



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



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

«Bioprocédés, Hygiène et Sécurité alimentaire»

**Suivi des paramètres physicochimiques des dérivés
laitiers : Viscosité, Extrait sec dégraissé, pH et
Température (Yaourt brassé et Raibi) à la SLCN**

**Présenté par : FILALI Meryem Encadré par : P^r TLEMÇANI Rachida
M^{me} BOUHLAL Mounia**

Soutenu le : 15 Juin 2015

Devant le jury composé de :

- P^r TLEMÇANI Rachida : Présidente (FST-Fès)
- P^r FADEL Fatima : Examinatrice (FST-Fès)
- M^{me} BOUHLAL Mounia : Encadrente (SLCN)

**Année universitaire :
2014 - 2015**

Dédicace :

A mes chers parents

Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon bonheur, pour mon bien être. En reconnaissance de leurs soutiens moraux et matériels qui ont été toujours derrière ma réussite.

A mes frères

Qui n'ont jamais cessé de m'aider et m'encourager Que ce travail soit pour eux l'expression de ma gratitude et toute mon affectation.

Aux membres de ma famille

A tous mes très chers amis

Aussi à toutes les personnes

Qui m'ont aidé de près ou de loin tout au long de mon cursus
Je vous dédie ce travail.

Remerciements :

Je remercie Monsieur Zaki ,responsable de ressources humaines de la SLCN de m'avoir permis d'effectuer mon stage de projet de fin d'étude au sein de son entreprise de taille telle que SLCN.

Je tiens à exprimer mes profonds sentiments de gratitude à Madame Rachida Tlèmçani, Professeur de la FST pour son soutien, sa disponibilité, sa patience, son esprit critique permettant de mener à bien ce travail.

Je remercie également Madame Mounia Bouhlah, chef de laboratoire pour sa gentillesse, ses conseils avisés.

Mes remerciements vont également à M^{me} Najat Habibi, technicien de laboratoire pour son aide précieux et pour ses conseils qui m'ont permis d'optimiser mes actions et travaux tout au long de mon stage.

Je remercie tout le personnel (cadres, techniciens et employés) pour son collaboration précieuse et son aide à chaque fois que je suis confrontée à un problème.

Je remercie également le Pr FADIL Fatima d'avoir accepté de juger ce travail.

Liste des figures :

Figure 1 : organigramme de la SLCN	4
Figure 2 : les produits de la SLCN.....	4
Figure 3 : Composition du lait de vache	5
Figure 4 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé.....	12
Figure 5 : Incubateur d'ATB	14
Figure 6 : pH mètre.....	15
Figure 7 : viscosimètre.....	17
Figure 8 : Diagramme représentant la variation de l'acidité de yaourt brassé à T ambiante et au Tunnel	19
Figure 9 : Diagramme représentant la variation de pH de Yaourt Brassé à T ambiante et au tunnel.....	19
Figure 10 : Diagramme représentant la viscosité de yaourt brassé a la T ambiante et au tunnel	20
Figure 11 : Diagramme représentant l'ESD de yaourt a T ambiante et au tunnel	21
Figure 12 : Diagramme représentant la variation de l'acidité de Raibi à T ambiante et au tunnel.....	22
Figure 13 : Diagramme représentant la variation de pH de Raibi à T ambiante et au tunnel.....	22
Figure 14 : Diagramme représentant la variation de la viscosité de Raibi à T ambiante et au tunnel	23
Figure 15 : Diagramme représentant l'ESD de Raibi à T ambiante et au tunnel	24

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Fiche signalétique de la SLCN.....	3
Tableau 2 : Normes exigées par la SLCN.....	7
Tableau 3 : caractéristiques de la vitesse et le nombre d'hélices pour les deux produits.....	18

Liste des abréviations :

SLCN :	Société centrale laitier du nord
BPHSA :	Bioprocédé hygiène et sécurité alimentaire
FSTF :	Faculté des sciences et techniques
LST :	Licence sciences et techniques
ATB :	Antibiotique
°D :	Degré Dornic
T°C :	Température en degré Celsius
V_{NaOH} :	Volume du NaOH
EST :	Extrait sec total
ESD :	Extrait sec dégraissé
A° :	Acidité Dornic
DLC :	la date limite de consommation

