



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques
«Bioprocédés, Hygiène & Sécurité Alimentaires»

Suivi des paramètres physicochimiques des dérivés laitiers :

Viscosité, extrait sec dégraissé, pH, température et acidité

Présenté par : ZOUINE BOUTAINA

Encadré par : Pr. HALOTI SAID (FST de Fès)

M^{me} BOUHLAL MOUNIA (Saïss Lait)

Soutenu le : 16/06/2015

Devant le jury composé de :

- **Pr. HALOTI SAID**
- **M^{me} BOUHLAL MOUNIA**
- **Pr. EL GHADRAOUI LAHSEN**
- **Pr. MANNI LAÏLA**

Année universitaire : 2014/2015

Dédicaces

*« Louange a Allah qui nous a guidés à ceci. Nous
n'aurions pas été guidés, si Allah ne nous avait pas guidés »*

A mes chers parents

Qui m'ont toujours aidée et qui sont prêts à tout faire pour mon bien.

Puisse Dieu vous prêter bonne santé

Et longue vie afin que je puisse à mon tour, vous combler.

A mes sœurs et frères

Puisse Dieu vous garder unis éternellement.

A mes amies et amis

A mes chères amies pour tous les moments que nous avons partagés.

A mes enseignants

Aucune dédicace n'est en mesure pour vous remercier.

A toute personne nous

ayant de loin ou de près aidés

REMERCIEMENTS

Avant de commencer le présent rapport, je tiens à remercier toute personne ayant contribué d'une façon ou d'une autre à sa réalisation.

Je remercie tout d'abord tous mes enseignants qui ont contribué à ma formation durant ma carrière scolaire

J'exprime mes respectueux dévouements à toute l'équipe professorale de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour la qualité de l'enseignement qui nous a été dispensé.

Je remercie spécialement mon encadrant Pr. Haloti Saïd pour l'encadrement et les conseils précieux et pertinents, sa disponibilité et sa participation au cheminement de ce rapport.

Je remercie également Pr. El Ghadraoui Lahsen et Pr. Manni Laïla de bien vouloir accorder leurs précieux temps à juger mon travail.

Mes sincères remerciements vont aussi à Mme Mounia BOUHLAL, mon encadrante au sein de SLCN et chef du service du laboratoire, ainsi qu'à toute l'équipe de production et du service laboratoire, qui m'ont assisté par leurs conseils, et qui m'ont éclairé la voie par leurs orientations, leurs expériences et leurs connaissances dans le domaine.

J'adresse aussi mes sincères remerciements à Mme Najat HABIBI, Pour l'attention et l'aide qu'elle m'a apportées pendant mon stage au sein de Saïss lait, et aussi Mme Sophia JABRI et Mme Jamila BAHLOUL.

Je tiens à exprimer tous mes remerciements à mes chers parents qui m'ont soutenue pendant toute la durée de ma formation.

✱ Liste des figures :

Figure 1 : Gamme de produits de la société laitière centrale du Nord.....	4
Figure 2 : Organigramme de la S.L.C.N.....	5
Figure 3 : Structure de micelle de caséine du lait + agrégat de micelles protéique du lait après coagulation.....	7
Figure 4 : Plan du travail effectué au cours du conditionnement du 1 ^{er} échantillon du yaourt brassé	12
Figure 5 : Plan du travail effectué après conditionnement du 1 ^{er} échantillon du yaourt brassé.....	13
Figure 6 : pH mètre (pH / ORP Meter) utilisé.....	15
Figure 7 : Viscosimètre vue de profile.....	15
Figure 8 : MilkoScan™ Minor utilisée dans la détermination de la matière grasse et de l matière protéique.....	16
Figure 9 : Histogrammes représentant la variation de l'acidité (a) et du pH (b) du yaourt brassé à J ₀ , J ₊₁ , J ₊₇ et J ₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel.....	18
Figure 10 : Histogrammes représentant la variation de viscosité (a) et de l'extrait sec dégraissé (b) du yaourt brassé à J ₀ , J ₊₁ , J ₊₇ et J ₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel	19
Figure 11 : Histogrammes représentant la variation du pH (a) et de l'acidité (b) de Raïbi à J ₀ , J ₊₁ , J ₊₇ et J ₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel.....	21
Figure 12 : Histogrammes représentant la variation de la viscosité (a) et de l'extrait sec dégraissé (b) de Raïbi à J ₀ , J ₊₁ , J ₊₇ et J ₊₁₄ à la température ambiante au tunnel.....	22
Figure 13 : Histogrammes représentant la différence entre : la matière protéique (MP), la matière grasse (MG) et l'extrait sec dégraissé (ESD) du lait du départ du yaourt brassé et de Raïbi	23

✱ Liste des tableaux :

Tableau 1 : Fiche technique de la S.L.C.N.....	3
Tableau 2 : Critères d'acceptation du lait à la société laitière centrale du Nord.....	9

Résumé

Cette étude est faite au sein de laboratoire d'analyses de la société laitière centrale du nord afin de monter l'effet de la température sur la stabilité des produits laitiers, ainsi que la composition du lait de départ pour produire du yaourt brassé ou Raïbi par le suivi de leurs paramètres physicochimiques.

D'après les résultats obtenus sur les paramètres étudiés, qui sont : le pH, la température, la viscosité et l'extrait sec dégraissé. Nous avons remarqué que :

- Plus le lait de départ est riche en MG et en MP plus il est dirigé vers la fabrication du yaourt brassé.
- L'augmentation de la T° engendre d'une part une diminution du pH, de la viscosité, et de l'ESD, d'autre part l'augmentation de l'acidité.

De ces résultats nous avons tiré que le stockage des dérivés du lait, à basse température leur permet, d'une part, de préserver leur stabilité et d'améliorer de façon significative leur viscosité d'autre part.

En outre, les caractéristique des produits fini sont fortement dépendantes des marchés extérieurs de la matière première (lait de départ).

Mots clés : paramètres physicochimiques, lait, dérivés laitiers, Saiss lait, Température, Composition du lait de départ

Sommaire

Introduction	1
Partie 1 : présentation de la société laitière centrale du Nord	
1. Historique	3
2. Identité de la société laitière centrale du Nord	3
3. Gamme de produits de la société laitière centrale du Nord	4
4. Organigramme de la SLCN	5
Partie 2 : Synthèse bibliographique	
I. Généralités	6
1. Composition du lait	6
a. eau	6
b. lipides	6
c. protéines	6
d. glucides	7
e. Sels minéraux et vitamines	7
f. Gaz dissous	7
II. Réception et traitement du lait	8
1. Collecte du lait	8
2. Réception du lait	8
3. Dégazage	9
4. Filtration	9
5. Refroidissement	9
6. Stockage	9
7. Thermisation	9
8. Ecrémage	9
9. Pasteurisation	10
10. Stockage	10
III. Processus de fabrication des dérivés laitiers (Raïbi & Yaourt Brassé)	10
1. Raïbi	10
2. Yaourt Brassé	10
Partie 3 : Matériel et méthodes	
I. Echantillonnage	12
II. Méthodologie du travail	12
III. Analyses physicochimiques	14
1. Détermination de l'acidité	14
2. Mesure du pH et de la température	14
3. Détermination de la viscosité	15
4. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)	16
a) Détermination du taux de la matière grasse	16
b) Détermination de l'extrait sec total (EST)	16
Partie 4 : Résultats et discussions	
I. Représentation et interprétation des résultats	18
A. Effet de la température sur la stabilité du produit fini	18
1. Suivi des paramètres physicochimiques du yaourt brassé (Chahy)	18
a) pH et Acidité	18
b) Viscosité et extrait sec dégraissé (ESD)	19
2. Suivi des paramètres physicochimiques de Raïbi	20
a) pH et acidité	20
b) Viscosité et extrait sec dégraissé (ESD)	21
B. Effet du lait de départ sur l'aspect du produit fini	23
1. Matière protéique (MP), matière grasse (MG) et extrait sec dégraissé (ESD)	23
Conclusion	24
Références bibliographiques	

Introduction générale

Au Maroc, la filière laitière occupe un créneau important dans le secteur agroalimentaire. De nombreuses industries laitières sont installées à des différentes régions du royaume, ce qui rend la concurrence vive et pousse les industriels de cette filière à fournir plus d'effort afin d'améliorer la qualité de leurs produits. En conséquence, il est indispensable de relever le défi d'amélioration de la qualité des produits agroalimentaires via une approche de qualité logique et rationnelle, qui commence depuis la traite jusqu'au stockage du produit fini. Consciente de l'importance de l'application de la qualité, la Société Laitière Centrale du Nord (SLCN) s'est engagée avec ses moyens pour assurer une amélioration continue de ses produits et ses processus.

