



Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'analyse chimique et contrôle de qualité

TACCQ

PROJET DE FIN D'ETUDES

**Corrélation entre la texture et la
viscosité de la pâte du fromage fondu**

Présenté par :

◆ **Fatima El FARROUDI**

Encadré par :

◆ **Mr Benasser El AMRANI (Fromagerie Bel)**
◆ **Pr Abdellatif BOUKIR (FST)**

Soutenu Le 15 Juin 2012 à 10h00 devant le jury composé de:

- **Pr Noureddine IDRISSE KANDRI**
- **Pr Ahmed El GHAZOUALI**
- **Pr Abdellatif BOUKIR**

Stage effectué à FROMAGERIES *bel* MAROC Tanger

Année Universitaire 2011 / 2012

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES – SAISS

☐ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Organigramme de la société.	7
Figure 2 : Schéma simplifié du procédé de la fabrication de fromage.....	12
Figure 3 : Schéma simplifié du procédé de conditionnement.	16
Figure 4 : Résidus de points des valeurs individuelles du mélange de pâte 104723 et 105680....	21
Figure 5 : Courbe représentant la droite d'équation de viscosité en fonction de la texture des deux pâtes 104723 et 105680.	22
Figure 6 : Résidus de points des valeurs individuelles de la pâte 104723.	23
Figure 7 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 104723.	24
Figure 8 : Résidus de points des valeurs individuelles de la pâte 105680.	25
Figure 9 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 105680.	26
Figure 10 : Résidus de points des valeurs individuelles des pâtes 104723 et 105680.	27
Figure 11: Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture des pâtes 104723 et 105680.	28
Figure 12 : Résidus de point des valeurs individuelles de la pâte 105680.....	29
Figure 13 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 105680 avec CA.....	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Fiche technique de l'entreprise.....	6
Tableau 2 : Produits de Fromagerie Bel Maroc destinés à l'exportation.	8
Tableau 3 : Produits de Fromagerie Bel Maroc destinés au marché marocain.....	9
Tableau 4 : Variation d'extrait sec en fonction du pH.	20

SOMMAIRE

Remerciements

Introduction 1

Chapitre 1 : Présentation et description de la Fromagerie Bel Maroc

I. Historique de l'entreprise Fromageries Bel Maroc 3

1. Bel dans le Monde 3

2. Historique du groupe Bel au Maroc 3

II. Identification de l'entreprise 4

1. Fiche Technique 4

2. Organigramme de l'entreprise 5

III. Les produits de Fromageries Bel Maroc 5

1. Produits destinés au marché international 6

2. Produits destinés au marché marocain 6

Chapitre 2 : Partie Expérimentale : Corrélation texture – viscosité

A- présentation du travail

I. Procédé de la fabrication du fromage fondu 9

1. Schéma de fabrication du fromage fondu 9

2. Etapes de fabrication du fromage fondu 11

II. Partie pratique 15

1) Texture 15

2) Viscosité 15

3) Installation de l'instrument de viscosité 15

4) Objectif de mettre en place de viscosité 16

4) Principe de mesure de viscosité 16

5) Matériels 16

6) Exploitation de la méthode 17

B- Résultats et discussions

I. Corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte du fromage fondu..... 17

1) Paramètres influençant sur la viscosité et la texture	18
2) Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange des pâtes 104723 et 105680.....	20
3) Corrélation entre la viscosité et la texture de la pâte104723	21
4) Corrélation entre la viscosité et la texture de la pâte 105680	23
5) Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange de pâtes sans caséine acide.....	25
6) Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange de la pâte 105680 avec caséine acide	27
8) Conclusion des résultats	29

Conclusion

Webographie

Annexes

Introduction

Dans le cadre de l'enseignement et de la formation polyvalente que fournissent la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, les étudiants de la troisième année sont sensés effectuer un stage dans le cadre du projet de fin d'étude au sein des entreprises actives appartenant à différents Secteurs.

Le but étant de compléter la formation théorique et l'enseignement dynamique acquis à travers notre département de chimie, et d'avoir un contact avec le monde industriel durant une période d'un mois et demi.

C'est dans ce cadre que j'ai choisi d'effectuer mon stage à la Fromagerie Bel Maroc « Secteur agroalimentaire », qui a été d'une part, l'opportunité d'appliquer mes connaissances et d'autre part de développer l'esprit d'analyse et de créativité.

En vue de rendre compte de manière fidèle et analytique cette période passée au sein de la Fromagerie Bel Maroc. Il nous a apparu logique de présenter à titre préalable l'environnement et le lieu du stage effectué. Dans **le premier chapitre**, nous effectuons **une description de lieu du stage** et dans le **second chapitre**, nous présentons en bref rappel **au procédé de fabrication**, puis nous enchainons avec **l'étude de la corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte du fromage fondu**.

CHAPITRE 1 :

Présentation et description de l'entreprise

I. Historique de l'entreprise « Fromageries Bel »

1. Bel dans le monde

La création des Fromageries Bel remonte à **1865**, connues par les établissements de **JULE BEL**. Actuellement, cette géante entreprise occupe le n° 1 mondial des fromages de marque en portions, et représente le premier producteur de fromage fondu en France et en Europe.

Fondées en **1922** par **Léon BEL**, les Fromageries Bel occupent pendant 82 ans une position forte sur le marché international du fromage. Son siège se trouve à Paris, on y veille à coordonner les différentes filiales implantées partout dans le monde.

En effet, plusieurs implantations en Europe, en Afrique, aux Etats-Unis, ainsi que l'acquisition de certaines sociétés, permettent au Groupe Bel d'élargir sa gamme de fromages français et internationaux.

2. Historique du groupe Bel au Maroc

Les dates marquantes la vie de la société sont les suivantes :

- **1977** : Démarrage de la production avec un effectif de 35 personnes et 5 machines avec une seule équipe de travail pour la production de la vache qui rit.
- **1979** : Lancement de la belle vache et prolongement de la journée de production par la création d'une deuxième équipe de travail.
- **1981**: Lancement de Kiri.
- Entre **1980 et 1983** : Construction de la nouvelle usine à la zone industrielle Moghogha.
- **1984** : Lancement du produit pour enfants.
- **1995** : Démarrage de l'export vers le Moyen Orient et l'Afrique subsaharienne et mise en place d'une troisième équipe de production la nuit.
- **1999** : Acquisition des locaux de la Société Zycsa et construction du bâtiment du service technique, le nouveau atelier de la cartonnerie, le magasin des pièces détachées, la salle de préparation et de fabrication de la pâte, la salle de lavage et le laboratoire.
- **2001** : Certification ISO 9001/2000.
- **2003** : Acquisition de la deuxième partie des locaux de la Société Zycsa et extension de SIALIM, qui deviendra par la suite Fromageries Bel Maroc.

- **2004** : Début des constructions du nouveau site et déménagement des services administratifs vers le nouveau bâtiment sur l'allée N°1 au mois d'octobre de la même année.
- **2005** : Démarrage de la production de Kiri dans la nouvelle unité de production Sialim2.
- **2007** : Certification ISO 22000 version 2005 avec renouvellement de la Certification ISO 9001 version 2000.
- **2008** : Extension des frigos de stockage avec l'acquisition du local INDO et Lancement de VQR White.
- **2009** : Lancement du produit VQR Gruyère.

II. Identification de l'Entreprise

1. Fiche Technique

Le tableau ci dessous illustre la fiche technique de l'entreprise.

Tableau 1: Fiche technique de l'entreprise.

Raison sociale	Société industrielle d'alimentation
Régime juridique	Société anonyme (S.A)
Secteur d'activité	l'agro-alimentaire
Branche d'activité	Fabrication et commercialisation du fromage fondu
Capital social	46 200 000 Dhs
CNSS	2813
Identification fiscale	N° 04902802
Patente	Tanger N° 572202000
Siège social et usine	Zone industrielle de Moghogha, route de Tétouan, Tanger
Téléphone	0539 35 17 40/ 039 35 07 94
Fax	0539 35 17 41
Service commercial & administratif des ventes	Rue Sidi Bennour, Ain Borja, Casablanca
Téléphone	0522 61 85 04/ 0522 61 85 05
Fax	0522 62 07 97
Email	fromageriesbelmaroc@groupe-bel.com
Site Web	www.bel-group.com
Banques	BMCI, BMCE, SGMB et Crédit du Maroc

2. Organigramme de l'Entreprise

Le schéma ci-dessous présente l'Organigramme de Fromagerie Bel Maroc.