Sommaire :

<u>introduction</u>	5
<u>I-Présentation de la société d'accueil</u>	6
1) <u>Historique</u> :	6
2) <u>La fiche signalétique</u> :	6
3) <u>Organigramme</u> :.....	7
4) <u>Les produits de la société</u>	7
<u>II-Généralités sur le lait</u>	8
1) <u>La composition du lait</u>	8-9-10
2) <u>la qualité du lait</u>	10
<u>III-Description de procédé de fabrication de dérivés laitiers (yaourt brassé et raibi)</u>	11
1) <u>Collecte du lait</u>	11
2) <u>la réception du lait</u>	11
3) <u>Processus de fabrication de yaourt brassé et raibi</u>	12→16
<u>IV-Matériel et méthodes</u> :	17
1) <u>Echantillonnage</u> :	17
2) <u>Analyses physicochimiques</u> :	17→21
<u>V-Résultats et discussions</u>	22
1) <u>Suivi des paramètres de yaourt brassé</u>	22→25
2) <u>suivie des paramètres de raibi</u> :	26→28
<u>Conclusion générale</u>	29

Introduction :

Afin de mettre en valeur et compléter ma formation universitaire reçue et même ouvrir l'esprit sur d'autres horizons concrets il est nécessaire de passer un stage au sein d'une entreprise à fin d'amener l'étudiant à se confronter à des situations réelles d'élargir son savoir dans le domaine pratique et d'avoir une idée sur la vie professionnelle.

Le secteur laitier occupe de plus en plus une place jugée appréciable dans l'industrie alimentaire marocaine du fait de l'importance du lait et ses dérivés dans l'équilibre nutritionnel humain et par la main d'œuvre qu'elle emploie.

Le choix de la société laitière centrale du nord comme lieu de stage trouve sa justification dans sa position remarquable devant les géants représentés d'une part par la diversité de ses produits et d'autre part par la volonté exprimée par ses dirigeants afin de suivre de près les progrès technologiques et de rénover les méthodes de fabrication.

Le souci de la SLCN est de respecter les normes exigées par la législation et ainsi de garantir au consommateur un produit de haute qualité.

La stabilité de la qualité des produits laitiers au cours de leur période de conservation est liée à plusieurs paramètres physicochimiques.

Pour assurer cette stabilité, la « SLCN » effectue des analyses physicochimiques permettant le suivi des produits finis selon un parcours précis qui a pour but de le protéger avant son arrivée au consommateur.

Afin de démontrer l'efficacité de ces analyses, le suivi des paramètres physicochimiques (pH, Acidité, Extrait Sec Dégraissé, viscosité) des produits laitiers est réalisé au laboratoire de la SLCN.

I) Présentation de la société d'accueil :

1) Historique :

La SLCN a été créé le 18 mai 1976 avec un capital de 3.000.000 de dirhams. Sa durée de vie est fixée à 99 ans à compter du jour de son immatriculation au registre de commerce le 10 juin 1977, sauf les cas de dissolution anticipée ou de prorogation prévue par la loi ou par le statut de ladite société.

Le capital de cette société a connu plusieurs augmentations (par décisions des actionnaires), pour atteindre actuellement 27.000.000 de dirhams. La SLCN est une laiterie situé à 5km au nord-ouest de la ville de Fès. Elle s'étend sur une superficie de quatre Hectares. La SLCN se situe au Sud-Ouest de la ville de Fès sur la route reliant le centre-ville avec le quartier Bensouda et Ras el mae.

Entre 1976 et 2000, l'investissement s'élevait à 3 millions de dirhams repartis en 3000 actions.

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 également pour objectif l'amélioration des produits existants, la diversification de la gamme des produits et l'augmentation de la capacité de production à 60000 l /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 destiné dans ce sens.