Le choix de la Société Laitière Centrale du Nord comme lieu de présent stage, trouve sa justification dans la place importante qu'elle occupe dans le secteur laitier de la région de Fès, ainsi que la diversité de ses produits, toute en assurant une meilleure qualité qui répond aux normes.

Une meilleure connaissance de la qualité du lait de départ destiné à la fabrication des dérivés laitiers permet d'adopter des processus technologiques préconisés, limiter les défauts de fabrication et améliorer la qualité du produit fini. C'est précisément dans ce cadre de préoccupation, que nous avons réalisé des mesures des paramètres physicochimiques du lait de départ (matière protéique, matière grasse et extrait sec dégraissé) qui sera destiné à la fabrication des dérivés du lait, tel que le yaourt brassé ou Raïbi.

Il est largement connu que la stabilité de la qualité des produits laitiers au cours de leur période de conservation est liée à plusieurs paramètres physicochimiques. Durant la période d'un mois et demi de mon stage réalisé au sein de la Société Laitière Centrale du Nord, j'ai eu l'occasion d'effectuer un suivi de ces paramètres physicochimiques tels que : la viscosité, l'extrait sec dégraissé, la température, le pH et l'acidité, réalisés sur des dérivés du lait (yaourt brassé et Raïbi) à la température ambiante (température de laboratoire) et au tunnel (chambre froide).

L'objectif principal de notre travail est de montrer l'effet de la température sur la stabilité du produit fini, par le suivi de ses caractéristiques physicochimiques, ainsi que la composition du lait de départ pour produire du yaourt brassé ou du Raïbi.

Le présent travail est divisé en quatre parties :

- La première partie est consacrée à la présentation de la Société Laitière Centrale du Nord (historique, identité, gamme de produits et organigramme).
- La deuxième partie se résume en une recherche bibliographique, portant sur des généralités sur le lait et son traitement, avec une description de processus de fabrication des dérivés laitiers, sur lesquels nous avons travaillé (Yaourt brassé & Raïbi).
- La troisième partie pratique, décrit le matériel et la méthodologie du travail utilisés dans cette étude, ainsi que les analyses physicochimiques effectuées.
- La quatrième partie rapporte les résultats obtenus et leurs discussions.
- Enfin, la conclusion résume les résultats les plus importants de ce travail.

Partie 1

Présentation de la Société Laitière Centrale du Nord « S.L.C.N »

1. Historique

- La Société Laitière Centrale du Nord (S.L.C.N) est une société agro-alimentaire, située à 5 km au Nord-Ouest de la ville de Fès.
- La SLCN a été créée le 18 mai 1976 par des agriculteurs soutenus par l'office du développement industriel pour le traitement du lait collecté avec une capacité de 60 milles litres par jour.
- Entre 1976 et 2000, l'investissement s'élevait à 3 millions de dirhams qui a été reparté en 3000 actions et la fabrication était du lait pasteurisé, leben, fromage, petits suisses, beurre, crème fraîche et de lait ferment.
- En octobre 2000, les biens de la société ont été transférés à d'autres actionnaires.
- Entre 2000 et 2004 la société a investi dans la modernisation et l'extension de différentes structures de la fabrication et distribution. Les investissements avaient, aussi, pour objet : l'amélioration des produits existants, la diversification de la gamme des produits et l'augmentation de la capacité de production à 60000L /j ainsi que le volume des ventes.
- En avril 2014, le groupe SLCN devenu titulaire de la franchise Yoplait vient d'afficher ses ambitions pour la marque à la petite fleur. Pour cela un investissement de 100 millions de dirhams a été réalisé dans le projet de développement de la marque des produits laitiers frais.

2. Identité de la société Laitière Centrale du Nord « SLCN »

Tableau 1 : Fiche technique de la société Laitière Centrale du Nord

Nom	Société Laitière Centrale du Nord « SLCN »
Statut juridique	Société anonyme (SA)
Capital sociale	63000000
Activité principale	Production et commercialisation des produits laitiers (Lait et dérivés)
Marque	SAISS Lait
Effectif du personnel	110 personnes
Surface :	40000 m ² dont 10000 m ² couverte
Capacité de production	Installée : 60000 l /j – réelle : 21000 l / j – taux De remplissage : 30%
Marchés	Fès, Meknès et leurs régions
Adresse	Km5, route Ben souda-Fès
Tel	0535726274 / 0535655096
Fax	0535655077
Email	Saislait@yahoo.fr

3. Gamme de Produits de la Société Laitière Centrale du Nord



Figure 1: Gamme de produits de la Société Laitière Centrale du Nord

4. Organigramme de la S.L.C.N

La gestion de l'entreprise est assurée par la direction générale en coordination avec plusieurs services et ce par l'organisation régulière de réunions pour discuter du plan de travail à suivre comme le montre l'organigramme :

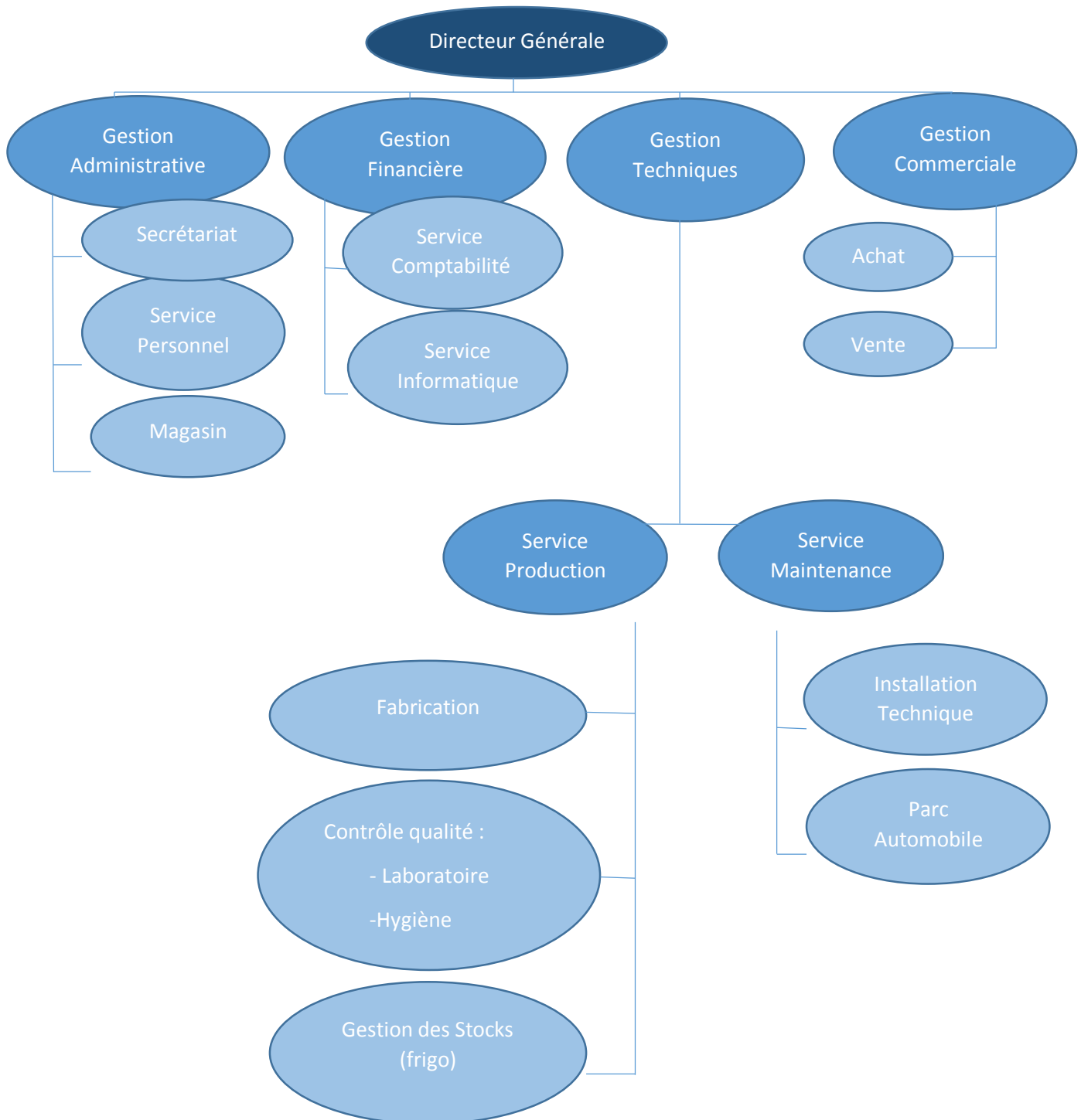


Figure 2 : Organigramme de la S.L.C.N

Partie 2

Synthèse Bibliographique

I. Généralités du lait

D'après le Codex Alimentarius (CODEX STAN 206-1999), le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou de plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destiné à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur ⁽²⁾.