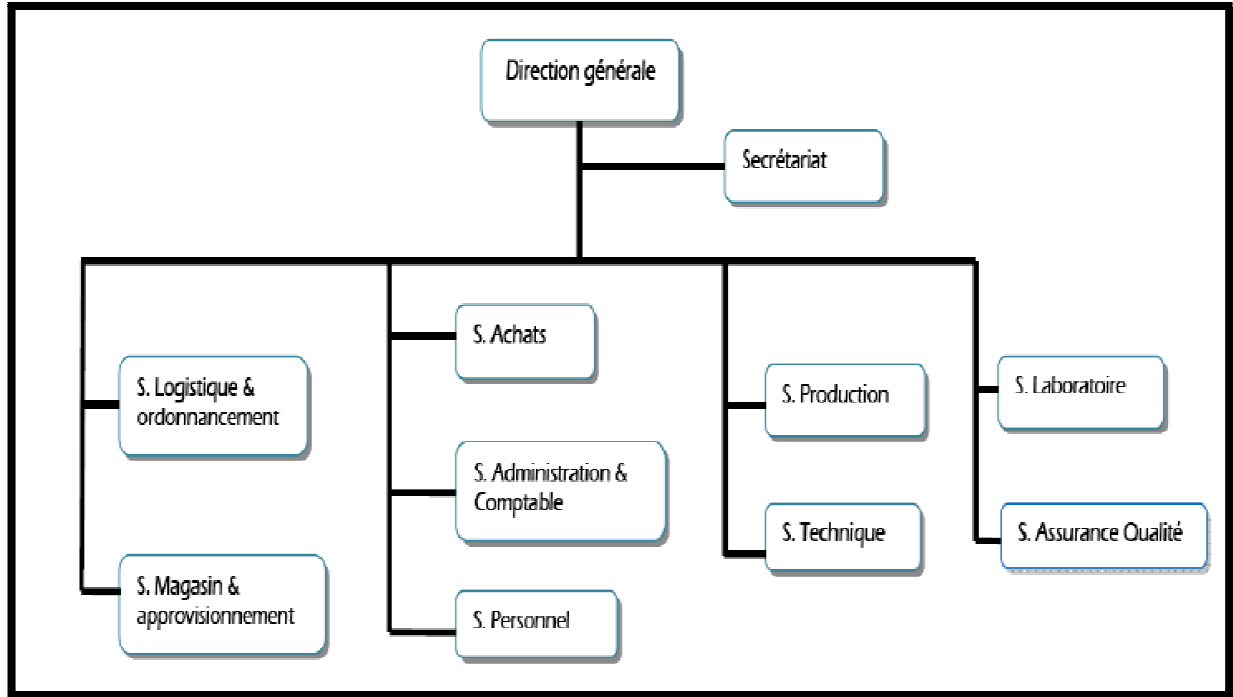


Figure 1 : Organigramme de la société.

Pour le Service Production lieu de mon stage, il est subdivisé en plusieurs SIALIM:

Les SIALIM 1, 2 et 3 sont des appellations qui caractérisent le langage interne de Fromagerie Bel **Tanger**, ces derniers permettent la distinction par spécialisation de fonctionnement au niveau de service de production :

SIALIM 1 : se charge de la production de fromage fondu (La vache qui rit, les enfants, ...).

SIALIM 2 : se charge de la production de fromage frais fondu (KIRI, GOLD EXTRA,...).

SIALIM 3 : mise en place en 2008, représente le lieu de stockage de la matière première.

III. Produits de Fromageries Bel Maroc




L'usine de Tanger fabrique une diversité des produits, qui sont destinés aussi bien à l'export qu'au marché national.

Nous montrons ci-après quelques images de fromages fabriqués par les Fromageries BEL Maroc destinés pour le marché international et local :

1. Produits destinés au marché international

Les produits destinés à l'exportation sont : **KIRI Al Jarra**, **LVQR Blue**, **Gold Extra**, **Picon** et dont les images sont représentées dans le tableau 4.




Tableau 2 : Produits de Fromagerie Bel Maroc destinés à l'exportation.

Marque	Image correspondante
KIRI Al Jarra : Pays de destination : Moyen orient.	
LVQR Blue et Gold Extra Pays de destination : Moyen orient.	
Picon : Pays de destination : Liban.	

2. Produits destinés au marché marocain

Les produits destinés au marché local sont : **la vache qui rit**, **les enfants**, **Kiri**, **Kiri (pot)** et dont les images sont représentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Produits de Fromagerie Bel Maroc destinés au marché marocain.

Marque	Image correspondante
<p>La vache qui rit Nature : Fromage fondu.</p>	
<p>Les enfants: Nature : Fromage fondu.</p>	
<p>Kiri : Nature : Fromage frais fondu.</p>	
<p>Kiri (Pot) : Nature : Fromages frais fondus.</p>	

CHAPITRE 2 :

Partie Expérimentale :

Corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte du fromage fondu

A. Présentation du travail

Pendant ma période de stage, nous avons essayé d'améliorer la qualité du fromage fondu et d'augmenter le taux d'utilisation UHT, en faisant un contrôle en continu et en temps réel de la texture par le biais de l'instrument de viscosité au lieu de la méthode utilisée actuellement (qui provoque 45min de retard avant d'obtenir le résultat) ce dernier nécessite une étude de corrélation texture-viscosité.

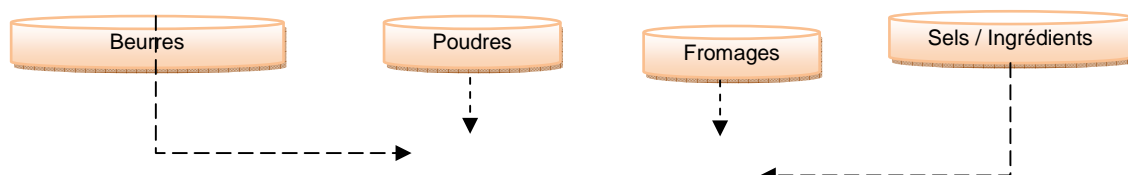
I. Procédé de fabrication du fromage fondu

Les fromages fondus sont obtenus par un mélange de produits laitiers (poudre de lait, crème, ou beurre), de sels de fonte (acides lactique et citrique, phosphates) et éventuellement d'autres constituants (épices, arômes, ...).

Le fromage a été l'un des premiers moyens de conservation du lait, la source précieuse de protéines et d'éléments énergétiques nécessaires à notre corps (lipides, glucides, minéraux surtout calcium, et vitamines).

1. Schéma de fabrication du fromage fondu

Les différentes étapes du procédé de la fabrication du fromage sont illustrées par la figure 2 donnée ci-après.