2) La fiche signalétique :

Tableau 1 : Fiche signalétique de la SLCN ^[6]

Nom	Société Laitière Centrale du Nord « SLCN ».
Statut juridique	Société anonyme (SA).
Capital sociale	63000000 DH
Activités principales	Production et commercialisation des produits laitiers
Marque	SAISS Lait
Capacité de production	Installée : 60000 l /j – réelle : 21000 l / j – taux De remplissage : 30%.
Surface	40000 m ² dont 10000 m ² couverte
Marchés	Fès, Meknès et leurs régions.

Adresse	Km5, route Ben souda-Fès
Tel	0535726274 / 0535655096
Email	saisslait@yahoo.fr

3) Organigramme :

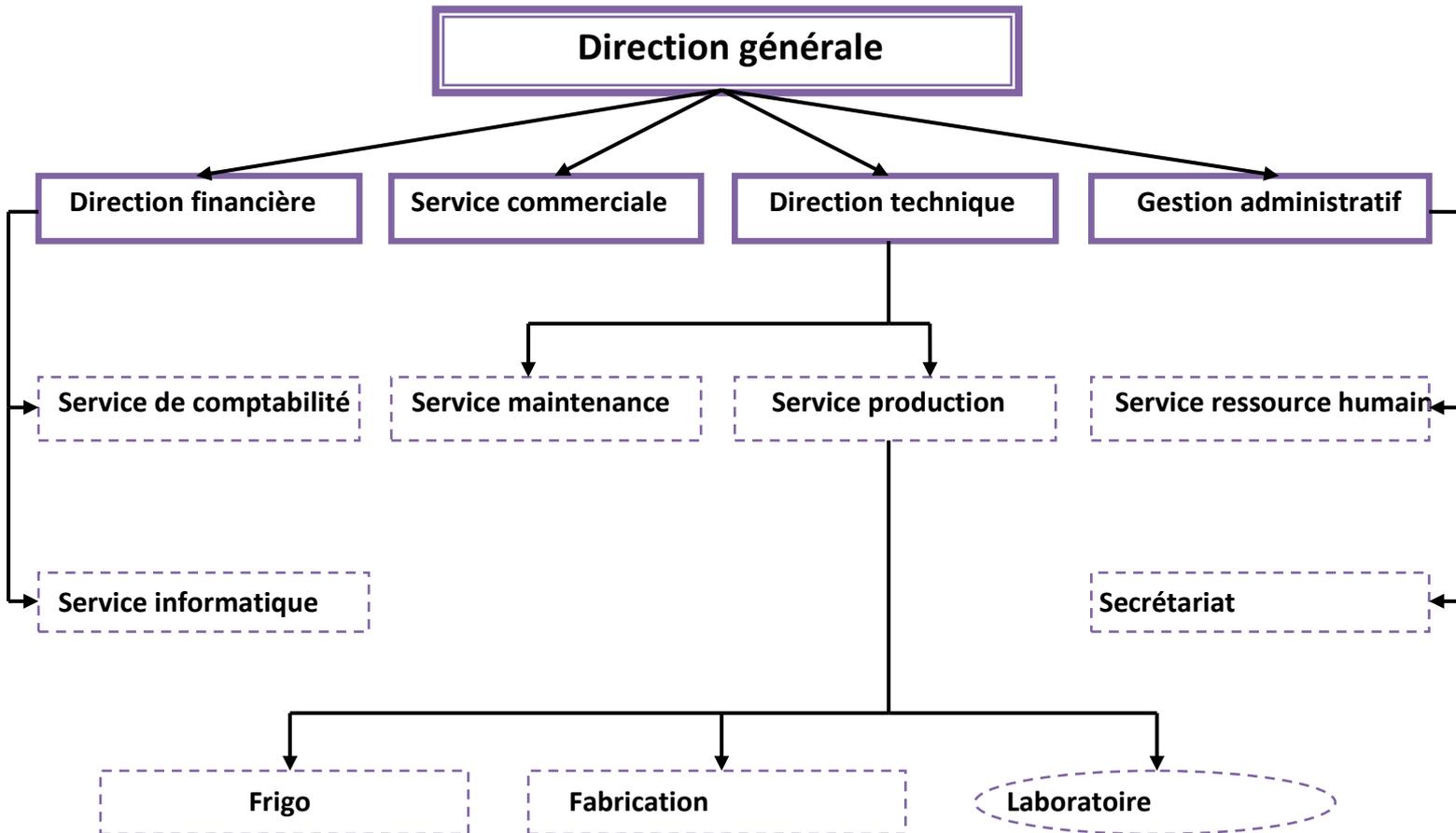


Figure 1 : organigramme de la SLCN

4) Les produits de la société :

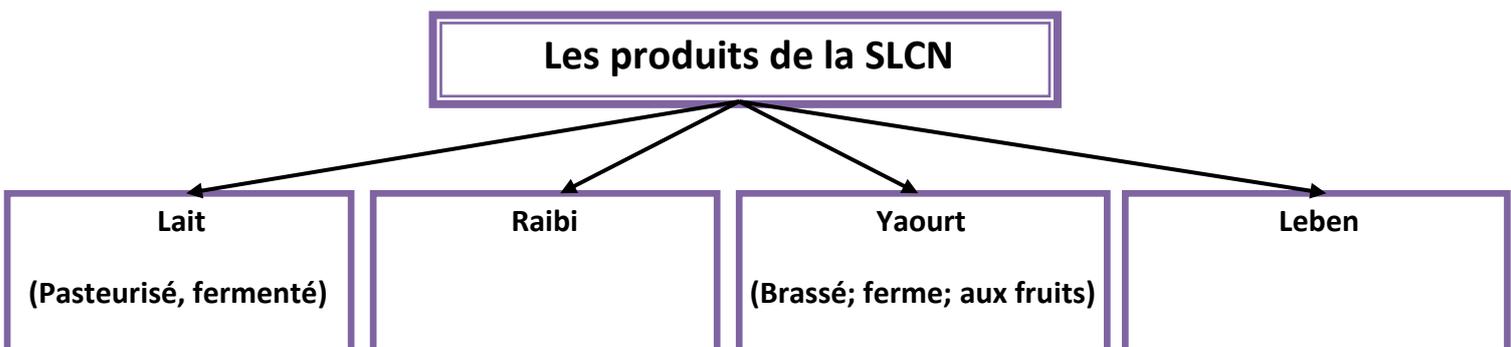


Figure 2 : les produits de la SLCN

II) Généralités sur le lait :

La dénomination "lait" sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Le lait est alors le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ou soustraction. Le lait apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotènes de la matière grasse. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable. ^[1]

1) La composition du lait :

Le lait contient des nutriments essentiels pour l'être humain : Eau, lipides protéines, acides aminés, vitamines et minéraux il contient des constituants bioactifs comme des enzymes la composition du lait varie en fonction de plusieurs facteurs : l'environnement, hérédité, alimentation, état de la santé de l'animal et la période de lactation. La figure ci-dessous présente la proportion de ses composants.