1. Composition du lait

Le lait est un aliment complet contenant de l'eau, des protéines, des lipides, des glucides, des vitamines, des sels minéraux et des gaz dissous. Il contient aussi en quantités variables des anticorps, des enzymes, des microorganismes et accidentellement des substances pharmaceutiques (antibiotiques), toxiques (radioactivité), etc.

a. L'eau

L'eau représente environ 81 à 87% du volume du lait. Elle se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée à la matière sèche (4 %). L'eau libre par sa mobilité est très réactive. L'eau liée est fortement associée aux protéines, à la membrane des globules gras et à certains sels minéraux; elle n'est pas affectée par les procédés classiques de transformation et n'intervient pas dans les réactions chimiques, physiques et enzymatiques. ⁽¹⁾

b. Les lipides

Le lait de vache en générale contient en moyenne 35g/L de lipides .Ces lipides laitiers sont à peu près contenus dans les globules gras qui ont un diamètre moyen inférieur à 4µm. La membrane de ces globules a la même composition que la membrane plasmique des cellules mammaires (grain de sécrétion) contenant en grande quantité des lécithines (qui sont des phospholipides) qui contribuent à maintenir les globules gras dispersés dans la phase aqueuse, ceci grâce à leur propriétés émulsifiantes.

Les lipides du lait sont constitués principalement de triglycérides (97 à 99% des lipides totaux), le reste est formé de phospholipides. ⁽¹⁾

c. Les protéines

Les protéines du lait (micelles protéiques) constituent généralement 3 à 5% de la masse laitière (32 à 34 g/Kg de lait). 80% de ces protéines est constituée de caséine (phosphoprotéine). Le reste est constitué de 10% de β -lactoglobuline, 2% de α -lactalbumine et 8% de divers protéines en faible quantité (immunoglobuline, BSA,...etc). ⁽¹⁾

Les caséines se trouvent dans le lait sous forme d'un complexe des diverses caséines liées à du phosphate de calcium colloïdal ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) (voir figure 3). Ces protéines qui contiennent des groupes acides et des groupes amines à caractère basique, sont sensibles au pH du milieu. L'acidification du milieu à pH 4.6 provoque la coagulation de ses protéines qui se séparent de la phase aqueuse.

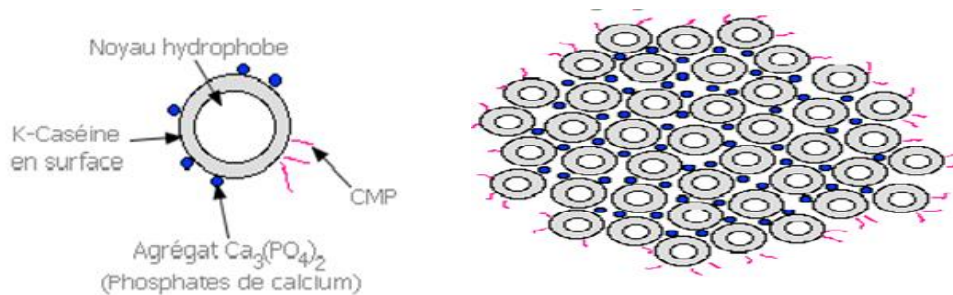


Figure 3 : Structure de micelle de caséines du lait + agrégat de micelles protéiques du lait après coagulation

d. les glucides

Dans le lait le représentant essentiel des glucides est le lactose. Sa concentration varie de 47 à 52g/Kg. Ce dernier est un disaccharide formé d'une molécule de galactose liée au glucose dont la synthèse est assurée par les cellules de la glande mammaire. Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation; celle-ci est indispensable pour la fabrication de fromage et de laits fermentés. ⁽¹⁾

e. Sels minéraux et vitamines

Le lait contient 7g/L de sels minéraux représentés par du sodium, du potassium, du magnésium, du fer et de calcium. La teneur totale de ce dernier est de 1.3g/L, mais seulement 11% de cette quantité est sous forme ionisée libre alors que le reste est lié aux protéines ion est le plus important dans le lait aussi bien pour la nutrition (surtout des jeunes) que pour la coagulation du lait en industrie. ⁽¹⁾

f. Gaz dissous

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂), du di azote (N₂) et de l'oxygène (O₂). ⁽⁴⁾

II. Réception et traitement du lait

1. Collecte du lait

La SLCN assure la collecte journalière du lait cru par ses actionnaires dans quatre secteurs : Sidi Hrazem, Azemmour, El Gharb et Ras El ma. Cette opération s'effectue deux fois par jour (matin à partir de 6 h et au début de l'après-midi à partir de 14h).

Avant son remplissage dans les camions citernes le lait subit :

- **Un test d'acidité**

C'est un contrôle qui se fait en ajoutant quelques gouttes de bromocrésol (indicateur de pH) au lait. Selon le degré d'acidité on peut observer trois colorations différentes :

- * Coloration violette : le lait est bon
- * Coloration verte : le lait est légèrement acide
- * Coloration jaune : le lait est acide

- **Un test de fraudes**

Pour détecter le lait mouillé, les ouvriers chargés de la collecte du lait utilisent un appareil appelé thermo-lactodensimètre.

2. Réception du lait

Après sa collecte auprès des producteurs, le lait est transporté à l'usine par des camions citernes isothermes à une température de 4 à 6°C. Dès l'arrivée de la citerne l'opérateur mentionne : le numéro de la citerne, le numéro du bon, la tournée (quel secteur), l'heure de l'arrivée, le lettrage annoncé.

Le ramasseur prélève un échantillon du lait collecté après avoir bien mélangé avec une louche et le ramène au laboratoire pour l'analyse ; le technicien du laboratoire effectue sur ces échantillons les premiers contrôles : dosage d'acidité et test d'antibiotique (Le dépotage du lait n'est effectué qu'après conformité des tests effectués sur ce lait avec les normes adoptées par la SLCN).

Les critères d'acceptation (normes de la société) sachant que le test d'alcool 72° (test de stabilité des protéines) et d'antibiotique doivent être négatif sont (tableau 2

Critère	Valeur
Densité à 20°C	1028.5
Acidité	15°D -17°D
pH	6.6 – 6.8

Tableau 2 : Critères d'acceptation du lait à la société laitière centrale du Nord

* (1°D c'est l'équivalent de 0.1 g d'acide lactique par litre de lait).

3. Dégazage

Le lait passé dans le dégazeur dans le but d'éliminer toutes les odeurs et les bulles de gaz trouvés dans le lait.

4. Filtration

La filtration est effectuée dans le but d'éliminer certaines impuretés et corps étrangers du lait.

5. Refroidissement

Le lait passe dans des échangeurs à plaques traversés par l'eau glacée à contre-courant avec le lait. Ce refroidissement a pour but de stopper l'activité microbienne et allonger la durée de conservation du lait à quelques jours.

6. Stockage

Se fait dans les tanks à double paroi, et ne doit dépasser 48h pour éviter la protéolyse et la lipolyse.