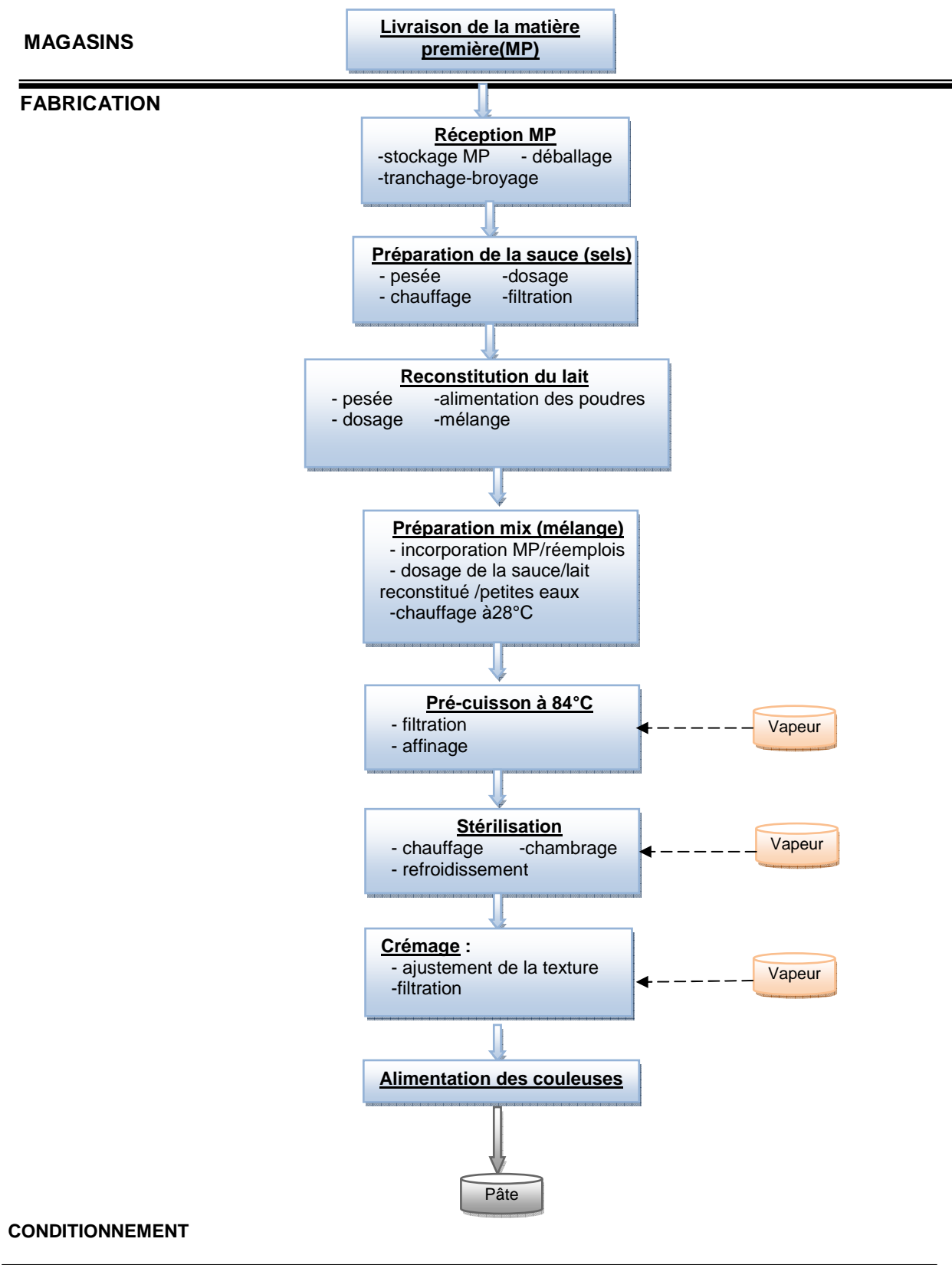


Figure 2 : Schéma simplifié du procédé de la fabrication de fromage.

2. Etapes de fabrication du fromage fondu

La préparation des fromages fondus consiste à la livraison des MP, réception/stockage MP, préparation MP, cuisson, crémage, alimentation des couleuses et ligne de conditionnement.

➤ **Livraison des matières premières**

Approvisionner l'atelier pour la fabrication en matières premières acceptées après les contrôles de réception et respectées en temps les quantités et les conditions d'utilisation qui doivent être conformes aux programmes de production.

➤ **Réception/ Stockage MP**

- Vérifier les quantités et la qualité des matières premières livrées (fromages, beurres, sels/ingrédients et poudres).
- Mettre à la disposition de la fabrication les matières premières nécessaires à la réalisation du programme de production.
- Maintenir les matières premières dans des conditions optimales d'hygiène de sécurité et de conservation.

➤ **Préparation MP**

Déballage :

- Séparer les matières premières de leur contenant en éliminant les déchets d'emballage.
- Garantir une rotation **FIFO** des matières premières au sein du stock fabrication,
- **FIFO** :First In First Out (Premier entrant premier sortant) c'est un système de gestion du stock. L'objectif est de commencer par consommer les anciennes références dans la production. Ainsi, on évite l'obsolescence des matières premières.
- Vérifier la bonne qualité gustative des matières premières à l'utilisation.

Préparation des réemplois:

- Récupérer la pâte issue des tirages en caisse de fabrication pour l'incorporer comme réemploi dans les prochaines fabrications.

Pesée:

- Peser les poudres, sels de fonte, beurre et réemplois selon la formule en respectant les tolérances de pesée.

➤ Cuisson

- Une fois la pesée informatique réalisée en fonction de la recette à préparer, les ingrédients sont passés dans une broyeuse pour un mélange à froid.
- Broyage des matières premières.
- Dans un atelier séparé, les ouvriers se mettent en charge des recettes manient les ingrédients pulvérulents (caséine, poudres de lait, acide citrique, sel) qui seront ajoutés à la formulation par transfert pneumatique dans de grands mélangeurs.
- Les sels de fontes sont ajoutés pour faire une émulsion des protéines laitières et donner une texture homogène au produit.
- Le responsable prélève un échantillon pour l'analyser au laboratoire de réglage afin de contrôler la valeur du pH et de l'extrait sec (ES).
- La correction de l'ES se fait par l'ajout de l'eau s'il est élevé et par l'ajout de MP s'il est bas.
- La correction du pH se fait par l'ajout de l'acide citrique s'il est élevé et par l'ajout des sels de fontes (une base) s'il est bas.
- le "mix" de mélanges est transféré des mélangeurs à l'étage supérieur où la pâte va subir une **pré-cuisson** à 84°C : la matière grasse est divisée en petits globules qui vont être stabilisées par les protéines. Le mélange est alors brassé pour enlever l'air emprisonné dans la pâte.
- Le mélange est amené vers la cuve BL01 (Brassage léger qui sert à stocker temporairement le produit avant stérilisation) d'UHT A. La température dans la cuve doit être au voisinage de 84°C et le temps de séjour maximal dans la cuve ne doit pas dépasser 7min (il dépend du débit), puis la pâte est transporté vers la "**Chambreur**" qui permet d'obtenir le barème de **stérilisation** pour détruire la **flore microbienne** à une T = 144°C, ensuite vers "**Flash**" qui sert à diminuer la T° à 84°C ; on obtient un produit liquide. Un procédé "flash" de mise sous vide permet un refroidissement de la pâte, qui sera ensuite écrémée afin d'obtenir une viscosité compatible avec les opérations de conditionnement et de la texture finale désirée.

****But :**

UHT est une technique de conservation du fromage consistant à éliminer les bactéries et les divers micro-organismes, ainsi que leurs spores et leurs **Toxines** afin d'éviter la dégradation rapide, par l'action chimique d'enzymes, d'acides et d'autres produits oxydants.

➤ **Crémage**

L'arrivée de la pâte à la cuve BF01 (brassage force : une cuve de crémage). Il faut fixer le temps de séjour, la vitesse de l'agitation et la température dans la cuve.

- La température pour créer des liaisons entre les ingrédients par exemple l'ion Na^+ du sel pour solubiliser les protéines dans l'eau.
- Le temps de séjour pour déterminer le degré de la crème, qui varie selon la nature de la pâte et c'est important pour l'obtention de l'objectif de la texture.
- La vitesse de l'agitation pour homogénéiser la crème.

Après crémage, la crème va être stockée dans la cuve BL02 (une cuve de stockage de produit fini avec une $80 < T < 84^\circ\text{C}$) qui alimente les trémies afin d'être conditionnée et emballée.

➤ **Alimentation de la couleuse**

- Garantir une alimentation suffisante des couleuses à pâte, adaptée aux variations de fonctionnement des machines et assurer la température nécessaire à la coulée.

➤ **Ligne de Conditionnement**

- Le conditionnement consiste à la mise sous emballage du fromage (après fabrication) pour permettre sa conservation (figure n°3).