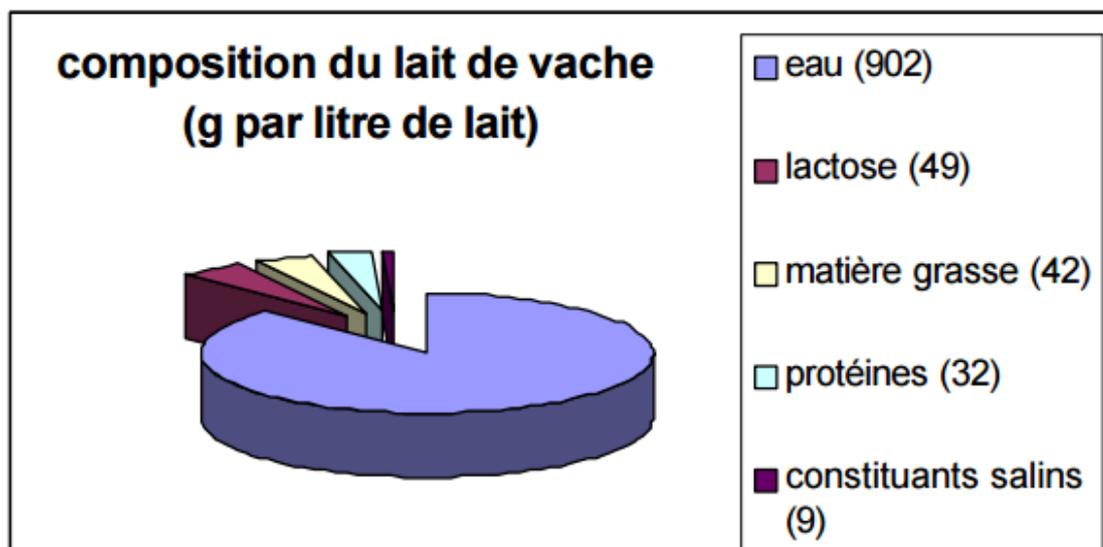


Figure 3 : Composition du lait de vache

a. L'eau

L'eau représentant environ 81 à 87% du volume du lait, se trouve sous deux formes: l'eau libre (96 % de la totalité) et l'eau liée (4 %) à la matière sèche.

L'eau libre par sa mobilité est très réactive, elle autorise l'état de solution du lactose et d'une partie des minéraux et rend le milieu très favorable au développement des microorganismes.

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.

b. Les lipides ou matière grasse

La matière grasse du lait est à l'état d'émulsion dans le lait sous forme de globules sphériques d'un diamètre variant entre 1,5 et 10 millièmes de millimètre. Sa composition et sa structure ne sont pas homogènes.

Une fraction majeure localisée à l'intérieur du globule gras est constitué des glycérides et les stérides.

Une fraction mineure correspond à des lipides complexes de type lécithines, elle est située à l'interface du globule avec la phase aqueuse et fait partie intégrante de la membrane globulaire, elle joue un rôle important dans la stabilité de la phase grasse en la maintenant à l'état d'émulsion.

c. Les protéines

Les protéines se répartissent en deux groupes principaux : les protéines de la caséine qui représentent 80% des protéines totales et les autres représente 20% ces derniers et possèdent une valeur nutritive plus élevée.

Les caséines se trouvent dans le lait sous forme d'un complexe des diverses caséines liées à du phosphate de calcium colloïdal, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

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 ainsi la coagulation de ces protéines qui se séparent de la phase aqueuse.

d. Les glucides :

Le sucre principal du lait est le lactose qui est un disaccharide constituée par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose (Le glucose 70mg /l, le lactose 20 mg / l)

Le lactose a un faible pouvoir sucrant comparé à celui du saccharose et du glucose. Ce disaccharides est le plus rapidement attaqué par action microbienne les bactéries transforment le lactose en acide lactique, cette transformation est parfois gênante et souvent utilisée en industrie laitière pour l'obtention des laits fermentés et des yaourts.

e. Les sels minéraux :

En terme de matière minérale, les principaux macros-éléments rencontrés dans le lait sont le calcium, le phosphore, le magnésium, le potassium et le chlore.

Le lait contient également des oligo-éléments sous forme de traces indispensables pour l'organisme humain tel que le zinc, le cuivre, le fluore, l'iode et le molybdène.^[5]

f. Les Gaz dissous :

Le lait contient des gaz dissous à un taux de 4 à 5%, à savoir le dioxyde de carbone (CO₂), le diazote N₂ et l'oxygène(O₂).^[1]

g. Les vitamines :

Le lait est riche en vitamines telles que les vitamines hydrosolubles (thiamine : B1, riboflavine : B2, biotine) et les vitamines liposolubles (A, β carotène, cholécalférol)

2) Qualité du lait :

a. La valeur nutritionnelle :

Malgré que le lait soit un liquide, sa teneur en matière sèche est proche de celle d'aliments solides.