7. Thermisation

Consiste à chauffer le lait au niveau d'un échangeur à plaques pour inhiber la croissance des bactéries notamment les pathogènes qui se sont multipliées au cours du stockage du lait cru et qui modifient la qualité du lait de façon négative, le lait cru à une température de 4°C, puis subit un préchauffage à 75°C.

8. Ecrémage

Action de séparer mécaniquement la crème riche en matière grasse du lait, pour faire correspondre le taux de matière grasse à celui exigé par la législation marocaine dans les laits de consommation et les produits laitiers (30 g/ L). Cette opération qui s'effectue au moyen d'une écrémeuse peut également jouer le même rôle qu'une filtration et enlever les impuretés qui peuvent encore exister dans le lait.

9. Pasteurisation

C'est un traitement thermique modère (température allant jusqu'à 95°C), visant à détruire les microorganismes pathogènes et un grand nombre de microorganismes d'altération. Ce traitement ne détruit pas la totalité des microbes, il en reste de tout à fait ordinaire et inoffensifs : la flore lactique qui peut faire cailler le lait si on laisse se développer. C'est pour cela que le lait pasteurisé est obligatoirement conservé à froid et sa date limite de consommation (DLC) est limitée à 3 jours maximum.

10. Stockage

Le lait pasteurisé est stocké dans des tanks pendant une courte durée avant de passer au conditionnement dont on trouve des agitateurs pour empêcher la formation de la crème superficielle.

III. Processus de fabrication des dérivés laitiers (Raïbi & yaourt brassé)

1. Raïbi

Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. ⁽²⁾

♦ Les étapes de fabrication de Raïbi sont :

- ☞ Le lait stocké dans un tank subit une thermisation
- ☞ Au lait thermisé on ajoute la poudre du lait, le sucre et le sorbate
- ☞ Le lait poudré est ensuite pasteurisé à 95°C puis refroidi à 45°C
- ☞ Puis onensemence le lait avec un ferment thermophile et on ajoute l'arôme colorée
- ☞ Après agitation on laisse fermenter jusqu'à ce que le pH soit compris entre 4.45 et 4.50 (75°D)
- ☞ Finalement vient l'étape de conditionnement qui se fait dans des pots de polystyrènes, qui vont être stockés dans une chambre froide à 6°C.

2. Yaourt brassé

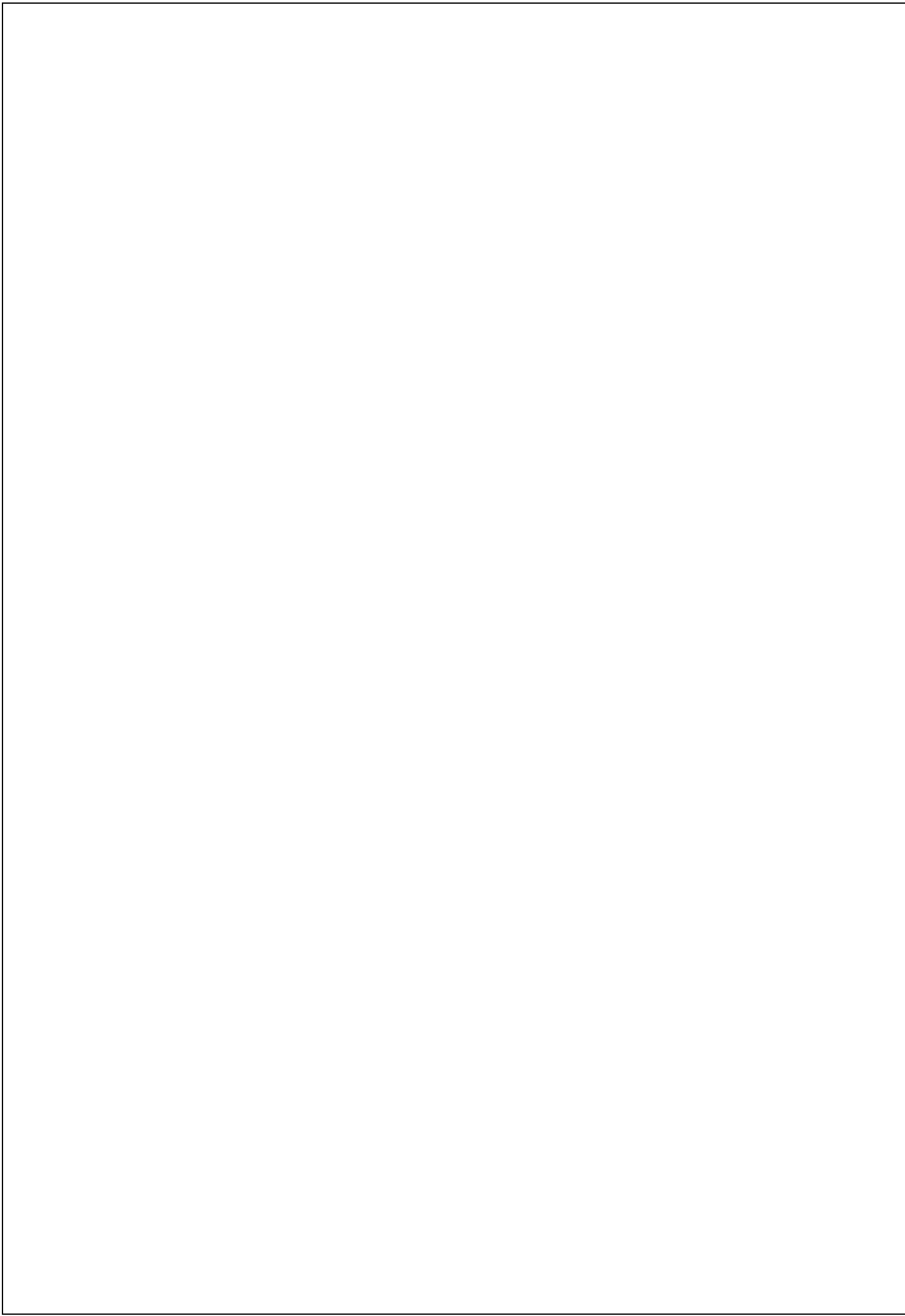
La dénomination « yaourt » est réservée au lait fermenté obtenu par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) qui doivent êtreensemencées simultanément et se trouvent vivantes dans le produit fini. ⁽²⁾

♦ Les étapes de fabrication du yaourt brassé sont :

- ☞ Préparer un mélange homogène du lait cru, du sucre, d'amidon et de la poudre du lait.
- ☞ Le mélange subit une pasteurisation pour éliminer les microorganismes pathogènes.
- ☞ A la sortie du lait du pasteurisateur, il subit une homogénéisation puis un refroidissement à 42°C afin de garantir un milieu favorable au développement des bactéries lactiques.
- ☞ Arrivé au tank de maturation, le mélange est additionné par le ferment et une quantité d'arôme qui varient selon le produit.
- ☞ Puis une fermentation s'est effectuée dans des cuves à 42°C pendant 5 heures ; on obtient ainsi un produit avec un pH = 4.15 qui va être brassé (le brassage n'est rien d'autre qu'une certaine destruction de la structure et en même temps une répartition de l'eau qui s'est séparée au cours de l'agitation) à l'aide d'un agitateur central et conditionné par la suite.

Partie 3

Matériel et méthodes



I. Echantillonnage

L'étude est réalisée sur deux types de dérivés laitiers : le yaourt brassé (Chahy) et le Raïbi. Ces deux produits sont choisis pour leur différence au niveau de leur processus de fabrication et leurs caractéristiques physico-chimiques.

Les analyses de ces produits sont effectuées quatre fois, avant la date limite de consommation (DLC) de l'échantillon : au J_0 , J_{+1} , J_{+7} et J_{+14} . (Avec : J= Jour, 0, 1, 7 et 14 sont respectivement : le jour du conditionnement, le jour après, le 7^{ème} jour et le 14^{ème} jour).

I. Méthodologie du travail

Pendant les premiers jours de mon stage à la SLCN, et afin de m'adapter aux différentes activités de la société, ma tâche consistait d'abord à l'observation de déroulement des différentes étapes de l'emballage et du conditionnement des différents produits élaborés par la SLCN, ainsi que le suivi des différentes analyses effectuées pour le contrôle de qualité du lait et dérivés au laboratoire au sein de la société.