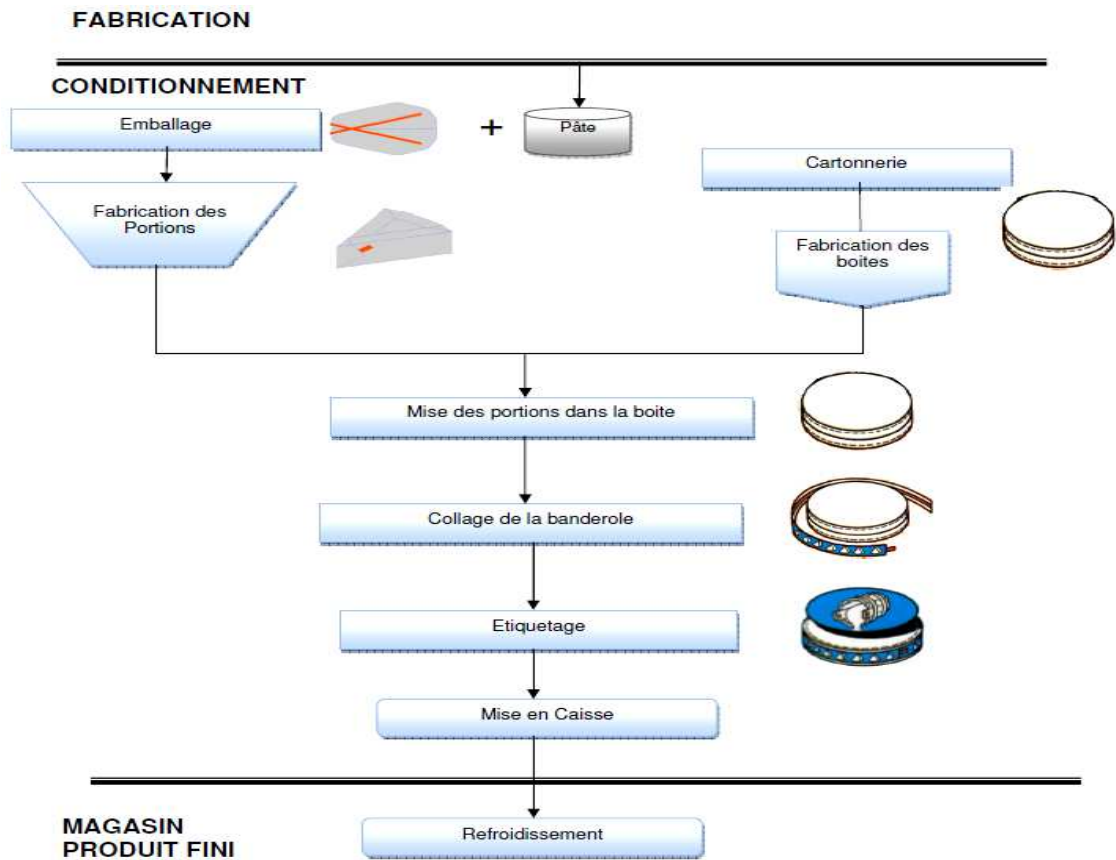


Figure 3 : Schéma simplifié du procédé de conditionnement.

➤ **Stockage au frigo**

Les palettes de fromages frais pasteurisés sont destinés au frigo puis stockées à la température de 5° C (risque de développement de microorganismes) et les produits UHT (ex : gold extra, white) sont stockés à 12°C.

II. Partie pratique

1. Texture

Dans le domaine alimentaire, la texture est considérée essentiellement comme une propriété sensorielle et regroupe un grand nombre de termes. Pour les fromages, elle détermine sa fermeté.

➤ Méthode

On mesure la texture du fromage par un contrôle pénétrométrique qui est déterminé par un appareil appelé Stevis.

Pour mesurer la texture du fromage fondu des portions triangulaires, il faut un suivi de $j+20$ min, au cours de cette surveillance, il faut prendre des prélèvements chaque demi heure après refroidissement du produit dans un bain marie à 20°C pendant 20 min + 25 min le passage de la pâte dans le circuit et la trémie (45 min de retard), dont l'objectif de mon thème est de traiter la valeur de la texture obtenue automatiquement avant 45 min de la sortie du produit de la cuve du brassage léger nommé BL02.

2. Viscosité

La viscosité peut être définie comme la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence se produisant dans la masse d'une matière.

Il existe deux types de viscosité : **dynamique** (ou absolue) et **cinématique**.

En ce qui concerne notre sujet, on va étudier la viscosité dynamique.

La viscosité dynamique correspond à la conduite de cisaillement qui accompagne l'existence d'un gradient d'écoulement dans la matière.

3. Installation de l'instrument de viscosité

Parmi les propositions données, pour la mise en place de l'instrument de mesure de viscosité de fromage fondu en écoulement on a soit :

- à la sortie du brassage forcé (BF),
- ou à l'entrée de la couleuse
- ou à la sortie du brassage léger (BL02).

Pour la mise en place à la sortie BF, la viscosité n'est pas significative, car il se fait un deuxième crémage au niveau de la cuve BL02. Pour la mise à l'entrée couleuse, c'est très coûteuse pour la société (investissement) et donc le choix le plus efficace pour l'installation de l'instrument de mesure de viscosité est de le mettre à la sortie BL02, alors on a des contraintes à gérer : variation de pression, variation du débit suite à l'emplacement d'une couleuse.

4. Objectifs de mettre en place le capteur de viscosité

L'utilisation du capteur de viscosité en ligne est la plus répandue dans l'industrie agro-alimentaire et dans d'autres industries.

Le choix de la ligne fromage fondu comme ligne test s'inscrit dans une action d'amélioration l'usine afin de :

- Diminuer le taux d'arrêt,
- Limiter la dispersion de texture pour répondre à de nouvelles exigences clients,
- Anticiper les dérives ponctuelles aboutissant à des arrêts machines ou à des non conformités atelier (avec déclassement)
- Faciliter la conduite automatique de l'appareil.

5. Principe de mesure de la viscosité

Le capteur permet de déterminer la viscosité d'un produit. La viscosité est importante à la fois pour la texture finale des produits et pour les contraintes de production. Il permet de mesurer des différentes grandeurs, comme :

- le débit,
- la viscosité dynamique,
- et la température.

6. Matériels

- Supervision : traçabilité en continu pour la viscosité,
- Stevis : détermination de la texture,
- pH mètre : détermination de l'acidité de pH,
- CEM : mesure direct et rapide de l'extrait sec.

7. Exploitation de la méthode

Pour la lecture des valeurs de la viscosité, nous avons utilisé une filtration de données à l'aide des machines de supervision en prenant des valeurs moyennes après chaque demi-heure successive par le biais du superviseur statistique. Cette filtration est une exploitation facile qui permet de mesurer des valeurs réelles en éliminant les perturbations.

Pour traiter ce sujet, nous avons travaillé sur les fromages fondus (à pâtes recuites) fabriqués à partir d'un ou de plusieurs fromages à pâte pressée (emmental, gouda, edam, cheddar), cuite ou non, refondus, additionnés de lait, crème ou beurre. Ces fromages ont l'avantage de se conserver longtemps. On ajoute à la pâte, selon le produit, des agents stabilisateurs, des émulsifiants, du sel, des colorants, des édulcorants (sucre, sirop de maïs) et des assaisonnements (herbes, épices, fruits). On obtient une texture plus ou moins molle et élastique et une saveur peu prononcée.

B-Résultats et discussions

En probabilités et en statistiques, étudier la corrélation entre deux ou plusieurs variables aléatoires ou statistiques numériques, c'est étudier l'intensité de la liaison qui peut exister entre ces variables. La liaison recherchée est une relation affine.

Une mesure de cette corrélation est obtenue par le calcul du coefficient de corrélation linéaire. Ce coefficient est égal au rapport de leur covariance et du produit non nul de leurs écarts types. Le coefficient de corrélation est compris entre -1 et 1.

I. Corrélation entre la texture et la viscosité pour la pâte du fromage fondu

Pendant ma période de stage, j'ai essayé de traiter 2 paramètres très importants pour la pâte du fromage fondu: la viscosité et la texture.

En premier lieu, j'ai effectué une étude globale de la texture et de la viscosité de deux différentes sortes de pâte : 104723 et 105680.