Sa valeur énergétique est de 700kcal /litre. Sa valeur nutritionnelle est apporté par les lipides, le lactose, les protéines, les vitamines, et le calcium.

b. Les paramètres physico chimiques :

Les analyses physico chimiques effectuées au niveau du laboratoire à chaque réception du lait joue un rôle capital dans le secteur laitier.

Elles permettent d'évaluer la qualité nutritionnelle du lait reçu par les fermiers et donc sa valeur marchande. C'est donc en fonction de ces résultats que la SCLN fixe le prix du lait aux éleveurs fournisseurs.

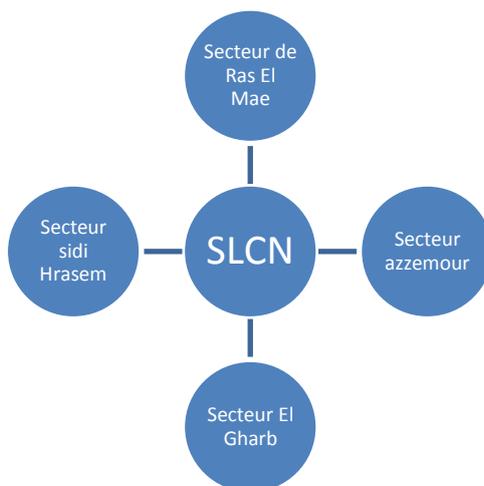
Tableau 2 : Normes exigées par la société

Les paramètres	Les normes
La densité à 20°C	Entre 1028 et 1030
Point de congélation	Entre -0.50 et -0.54°C
Le Ph	Entre 6.5 et 6.6
L'acidité	Entre 15 et 18 °D
La matière grasse	30g/l
Matière protéique	Entre 28 et 30g/l
Test d'alcool à 72°C	Négatif
Test d'ATB	Négatif

III) Description du procédé de fabrication de dérivés laitiers (yaourt brassé et Raibi)

1) Collecte du lait :

L'opération de la collecte s'effectue deux fois par jour (le matin à partir de 6 h, le soir à partir de 14 h). Cette collecte se fait dans les régions suivantes :



Les centres de la collecte reçoivent le lait des fermiers et procèdent rapidement à un test d'acidité en utilisant le bleu de bromocresol :

- Si la coloration est jaune : le lait est acide.
- Si la coloration est verte : lait est légèrement acide.
- Si la coloration est violette : le lait est frais.

Avant d'amener l'échantillon au laboratoire, le personnel Chargé de la collecte détectent le taux du mouillage à l'aide d'un lactodensimètre.

La quantité de lait est calculée grâce à des compteurs électroniques. ^[2]

2) Réception du lait :

A l'arrivée de lait cru à l'usine dans des camions citernes spécialisés (6°C), des prélèvements sont effectués avant son dépotage, des tests permettent de s'assurer de la bonne qualité de lait pour une éventuelle recherche d'une trace d'ATB qui auraient été administré aux vaches.

3) Processus de fabrication de yaourt brassé et Raibi :

Le yaourt est un produit laitier obtenu par la fermentation du lait par l'action des micro-organismes appropriés et provoquant la réduction du pH avec ou sans coagulation.

Ces levains doivent être viables actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale.

Les ferments lactiques *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* doivent êtreensemencés simultanément et être vivants dans le produit fini à la DLC à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme rapportés à la partie lactée. De plus la quantité de 100 g de yaourt ne doit pas contenir une valeur inférieure à 0.7g de ferments.

Si le produit subit un traitement thermique après la fermentation, l'exigence portant sur la viabilité des micro-organismes ne s'applique pas

a. Les étapes de production du yaourt brassé :

➤ *Dégazage :*

Le lait introduit dans le dégazeur a but d'éliminer tous les odeurs et les bulles et les Gaz trouvés dans le lait.

➤ *Filtration :*

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

➤ *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.

➤ *Stockage*

Cette opération se fait dans des tanks à double parois, permettant une isolation thermique qui ne doit pas dépasser 48h, afin d'éviter une lipolyse et une protéolyse.