Grâce à mes connaissances acquises en Bioprocédé, Hygiène et Sécurité des Aliments (BHSA), et aux différentes techniques que j'ai apprises durant les travaux pratiques à la FST, j'ai pu effectuer les différentes analyses au laboratoire de la société, orientées par un personnel compétent et disponible. Le travail que j'ai effectué se résume comme suit :

- 28/04/2015 (1^{er} échantillon du yaourt brassé)

- * Avant conditionnement

Nous avons mesuré : la matière grasse (MG), la matière protéique (MP) et l'extrait sec dégraissé (ESD) du lait de départ.

- * Au cours du conditionnement (J_0) (figure 4)

Chaque 10 min nous avons pris un pot (P) du yaourt brassé et nous avons mesuré les trois paramètres qui sont : la température, l'acidité et le pH. Ensuite, la moyenne est calculée.

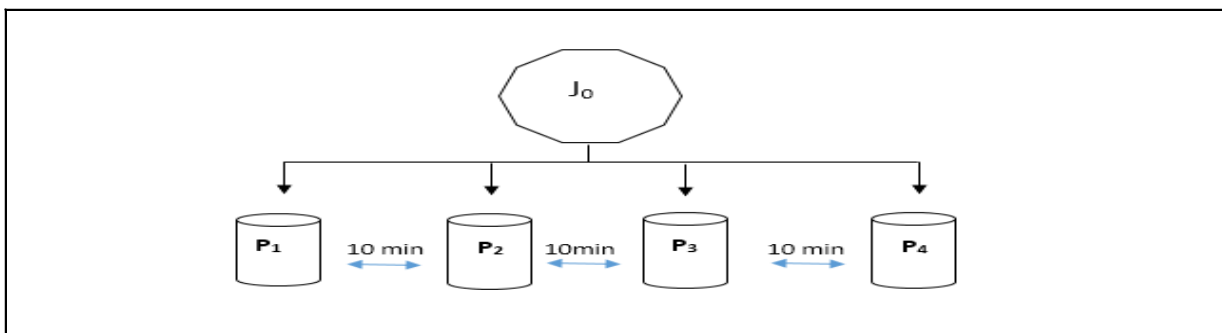


Figure 4 : Plan du travail effectué au cours du conditionnement du 1^{er} échantillon du yaourt brassé.

Analyses physicochimiques

La qualité des produits est un critère indiscutable chez le consommateur marocain, c'est pour cela qu'au niveau du laboratoire de la société, des analyses sont effectuées pour déterminer si le lait et ses dérivés répondent ou non aux normes de qualité. Ces analyses sont : le pH, la température, l'acidité, l'extrait sec dégraissé et la viscosité.

1. Détermination de l'acidité

✧ But

Le dosage de l'acidité du lait afin de juger son état de fraîcheur.

✧ Matériel utilisé

- Bécher
- Pipette 10 ml
- Burette
- l'échantillon à doser (yaourt brassé ou Raïbi)
- Hydroxyde de sodium NaOH (0.1N)
- Phénolphtaléine 1 %

✧ Mode opératoire

- On introduit dans un bécher : 10 ml de l'échantillon à analyser et 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine.
- On titre avec NaOH placée dans une burette, sous agitation jusqu'à l'obtention d'une coloration rose pâle persistance.

✧ Expression des résultats

- Soit V le volume en ml de soude nécessaire pour mener au virage.
- Un degré Dornic égale à 0.1 g d'acide lactique par litre de lait.
- L'acidité (A°) est exprimée en degré Dornic ($^\circ D$) selon la formule suivante :

$$A^\circ = V \times 10$$

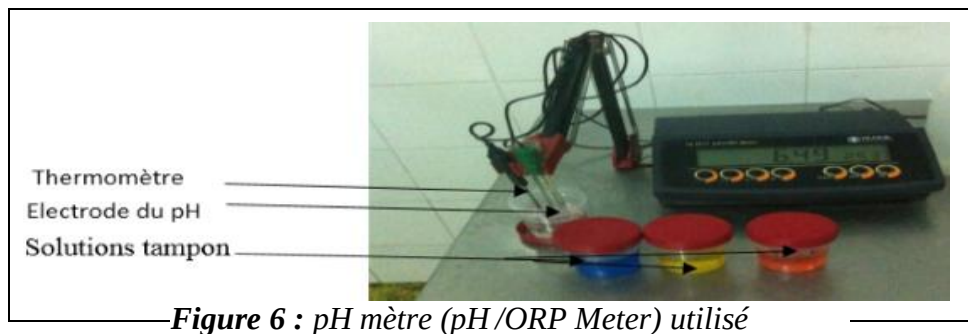
2. Mesure du pH et de la température

✧ Principe

Le pH par définition est une mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans une solution par l'appareil : pH mètre.

✧ Matériel et solutions

- pH mètre
- Pot de yaourt brassé ou Raïbi selon l'échantillon
- Trois solutions tampons
- Eau distillée



✦ Mode opératoire

- Etalonner le pH mètre à l'aide des trois solutions tampons.
- Plonger l'électrode dans l'échantillon à analyser et lire directement la valeur du pH et de température.
- A chaque détermination du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

✦ Lecture des résultats

Lecture directe de la valeur du pH et de la température sur le pH mètre.

3. Détermination de la viscosité

✦ But

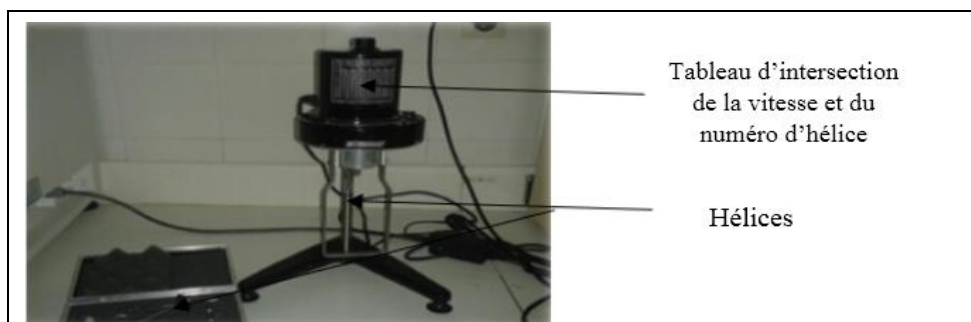
Déterminer la texture et le degré de consistance des produits laitiers en fonction de la force de cisaillement et de la température.

✦ Domaine d'application

Ce test s'applique à tous les dérivés laitiers lors du conditionnement et après refroidissement dans la chambre froide.

✦ Matériel

- Hélices
- Bécher de 1litre
- Viscosimètre
- L'échantillon à analyser



✧ Mode opératoire

- Prendre l'échantillon (Yaourt brassé, Raïbi).
- Mettre la quantité suffisante pour chaque échantillon dans un bécher de 1 litre de telle manière que l'hélice soit immergée dans le produit.
- Choisir l'hélice convenable pour chaque produit (l'hélice 5 pour Raïbi et l'hélice 3 pour le yaourt brassé).
- Faire régler la vitesse nécessaire pour que l'échantillon puisse tourner ($V=5$ pour Raïbi et $V=20$ pour le yaourt brassé).
- Laisser tourner presque 5min puis lire la valeur.

✧ Expression des résultats

Les résultats s'expriment en Centipoise (mPas.s) avec la relation suivante :

$$\text{La Viscosité} = \text{La valeur lue} \times \text{l'intersection de la vitesse et le numéro d'hélice}$$

4. Détermination de l'extrait sec dégraissé (ESD)

L'extrait sec dégraissé correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses. Il est exprimé en g/L, selon la formule suivante :

$$ESD = EST - MG$$

Avec :

- **ESD** : extrait sec dégraissé
- **EST** : extrait sec total
- **MG** : matière grasse

Pour calculer l'extrait sec dégraissé il faut calculer l'extrait sec total et le taux de matière grasse :

a) Détermination du taux de la matière grasse

Pour déterminer le taux de la matière grasse (MG) dans différents types du lait utilisés pour la fabrication du yaourt brassé ou Raïbi on utilise un appareil appelé MilkoScanTMMinor. Cet appareil nous permet aussi de déterminer le taux de la matière protéique (MP). La valeur s'affiche directement sur le tableau d'affichage des résultats (figure 8).