En deuxième lieu, j'ai effectué quelques analyses sur chaîne des pâtes séparées. Après j'ai fait un suivi en changeant les paramètres des pâtes en fonction de quelques matières qui sont :

la présence ou pas de la caséine et le taux d'affinage du fromage cheddar. D'après les essais et les analyses réalisés nous avons obtenu les résultats suivants :

1. Paramètres influençant sur la viscosité et la texture

Avant d'effectuer les analyses de viscosité et de texture, il faut déterminer les facteurs qui influencent sur ces analyses. Ces facteurs sont :

- pH,
- Température
- et %ES.

a) Effet de la Température

La température joue un rôle très important et d'après les analyses effectuées sur la pâte du fromage fondu, selon la supervision de mesure de viscosité on a conclut que la température convenable pour les pâtes traitées est d'environ 82°C.

b) Effet du pH

En général le pH du fromage doit être compris entre $5,5 < \text{pH} < 5,6$ (acide).

Pour travailler dans des conditions opératoires constantes, il faut maintenir un **pH** acide d'une valeur de **5,55** et une **température** de **82°C**. À ces conditions, on détermine le taux d'extrait sec pour les deux échantillons analysés : pâtes 104723 et 105680.

Les résultats obtenus des analyses physico-chimiques sont présentés dans le tableau 4 donnée ci- après:

Echantillons	pH	%ES
104723	5,58	44
	5,55	43,5
	5,52	43
105680	5,58	43,5
	5,55	43
	5,52	42,5

Tableau 4 : Variation d'extrait sec en fonction du pH.

➤ **Observation**

On observe que le taux d'extrait sec varie avec le pH, donc pour travailler à un pH de **5,55**, on a comme objectif d'extrait sec pour la pâte **104723** la valeur de **43,5%** et pour la pâte **105680** la valeur de **43%**.

➤ **Détermination de la matière sèche**

****Mode opératoire**

✓ *Préparation de la capsule*

Placer une capsule contenant environ 25 g de sable de mer et une baguette posée sur le sable, dans l'étuve pendant une nuit.

Placer la capsule immédiatement dans le dessiccateur. Laisser refroidir à la température ambiante (au moins 45 min). Peser la capsule et la baguette au mg près.

Le délai de séjour dans le dessiccateur ne doit pas excéder 2 heures.

✓ *Prise d'essai*

Rassembler le sable de la capsule préparé en inclinant celle-ci. Introduire environ 3 g à 5 g de la croute du fromage et peser au mg près.

✓ *Détermination*

Mélanger soigneusement la prise d'essai et le sable.

Etaler régulièrement le mélange sur le fond de la capsule. Introduire la baguette dans le mélange.

Note : Le mélange de sable et de fromage dur peut être facilité par l'ajout d'une quantité suffisante d'eau (environ 3 ml) pour saturer le sable.

Placer la capsule dans l'étuve pendant 3 heures et placer immédiatement dans le dessiccateur.

Laisser la capsule refroidir à température ambiante (au moins 45 min) et peser au mg près.

Placer la capsule dans l'étuve pendant 1 heure. Répéter ces opérations jusqu'à poids constant.

✓ *Nombre de déterminations*

Effectuer deux déterminations sur des prises d'essai provenant du même échantillon pour essai.

****Expression des résultats**

✓ *Mode de calcul et formule*

La matière sèche exprimée en pourcentage en masse, est égale à : **m1- m0**

m0 est la masse en grammes de la capsule (y compris le sable) et de la baguette.

m1 est la masse en grammes de la capsule (y compris le sable) de la baguette et de la prise d'essai.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux déterminations. Arrondir la valeur obtenue à 0,1 % (m/m) près.

➤ **Mesure de pH**

****Mode opératoire**

✓ Etalonnage du pH-mètre

Ajuster la température des solutions tampons à 20°C ± 1°C et étalonner le pH-mètre conformément aux instructions du fabricant.

Note 1 : Placer l'électrode dans le bécher contenant le tampon pH 7 sous agitation modérée et régler le pH-mètre à 7 après stabilité de l'indicateur de valeur. Rincer l'électrode à l'eau, essuyer l'électrode en la tamponnant et la plonger dans le bécher contenant le tampon pH 4. Régler la pente de l'électrode pour amener l'indicateur du pH à la valeur du tampon. Rincer et essuyer l'électrode et vérifier que le premier réglage à pH7 n'a pas varié. Sinon poursuivre les réglages.

Note 2 : Si une série d'échantillons est analysée, vérifier l'étalonnage du pH-mètre avec les deux solutions étalons au moins toutes les 30 minutes.

✓ Préparation de la solution d'essai

Peser à 0,1 g près dans le bécher 20 g de l'échantillon préparé. Ajouter 100 ml d'eau préalablement portée à $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Mélanger à l'aide de l'homogénéisateur (7.6) durant 30 secondes.

✓ Mesure du pH

Plonger l'électrode dans la préparation et déterminer immédiatement le pH-mètre après avoir soigneusement rincé l'électrode de mesure avec de l'eau. Placer sous agitation magnétique 15 secondes avant de procéder à la lecture.

2. Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange des pâtes 104723 et 105680.

a) Graphe de résidus de point des valeurs individuelles du mélange des pâtes 104723 et 105680

Le schéma suivant présente la corrélation des valeurs individuelles entre la viscosité et la texture des deux pâtes.

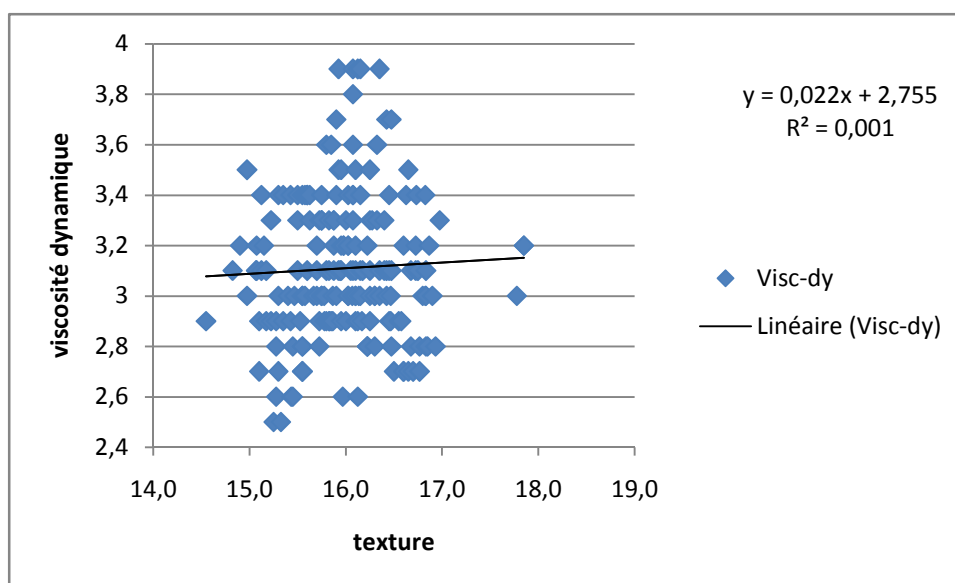


Figure 4 : Résidus de points des valeurs individuelles du mélange de pâte 104723 et 105680.

➤ Observation

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture la présence d'un résidu de point condensé vers l'intervalle qui varie entre 3 et 3,2 Pa.s.

A cet intervalle, on trace la courbe d'équation $y = 0,022x + 2,75$ qui passe par le maximum de point et puisque la corrélation des valeurs individuelles est difficile à déterminer, on a utilisé la corrélation des moyennes des valeurs.

b) Courbe de la moyenne des valeurs du mélange des pâtes 104723 et 105680

La courbe ci-dessous montre la moyenne générale des valeurs de la viscosité et de la texture des deux pâtes.

