | 35,07 | 11,55 | 2,07 |
| 60         | 167,00    | 8,07  | 2,30  | 0,59 | 100    | 223,33    | 18,00 | 23,09 | 0,00 |
| 50         | 165,95    | 6,67  | 1,35  | 0,49 | 60     | 326,67    | 13,67 | 32,15 | 0,86 |
| 30         | 170,40    | 4,17  | 8,30  | 0,60 | 50     | 286,67    | 11,90 | 32,15 | 1,07 |
| 20         | 137,75    | 2,27  | 0,35  | 0,06 | 30     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 12         | 67,45     | 0,80  | 11,65 | 0,20 | 20     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 10         | 41,15     | 0,40  | 8,25  | 0,10 | 12     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 6          | 0,00      | 0,03  | 0,00  | 0,06 | 10     | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 5          | 0,00      | 0,03  | 0,00  | 0,06 | 6      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 4          | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 5      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 3          | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 4      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 2,5        | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 3      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 2          | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 2,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1,5        | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 2      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 1          | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 1,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,6        | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 1      | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,5        | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,6    | 0         | 0     | 0     | 0    |
| 0,3        | 0,00      | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,5    | 0         | 0     | 0     | 0    |
|            |           |       |       |      | 0,3    | 0         | 0     | 0     | 0    |

## Annexe 21

Tableaux XII : determination de la viscosité de sucre liquide par le mobile L4.

| L4<br>CEVITAL |           |      |       |      | L4labo |           |      |       |      |
|---------------|-----------|------|-------|------|--------|-----------|------|-------|------|
| RPM           | Viscosité | Max  | EC1   | EC2  | RPM    | viscosité | max  | EC1   | EC2  |
| 100           | 177,05    | 3,30 | 0,75  | 0,26 | 200    | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 60            | 179,95    | 1,93 | 0,35  | 0,23 | 100    | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 50            | 171,60    | 1,60 | 2,00  | 0,20 | 60     | 752,50    | 8,10 | 12,50 | 0,67 |
| 30            | 133,85    | 0,80 | 19,65 | 0,20 | 50     | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 20            | 77,15     | 0,23 | 1,05  | 0,12 | 30     | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 12            | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 20     | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 10            | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 12     | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 6             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 10     | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 5             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 6      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 4             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 5      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 3             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 4      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 2,5           | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 3      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 2             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 2,5    | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 1,5           | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 2      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 1             | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 1,5    | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 0,6           | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 1      | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 0,5           | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,6    | 0         | 0    | 0     | 0    |
| 0,3           | 0,00      | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,5    | 0         | 0    | 0     | 0    |
|               |           |      |       |      | 0,3    | 0         | 0    | 0     | 0    |

## Annexe 22

Tableau XVI : Détermination de la consistance des échantillons

| temps (sec)  | 30      |            | 60      |            | 120     |            |
|--------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| échantillons | Moyenne | ecart tupe | Moyenne | ecart type | Moyenne | ecart type |
| E4           | 17,33   | 1,42       | 18,5    | 1,82       | 19,66   | 1,97       |
| E5           | 15,36   | 0,35       | 16,43   | 0,35       | 17,6    | 0,45       |
| E6           | 6,83    | 0,2        | 7,6     | 0,26       | 8,16    | 0,23       |
| E7           | 5       | 0,26       | 5,6     | 0,26       | 6,2     | 0,26       |
| E8(a)        | 0,2     | 0,1        | 0,36    | 0,2        | 0,56    | 0,2        |
| E8(b)        | 4,1     | 0,1        | 4,43    | 0,15       | 4,73    | 0,15       |
| E9           | 0,23    | 0,15       | 0,36    | 0,2        | 0,5     | 0,26       |

# *Glossaire*

- **Fluide newtonien** : la viscosité du fluide reste constante lorsque le taux de cisaillement varie.
- **Fluide non newtonien** : Un fluide non-newtonien est défini, au sens large, comme étant un fluide, lorsque le taux de cisaillement varie, la contrainte de cisaillement ne varie pas dans les mêmes
- **Rhéofluidifiant** : produit dont la viscosité diminue lorsque la vitesse de cisaillement augmente
- **Thixotrope**: propriété qu'ont certains gels de se liquéfier lorsqu'ils sont agités et qui retournent ensuite à état solide au repos
- **Rhéopectique** : produit dont la viscosité augmente lorsque la vitesse de cisaillement augmente

## *Résumé*

Le secteur des industries agro-alimentaires occupe une place importante dans le système alimentaire, elles sont nombreuses. Elles utilisent et offrent de nombreux produits et matières brutes (glucose, levures, extraits, conservateurs, matières premières, etc.).

Notre travail au sein de l'unité de « **Cevital Spa** » consiste à l'étude des propriétés rhéologiques à l'instar la viscosité de quelques produits (mayonnaise, huile, ketchup, vinaigrette et sucre liquide) mais également des produits d'autres firmes, on utilisant deux viscosimètres rotatifs pour déterminer la viscosité et la consistance à l'aide d'un consistomètre. Les résultats indiquent que les huiles végétales et le sucre liquide se comportent comme des fluides newtoniens et présentent une viscosité stable ou seule la température peut les affecter, alors que pour les autres échantillons (mayonnaise, ketchup et vinaigrette) ils se comportent comme des fluides non newtoniens ou leur viscosité peut être influencée par plusieurs paramètres.

*Mots clés* : viscosité, consistance, fluides newtoniens, non newtonien,

## *Abstract*

The agro-food industry sector plays an important role in the food system. They use and offer many products and raw materials (glucose, yeasts, extracts, preservatives, raw materials, etc.).

Our study in "Cevital Spa" unit consists to evaluate the rheological properties, as well as the viscosity of some products (mayonnaise, oil, ketchup, vinaigrette and liquid sugar) but also products from other firms, two rotary viscometers were used to determine the viscosity and consistency using a consistometer. The results indicate that vegetable oils and liquid sugar behave like Newtonian fluids and have a stable viscosity or only the temperature can affect them, while for the other samples (mayonnaise, ketchup and vinaigrette) they behave like fluids Non-Newtonian or their viscosity can be influenced by several parameters.

*Key Words*: Viscosity, consistency, Newtonian, non-Newtonian fluids