Figure 8 : *MilkoScanTMMinor utilisée pour la détermination de la matière grasse et de la matière protéique*

b) Détermination de l'extrait sec total (EST)

L'EST permet de mettre en évidence la quantité de la matière non volatile contenue dans le produit à analyser. Elle se fait par étuvage du produit pendant 3 heures à température de 103°C puis on pèse le résidu.

✦ Mode opératoire

Dans une capsule séchée et tarée, on introduit avec une pipette 5ml de notre échantillon et on pèse 5g environ, après on l'introduit dans l'étuve réglée à une température de 103±2°C pendant une durée de 3heures puis on le laisse refroidir au dessiccateur.

✦ Expression des résultats

L'EST est exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\frac{M_1 - M_0}{M} \cdot 1000$$

Avec :

- M_1 : la masse en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.
- M_0 : la masse en grammes, de la capsule vide.
- M : la masse, de la prise d'essai en grammes.

Partie 4

Résultats et discussion

I. Représentation et interprétation des résultats

A. Effet de la température sur la stabilité du produit fini

1. Suivi des paramètres physicochimiques du yaourt brassé (Chahy)

a) Acidité et pH

Pour montrer l'effet de la température sur la stabilité du produit fini, un suivi de l'évolution du pH et de l'acidité a été réalisé afin d'examiner l'impact de la température sur ces deux paramètres physicochimiques.

Les résultats obtenus sont représentés par les histogrammes suivants (figure 9):

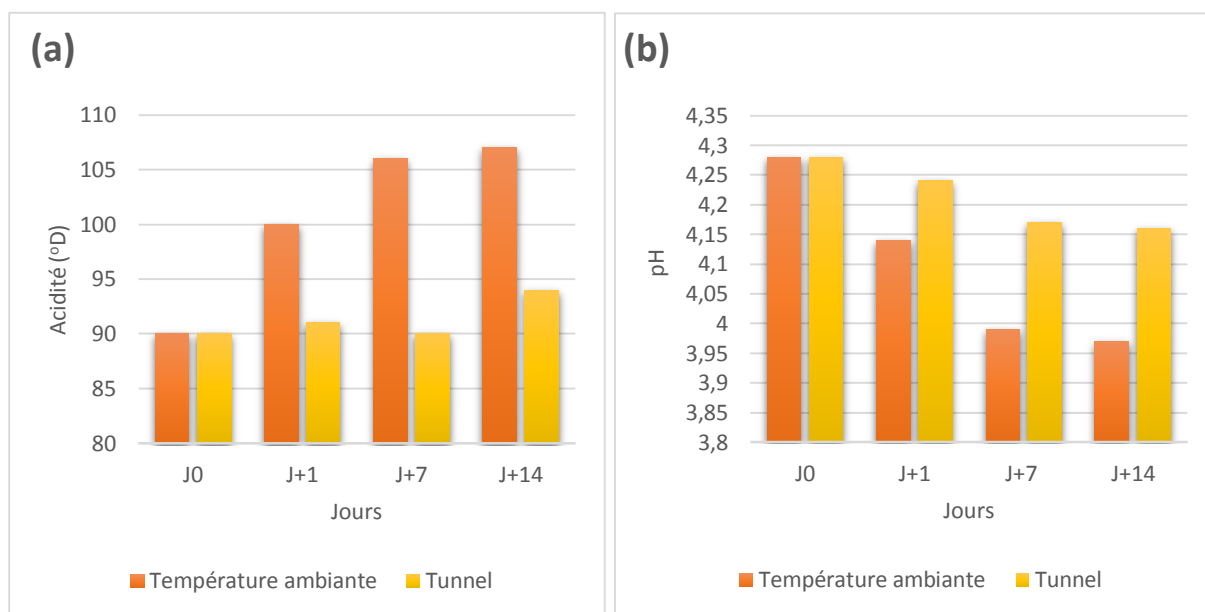


Figure 9 : Histogrammes représentant la variation de l'acidité (a) et du pH (b) du yaourt brassé à J₀, J₊₁, J₊₇ et J₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel.

• Analyse et discussion des résultats

* Température ambiante (28°C ±2) :

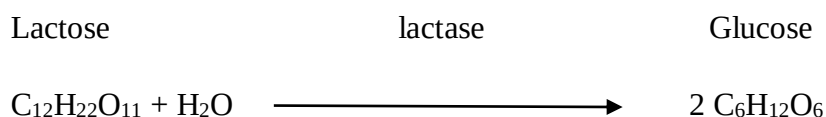
Les résultats indiquent que l'évolution des valeurs de l'acidité Dornic pendant la conservation du yaourt à la température ambiante est marquée par une augmentation importante allant de 90 D° à J₀ jusqu'au 107 D° à J₊₁₄. Concernant le pH, il diminue de façon importante au cours du temps allant de 4,28 à J₀ jusqu'au 3,97 à J₊₁₄.

* À 5°C au tunnel :

D'après les résultats, l'acidité augmente faiblement : de 91 D° à J₀ jusqu'au 94 D° à J₊₁₄. Par contre, le pH diminue légèrement: de 4,28 à J₀ jusqu'au 4,16 à J₊₁₄.

De ce fait, nous relevons que l'augmentation de la T° engendre une augmentation de l'acidité du yaourt.

Ceci est expliqué par l'action des deux bactéries lactique: *Streptococcus thermophilus* (T^0 optimale de croissance = 45°C) et *Lactobacillus bulgaricus* (T^0 optimale de croissance = 30°C). Ces deux bactéries lactiques possèdent une lactase qui hydrolyse le lactose selon la réaction suivante :



d'où la formation du glucose. Ce glucose formé est assimilé par les bactéries ce qui correspondra à la multiplication bactérienne. Puis, il est transformé en acide pyruvique par l'ensemble des réactions de la glycolyse. Enfin, l'acide pyruvique est transformé en acide lactique (qui est la cause principale du baisse du pH et donc d'acidification du yaourt) par réduction.

Mais, au tunnel le pH diminue légèrement à cause d'une chute importante de température (de 28 °C±2 à 5 °C) ce qui a permis de ralentir l'activité de ces deux bactéries lactiques. ⁽³⁾

b) Viscosité et extrait sec dégraissé (ESD)

Dans l'optique d'étudier l'influence de la température sur la viscosité et l'ESD, un suivi de l'évolution de ces paramètres a été réalisé. Ceci est fait sur trois échantillons du yaourt brassé en variant la température d'entreposage.

Les résultats obtenus sont représentés par les histogrammes suivants (figure 10) :

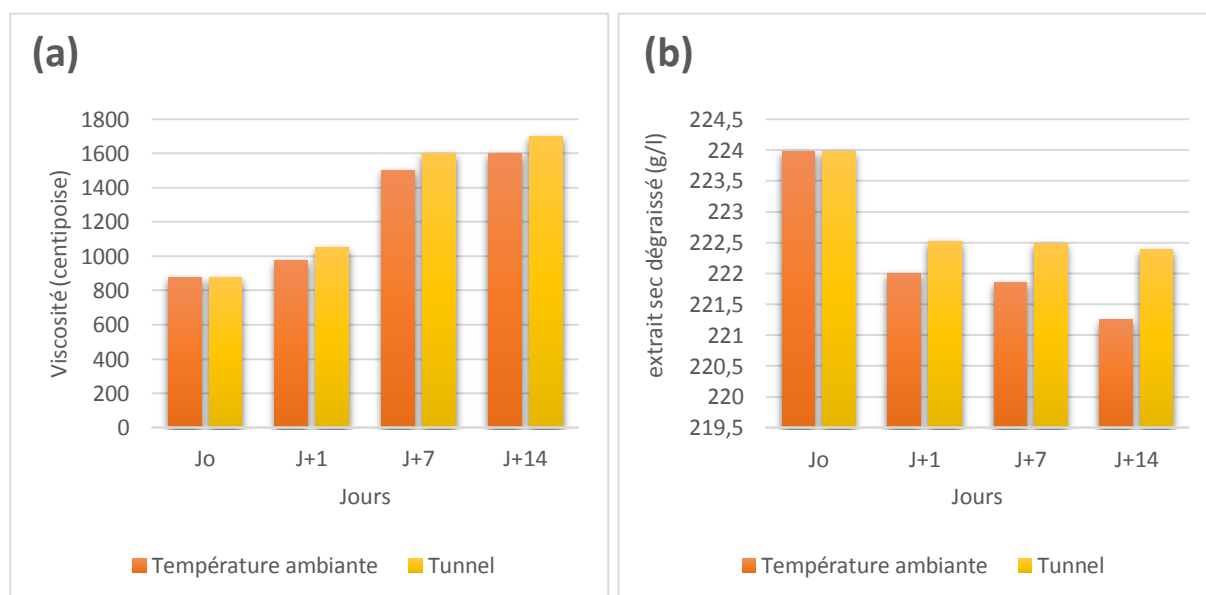


Figure 10 : Histogrammes représentant la variation de la viscosité (a) et de l'extrait sec dégraissé (b) du yaourt brassé à J_0 , J_{+1} , J_{+7} et J_{+14} à la température ambiante et au tunnel.