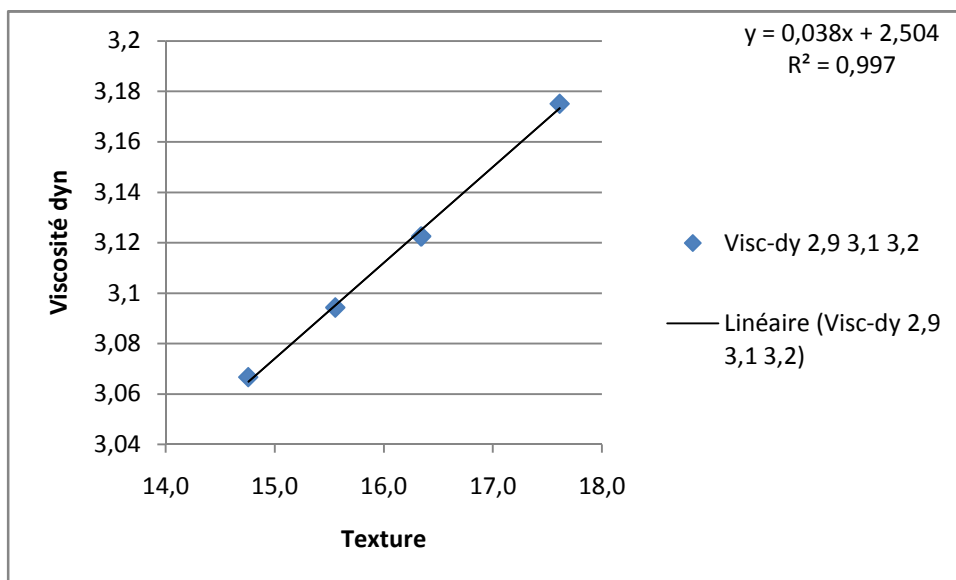


Figure 5 : Courbe représentant la droite d'équation de viscosité en fonction de la texture des deux pâtes 104723 et 105680.

➤ Observation

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture, une courbe linéaire qui ne passe pas par l'origine avec une équation de type $y = 0,038x + 2,504$, avec un coefficient de corrélation de l'ordre de 99,7%, de ce fait on constate une bonne corrélation entre la texture et la viscosité des deux pâtes 104723 et 105680.

➤ Interprétation

Pour avoir une meilleure texture, il faut travailler avec un intervalle de viscosité qui varie entre 3 et 3,2 Pa.s pour le mélange des pâtes traitées.

3. Corrélation entre la viscosité et la texture de la pâte 104723

a) Graphe de résidus de point des valeurs individuelles de la pâte 104723

Le schéma suivant illustre la corrélation des valeurs individuelles entre la viscosité et la texture de la pâte 104723.

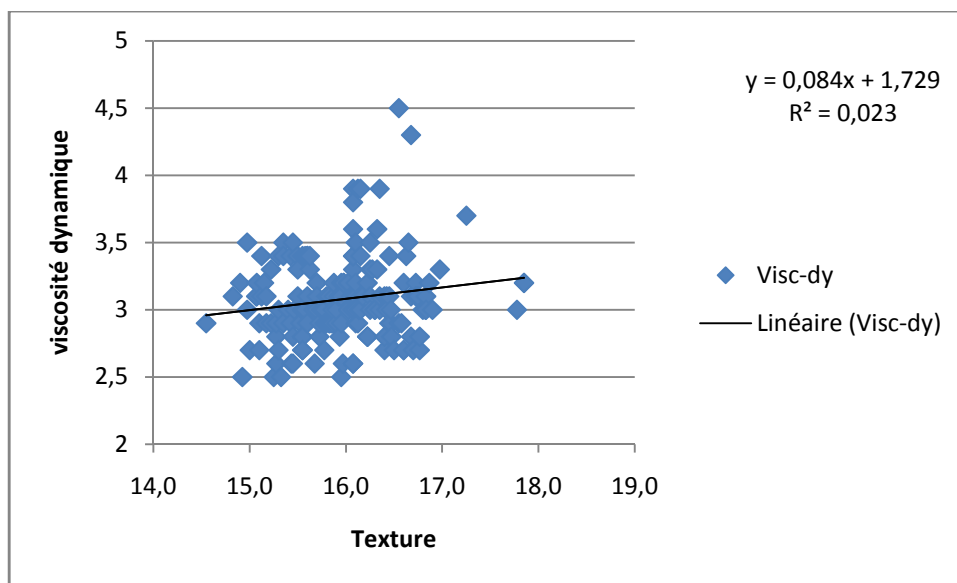


Figure 6 : Résidus de points des valeurs individuelles de la pâte 104723.

➤ Observation

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture la présence d'un résidu de point condensé vers l'intervalle qui varie entre 2,5 et 3,5 Pa.s.

A cet intervalle, on trace la courbe d'équation $y = 0,084x + 1,729$ qui passe par le maximum de point et puisque la corrélation des valeurs individuelles est difficile à déterminer, on a utilisé la corrélation des moyennes des valeurs.

b) Courbe de la moyenne des valeurs de la pâte 104723

La courbe ci-dessous indique la moyenne générale des valeurs de la viscosité et la texture de la pâte 104723.

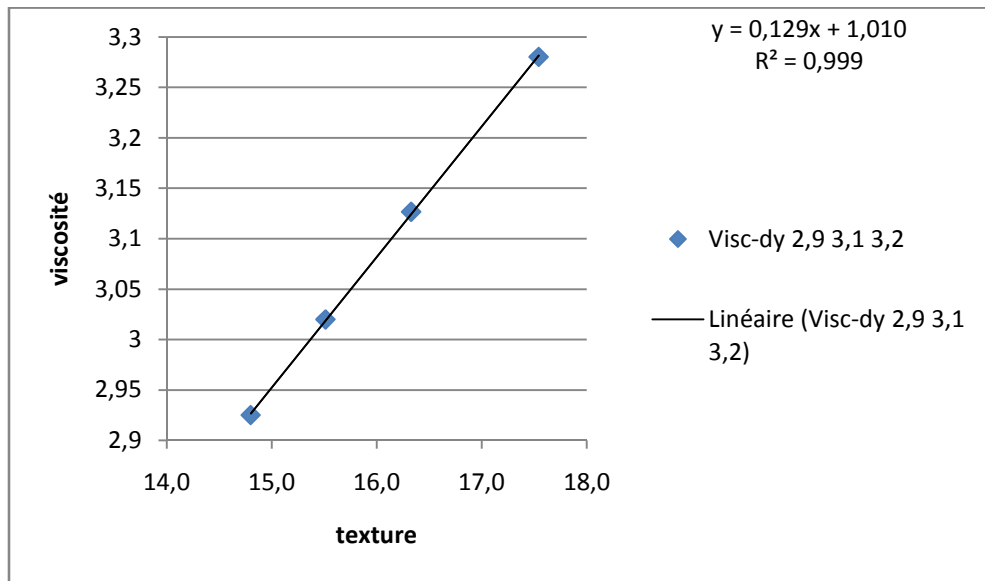


Figure 7 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 104723.

➤ **Observation**

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture, une courbe linéaire qui ne passe pas par l'origine avec une équation de type $y = 0,129x + 1,010$, avec un coefficient de corrélation de l'ordre de **99,9%**, de ce fait on constate une bonne corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte 104723.

➤ **Interprétation**

Pour avoir une meilleure texture, il faut travailler avec un intervalle de viscosité qui varie entre **2,9** et **3,3** Pa.s pour la pâte **104723**.

4. Corrélation entre la viscosité et la texture de la pâte 105680

a) Graphe de résidus de point des valeurs individuelles de la pâte 105680

Le schéma suivant présente la corrélation des valeurs individuelles entre la viscosité et la texture de la pâte **105680**.

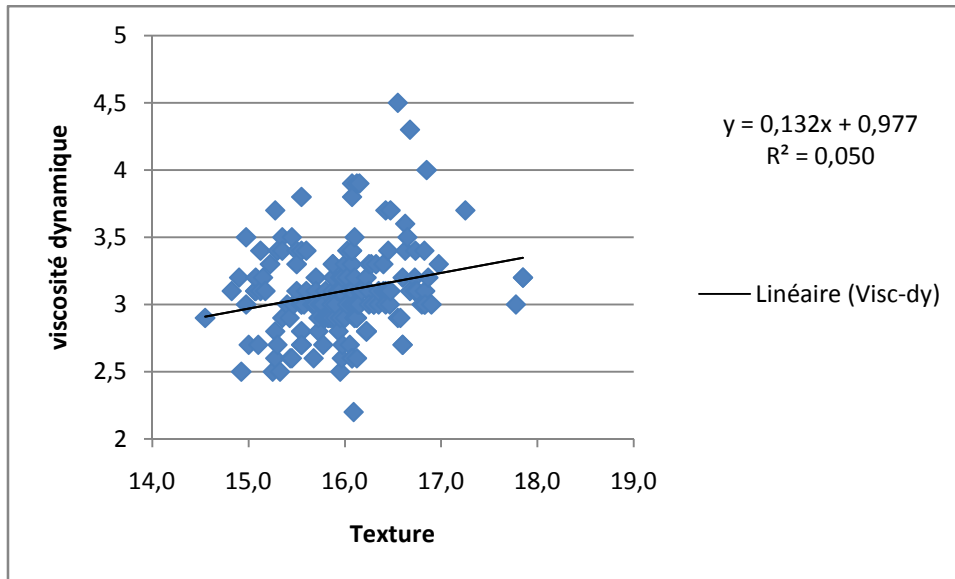


Figure 8 : Résidus de points des valeurs individuelles de la pâte 105680.

➤ **Observation**

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture la présence d'un résidu de point condensé vers l'intervalle qui varie entre **2,5** et **3,5** Pa.s.

A cet intervalle, on trace la courbe d'équation $y = 0,132x + 0,977$ qui passe par le maximum de point et puisque la corrélation des valeurs individuelles est difficile à déterminer, on a utilisé la corrélation des moyennes des valeurs.

c) Courbe de la moyenne des valeurs de la pâte 105680

La courbe ci-dessous montre la moyenne générale des valeurs de la viscosité et la texture de la pâte **105680**.

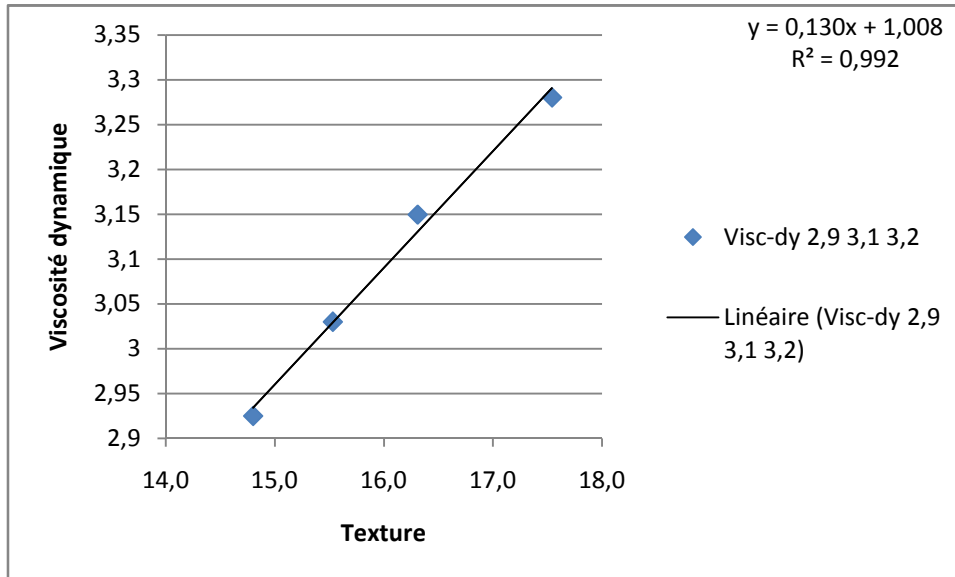


Figure 9 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 105680.

➤ **Observation**

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture, une courbe linéaire qui ne passe pas par l'origine avec une équation de type $y = 0,130x + 1,008$, avec un coefficient de corrélation de l'ordre de **99,2%**, de ce fait on constate une bonne corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte 105680.

➤ **Interprétation**

Pour avoir une meilleure texture, il faut travailler avec un intervalle de viscosité compris entre **2,9** et **3,3** Pa.s pour la pâte 104723.

5. Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange de pâtes sans caséine acide

a) Graphe de résidus de point des valeurs individuelles des pâtes 104723 et 105680 sans caséine acide

Le schéma suivant présente la corrélation des valeurs individuelles entre la viscosité et la texture des **deux pâtes** confondues.

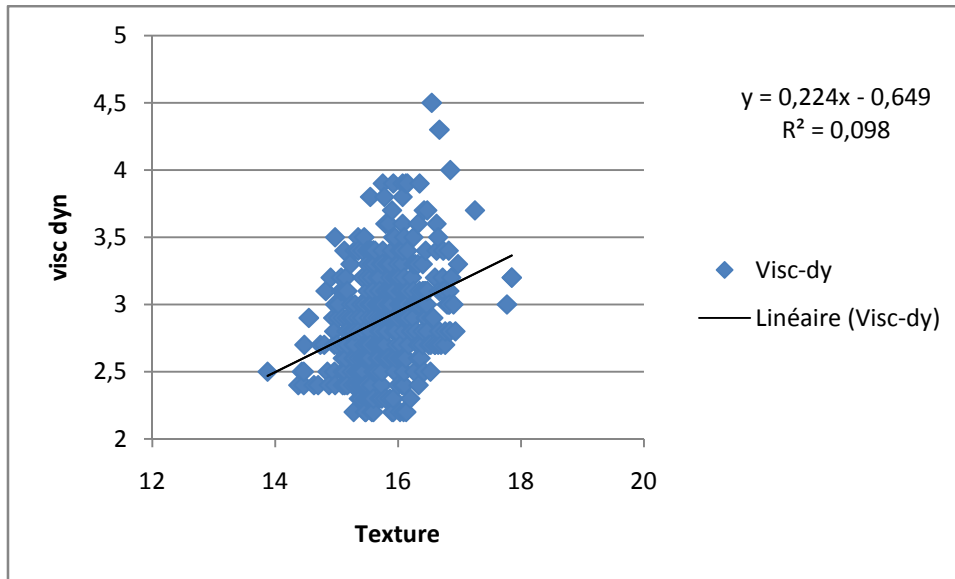


Figure 10 : Résidus de points des valeurs individuelles des pâtes 104723 et 105680.

➤ **Observation**

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture la présence d'un résidu de point condensé vers l'intervalle compris entre 2,3 et 3,5 Pa.s.

A cet intervalle, on trace la courbe d'équation $y = 0,224x - 0,649$ qui passe par le maximum de point et puisque la corrélation des valeurs individuelles est difficile à déterminer, on a utilisé la corrélation des moyennes des valeurs.

b) Courbe de la moyenne des valeurs du mélange des pâtes 104723 et 105680 sans caséine acide

La courbe ci-dessous montre la moyenne générale des valeurs de la viscosité et la texture des pâtes.

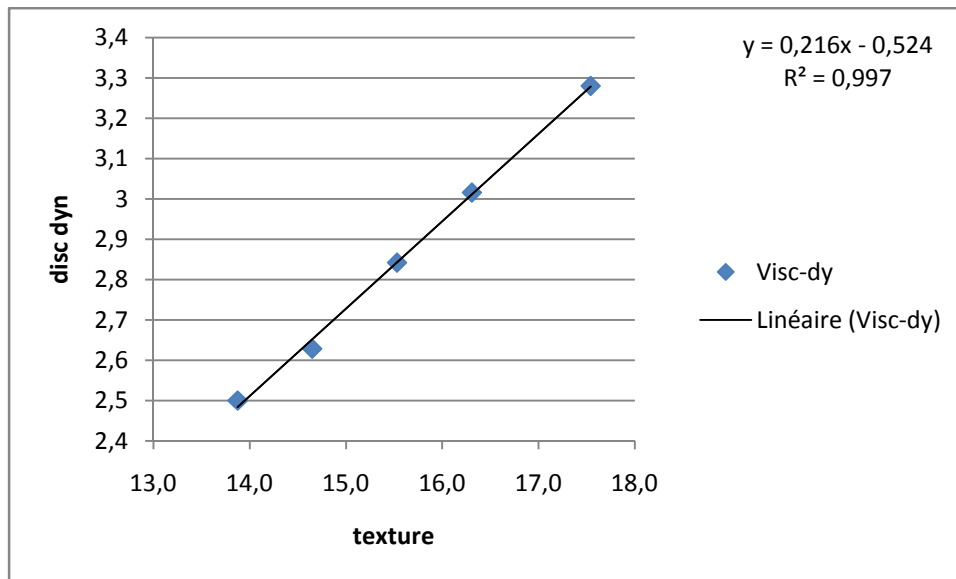


Figure 11: Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture des pâtes 104723 et 105680.