- **Analyse et discussion des résultats**

- * Température ambiante ($28^{\circ}\text{C} \pm 2$) :

La viscosité s'accroît avec le temps de conservation en allant de 880 Cp à J_0 jusqu'au 1600 Cp à J_{+14} . Pour l'extrait sec dégraissé, il reste presque stable (tolérance de ± 12 à la SLCN).

- * À 5°C au tunnel :

Au cours des 15 jours d'analyses, les valeurs obtenues de la variation de la viscosité semblent similaires à ceux observées à la température ambiante (de 880 Cp à J_0 jusqu'au 1700 Cp à J_{+14}). Concernant l'extrait sec dégraissé, il reste presque stable (tolérance de ± 12 à la SLCN). Il est toujours plus grand au tunnel qu'à la température ambiante.

Au vu des résultats obtenus, il apparaît que la température influe sur la viscosité du yaourt.

La différence constatée dans les deux cas serait liée au fait qu'au tunnel le yaourt refroidit, le mouvement de ses particules ralentit et celles-ci se rapprochent les unes des autres, le yaourt se comprime et son volume baisse d'où l'augmentation de la viscosité. Une augmentation de la température produit l'effet contraire. ⁽³⁾

Les valeurs de la variation de la viscosité semblent similaires dans les deux conditions de température revient au fait que parfois les ouvriers laissent le tunnel atteint.

La stabilité de l'extrait sec dégraissé revient à la composition initiale de la matière première qui ne change pas (matière protéique, poudre).

La faible diminution de l'extrait sec dégraissé à la température ambiante est expliquée par l'action protéolytique (dégradation des protéines) des bactéries lactiques.

2. Suivi des paramètres physicochimiques de Raïbi

a) pH et Acidité

Trois échantillons de Raïbi ont été placés dans deux conditions de température différentes afin d'évaluer l'influence de la température sur le produit fini.

Les résultats obtenus sont représentés par les histogrammes suivants (figure 11) :

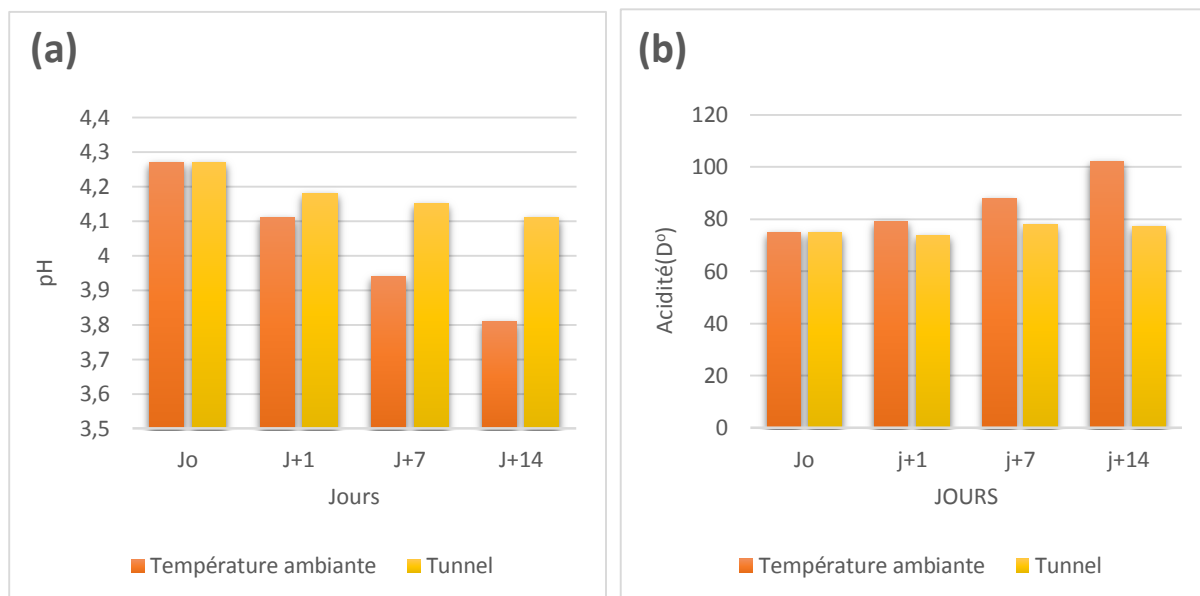


Figure 11 : Histogrammes représentant la variation du pH (a) et de l'acidité (b) de Raïbi à J₀, J₊₁, J₊₇ et J₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel.

- **Analyse et discussion des résultats**

- * Température ambiante (28°C ±2) :

En ce qui concerne le pH, une forte diminution est observée au cours du temps en allant de 4.27 à J₀ jusqu'au 3.81 à J₊₁₄. Pour l'acidité Dornic, elle augmente de façon importante allant de 75 D° à J₀ jusqu'au 77 D° à J₊₁₄.

- * À 5°C au tunnel :

D'après les résultats, le pH diminue légèrement: de 4.27 à J₀ jusqu'au 4.11 à J₊₁₄. Par contre, l'acidité augmente faiblement : de 74 D° à J₀ jusqu'au 77 D° à J₊₁₄.

De ce fait, nous relevons que l'augmentation de la température engendre une augmentation de l'acidité de Raïbi.

Ces variations sont dû au développement des bactéries lactiques qui acidifient le milieu par la production d'acide lactique (d'où baisse du pH). Tandis que pour les produits placés au tunnel, la chute importante de T° a permis de ralentir l'activité des bactéries lactique et donc de la production de l'acide lactique.

b) Viscosité et extrait sec dégraissé (ESD)

Afin de montrer l'influence de la température sur la viscosité et l'ESD, un suivi de l'évolution de la viscosité et de l'ESD a été réalisé. Ceci est fait sur trois échantillons de Raïbi en variant la température d'entreposage.

Les résultats obtenus sont représentés par les histogrammes suivants (figure 12):