➤ Observation

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture, une courbe linéaire qui ne passe pas par l'origine avec une équation de type $y = 0,216x - 0,524$, avec un coefficient de corrélation de l'ordre de **99,7%**, de ce fait on constate une bonne corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte 104723 et 105680.

➤ Interprétation

Pour avoir une meilleure texture, il faut travailler avec un intervalle de viscosité qui varie entre **2,9** et **3,3** Pa.s pour la pâte **104723**.

6. Corrélation entre la viscosité et la texture du mélange de la pâte 105680 avec caséine acide

a) Graphe de résidus de point des valeurs individuelles de la pâte 105680 avec caséine acide

Le schéma suivant présente la corrélation des valeurs individuelles entre la viscosité et la texture de la pâte **105680**.

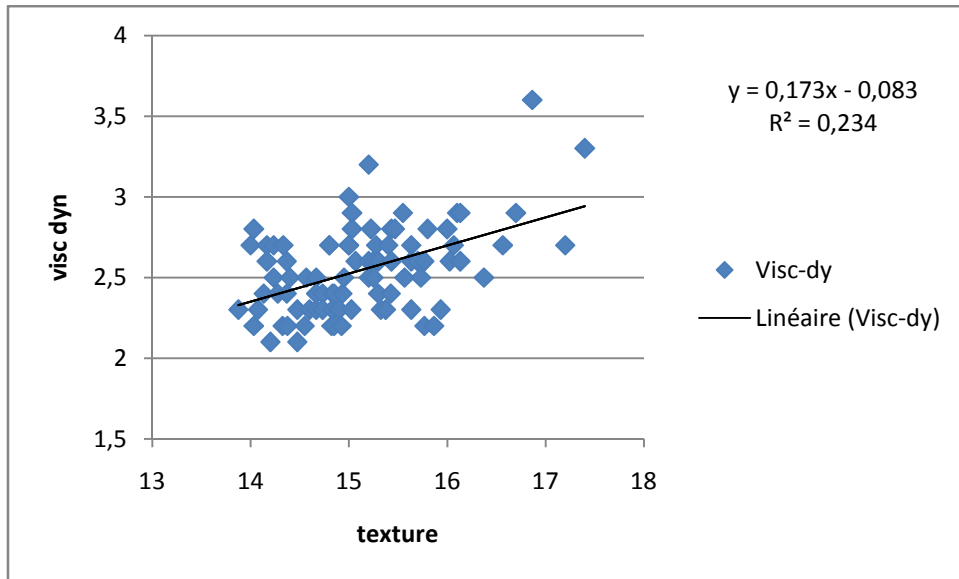


Figure 12 : Résidus de point des valeurs individuelles de la pâte 105680.

➤ **Observation**

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture la présence d'un résidu de point condensé vers l'intervalle qui varie entre 2 et 3 Pa.s.

A cet intervalle, on trace la courbe d'équation $y = 0,173x - 0,083$ qui passe par le maximum de point et puisque la corrélation des valeurs individuelles est difficile à déterminer, on a utilisé la corrélation des moyennes des valeurs.

b) Courbe de la moyenne des valeurs de la pâte 105680 avec caséine acide

La courbe ci-dessous montre la moyenne générale des valeurs de la viscosité et la texture de la pâte 105680.

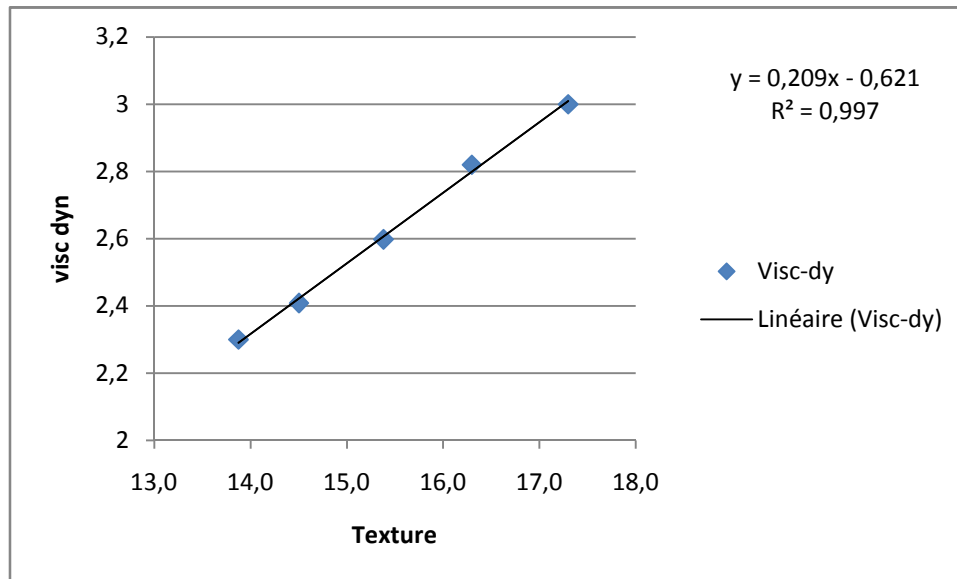


Figure 13 : Courbe représentant la droite d'équation de la viscosité en fonction de la texture de la pâte 105680 avec CA.

➤ Observation

On observe dans le graphe de variation de la viscosité dynamique en fonction de la texture, une courbe linéaire qui ne passe pas par l'origine avec une équation de type $y = 0,209x - 0,621$, avec un coefficient de corrélation de l'ordre de **99,7%**, de ce fait on constate une bonne corrélation entre la texture et la viscosité de la pâte 105680.

➤ Interprétation

Pour avoir une meilleure texture, il faut travailler avec un intervalle de viscosité qui varie entre **2,3** et **3** Pa.s pour la pâte **105680**.

8. Conclusion des résultats

D'après les résultats des courbes précédentes, nous confirmons qu'il existe une corrélation entre la texture et la viscosité dans l'intervalle de viscosité compris entre 2,5 et 3,5 Pa.s.

On constate que la viscosité et la texture ne sont pas influencées par la présence ou non de la caséine acide.

Donc la société Fromageries Bel Maroc peut passer à l'étape suivante c'-à-d au réglage automatique de la texture à l'instrument de mesure de viscosité lié à la sortie de BL02, mais en prenant par considération les changements que subissent la viscosité et la texture.

CONCLUSION

La formation théorique reste toujours incomplète sans la pratique durant les stages. De ce fait le stage est considéré comme un champ d'application des connaissances requises durant la formation universitaire permettant de développer le dévouement personnel lorsqu'on effectue telle ou telle tâche.

Ce stage m'a permis tout d'abord d'appréhender de façon tangible le côté complexe et dynamique du processus de production d'un produit au sein des Fromageries Bel Maroc.

Il m'a permis aussi de vivre le quotidien d'une unité de production, de voir comment on arrive à animer une équipe au travail et de vivre aussi le souci des dirigeants à assurer la confiance dans les rapports humains, à assurer la qualité du produit fini et à rechercher les moyens appropriés pour le produire.

Ce projet m'a permis de m'intéresser en premier temps à comprendre le coté théorique de la problématique posée et m'a donné la chance de comprendre l'origine de la méthode que j'ai appliqué au sein des Fromagerie Bel Maroc.

Sur le plan pratique, ce stage m'a permis d'une part, de mettre à profit mes connaissances acquises à la disposition du milieu professionnel et d'autre part, d'être au courant des problèmes engendrés lors de l'implantation d'une nouvelle méthode.

Enfin, effectuer un stage et traiter un sujet à problème, s'avère le meilleur moyen pour connaître la réalité professionnelle au sein de l'entreprise.

« La théorie est un trésor, la pratique est sa cléf »

WEBOGRAPHIES

- http://biochim-agro.univ-lille1.fr/proteines/co/ch1_II_intro.html
- <http://www.azaquar.com/doc/technologie-de-fabrication-dufromage>
- <http://fr.sc.ribd.com/doc/21252637/6/II-Présentation-Bel-Maroc>
- <http://www.groupe-bel.com/bebel/fr/responsabilite-sociale-et-environnementale/bel-dans-le-monde.html>