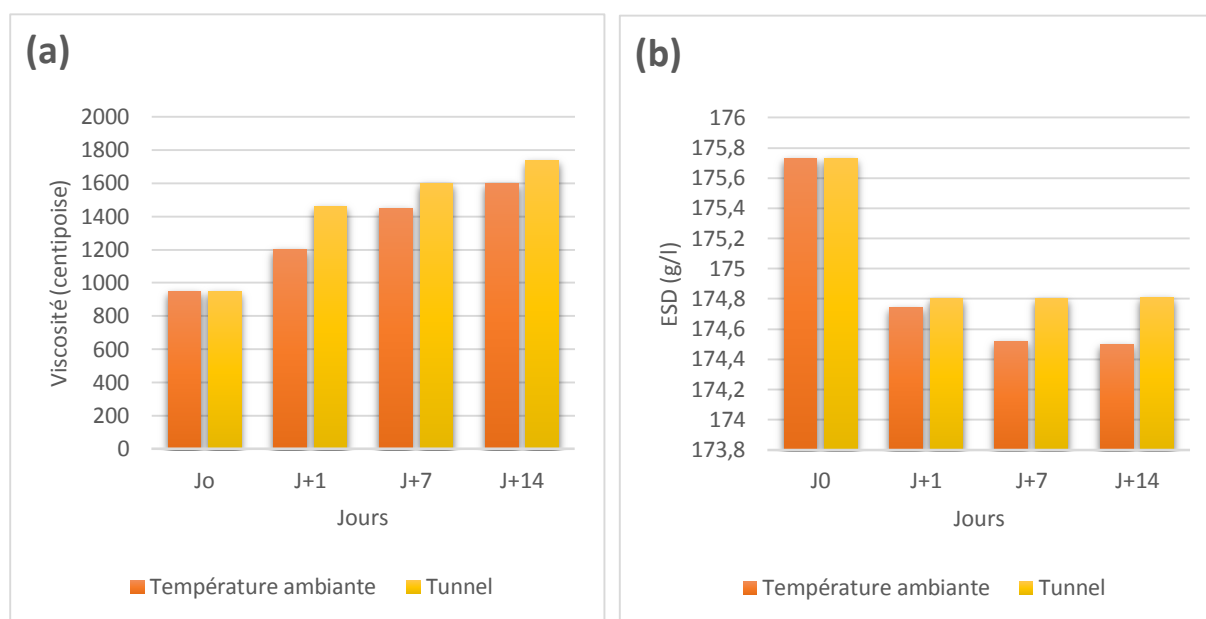


Figure 12 : Histogrammes représentant la variation de la viscosité (a) et de l'extrait sec dégraissé (b) de Raïbi à J₀, J₊₁, J₊₇ et J₊₁₄ à la température ambiante et au tunnel.

• Analyse et discussion des résultats

* Température ambiante (28°C ±2) :

La viscosité s'accroît avec le temps de conservation en allant de 950 Cp à J₀ jusqu'au 1600 Cp à J₊₁₄. Pour l'extrait sec dégraissé, il reste presque stable (tolérance de ±13 à la SLCN).

* À 5°C au tunnel :

Au cours des 15 jours d'analyses, les valeurs obtenues de la variation de la viscosité semblent similaires à ceux observées à la température ambiante (de 950 Cp à J₀ jusqu'au 1800 Cp à J₊₁₄). Concernant l'extrait sec dégraissé, il reste presque stable (tolérance de ±13 à la SLCN). Il est toujours plus grand au tunnel qu'à la température ambiante.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que la température influe sur la viscosité de Raïbi.

La différence constatée dans les deux cas serait liée au fait qu'au tunnel Raïbi refroidit, le mouvement de ses particules ralentit et celles-ci se rapprochent les unes des autres d'où l'augmentation élevée de la viscosité. Une augmentation de la température produit l'effet contraire.

La stabilité de l'extrait sec dégraissé revient à la composition initiale de la matière première qui ne change pas (matière protéique, poudre).

La faible diminution de l'extrait sec dégraissé à la température ambiante est expliquée par l'action protéolytique (dégradation des protéines) des bactéries lactiques.

B. Effet du lait de départ sur l'aspect du produit fini

1. Matière protéique (MP), matière grasse (MG) et extrait sec dégraissé (ESD)

Afin d'examiner l'impact du lait de départ sur l'aspect du produit fini, une mesure de matière protéique, de matière grasse et d'extrait sec dégraissé du lait de départ de deux dérivés laitiers choisis pour leur différence au niveau de la texture (yaourt brassé et Raïbi) a été réalisée.

Les résultats obtenus sont représentés par les histogrammes suivants (figure 13) :

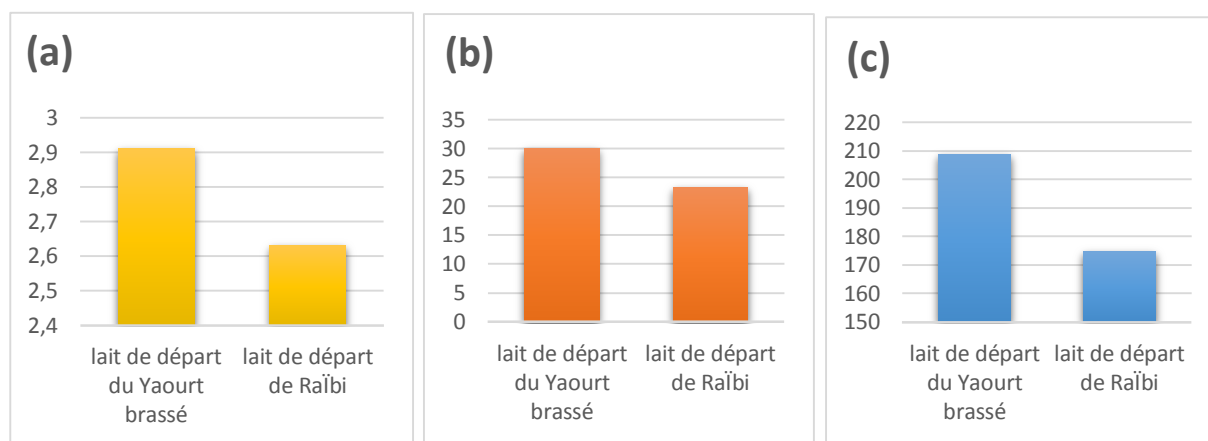


Figure 13 : Histogrammes représentant la différence entre : la matière protéique (a), la matière grasse (b) et l'extrait sec dégraissé (c) du lait du départ du yaourt brassé et de Raïbi

• Analyse et discussion des résultats

D'après les résultats obtenus on constate que la teneur en matière protéiques et en matière grasse du lait de départ du yaourt brassé est plus grande que celle observée au lait de départ de Raïbi. Pour l'extrait sec dégraissé, il est également plus grand pour le yaourt brassé que pour Raïbi.

De ce fait nous relevons que plus le lait de départ est riche en matière grasse et en matière protéique plus il est dirigé vers la fabrication du yaourt brassé.

Ce choix d'utilisation du lait de départ trouve sa justification dans le fait que la consistance et la viscosité du produit sont pour une grande partie sous la dépendance de la matière sèche. La matière grasse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur. Les protéines améliorent la texture et masquent aussi l'acidité.

Conclusion

A la Société Laitière Centrale du Nord, comme à chaque industrie laitière, les caractéristiques et la stabilité des produits finis sont fortement dépendantes des marchés extérieurs de matières premières. Ceci, engendre des difficultés pour garantir une bonne qualité hygiénique, nutritionnelle et organoleptique. Pour cela une analyse des caractéristiques du lait de départ, s'est avérée nécessaire et essentielle pour déterminer les points de défaillance, en vue d'une maîtrise et d'une amélioration de la qualité du produit fini.

Dans ce cadre, les résultats de l'évaluation des caractéristiques du lait de départ ont révélé que les teneurs moyennes en extrait sec dégraissé (ESD), en matière grasse (MG) et en matière protéique (MP), sont généralement, satisfaisantes avec des variations d'un secteur de collecte à un autre.

Pour se soustraire de ces variations qualitatives, nous proposons à la Société Laitière Centrale du Nord de suivre une démarche, visant à investir dans la production du lait cru, en développant l'élevage bovin de leurs fournisseurs, afin de produire du lait de bonne qualité, contenant le taux de MG et de MP nécessaire pour aboutir à la texture désirée.

Vu que la texture et l'onctuosité des dérivés du lait constituent pour le consommateur des points importants d'appréciation, un des objectifs principaux de notre travail, s'est basé sur la détermination de l'impact de la température sur la stabilité des dérivés laitiers et leurs caractéristiques.

Les études réalisées dans ce sens, ont révélé que le stockage des dérivés du lait, à basse température leur permet, d'une part, de préserver leur stabilité et d'améliorer de façon significative leur viscosité d'autre part. Vus ces effets favorables de stockage à froid, sur la texture du produit fini, le contrôle des conditions de stockage est l'un des points les plus importants à prendre en considération.

Références bibliographiques

- (1) Aarab.L, 2014.Technologie alimentaire, chapitre I : Industrie du lait .P : 8 – 9
- (2) CODEX STAN 206-1999, NORME GÉNÉRALE CODEX POUR L'UTILISATION DE TERMES DE LAITERIE. P : 1
- (3) <http://sciences8a.wikispaces.com/L%27effet+de+la+temp%C3%A9rature+sur+la+viscosit%C3%A9+et+la+masse+volumique>
- (4) www.ulb.ac.be/sciences/cudec/LaitComposition.html [2]