➤ *Thermisation*

Ce processus consiste à chauffer le lait au niveau d'un échangeur à plaques pour inhiber la croissance d'un nombre considérable des microorganismes au cours du Stockage du lait cru, et qui modifient la qualité du lait de façon négative, le lait cru entre avec une température de 4°C, puis subit un préchauffage à 75°C ,à la fin de la thermisation le lait sort avec sa température initiale de 4°C.

➤ *Ecrémage*

C'est l'action de séparer la crème du lait. La SLCN possède une écrémeuse à double rôle : d'une part éliminer les impuretés qui s'échappent à la filtration, d'autre part ajuster le taux de matière grasse selon la destination demandée. En particulier pour faire correspondre le taux de matière grasse à celui exigé par la législation marocaine.

➤ *Le poudrage*

Le poudrage représente une étape manuelle par l'addition des ingrédients qui sont principalement l'amidon, le sucre et l'acide sorbique (E 200), ce dernier est classé parmi les additifs alimentaires largement utilisés pour la conservation des yaourts.

Le lait écrémé est dirigé vers des cuves chacune à une température de 4°C, on procède alors à un enrichissement de ce lait écrémé en poudre, afin d'augmenter son extrait sec total. Le mélange est ensuite homogénéisé par un agitateur pour éliminer le lait non solubilisé.

➤ *La pasteurisation*

La préparation du lait terminé ,celui-ci est soumis alors à un traitement de pasteurisation (94 à 95°C pendant 3 à 5 min) ce traitement à pour but de détruire les micro-organismes pathogènes pouvant être présent, et la plus grande partie de la flore banale provoquer un déplissement par dénaturation partielle des protéines solubles et leur fixation sur les caséines. Cet effet a pour conséquence d'augmenter les capacités de rétention du yaourt entraînant la modification des propriétés rhéologique du coagulum acidifié. Avec ce traitement le yaourt brassé présente une structure plus homogène et visqueuse.

➤ *Inoculation des ferments*

Elle se fait dans des cuves en acier inoxydable dans lesquelles le personnel ajoute les levains comprenant exclusivement chacune des deux bactéries spécifique du yaourt (Streptocoque et Lactobacille), ces ferments de bases sont produit dans des usines spécialisés et arrivent congelé. Au cours de la fermentation lactique qui dure environ 6h la production d'acide lactique responsable du gout acidulé modifie la structure des protéines du lait (caséines micellaires) et conduise à la prise de masse de celui-ci.

Ces deux espèces vivent en symbiose dans le yaourt à un pH compris entre 6,6 et 6,8 favorable au développement du *Streptococcus Thermophilus* qui assure le départ de la fermentation lactique. Cette acidité en se développant devient défavorable au streptocoque qui est relayé par la *Lactobacillus Bulgaricus* qui poursuit la fermentation jusqu' à un pH d'environ 4.2.

Au cours de cette opération, une agitation est nécessaire pour rendre parfaitement homogène lait / ferment.

➤ *Conditionnement*

Le conditionnement est l'ultime étape dans la chaîne de production. Il joue un rôle primordiale dans la qualité du service de production vis-à-vis du consommateur puisqu'il permet de donner les informations complètes sur les constituants du produit à la date limite de consommation ainsi qu'il doit être avoir certaine qualité :

- Etre attrayant par sa forme et sa présentation.
- Offrir une protection efficace au produit contre les chocs physiques, thermique et la lumière.
- Faciliter la manipulation du produit.
- Préserver le contenu des odeurs ou saveurs étrangères

la SLCN possèdent des conditionneuses sophistiqués pour emballer les gammes de produits élaborés à titre d'exempt la machine Thermo pack qui permet le conditionnement des yaourts dans des pots en plastique.

➤ *Stockage*

Les yaourts sont ensuite refroidis dans un tunnel à 4°C. A la sortie du tunnel, les yaourts sont conservés en chambre froide à 6°C avant leur expédition.

Les yaourts sont enfin expédiés au consommateur par des camions réfrigérés qui assurent une parfaite continuité de la chaîne du froid. ^[8]

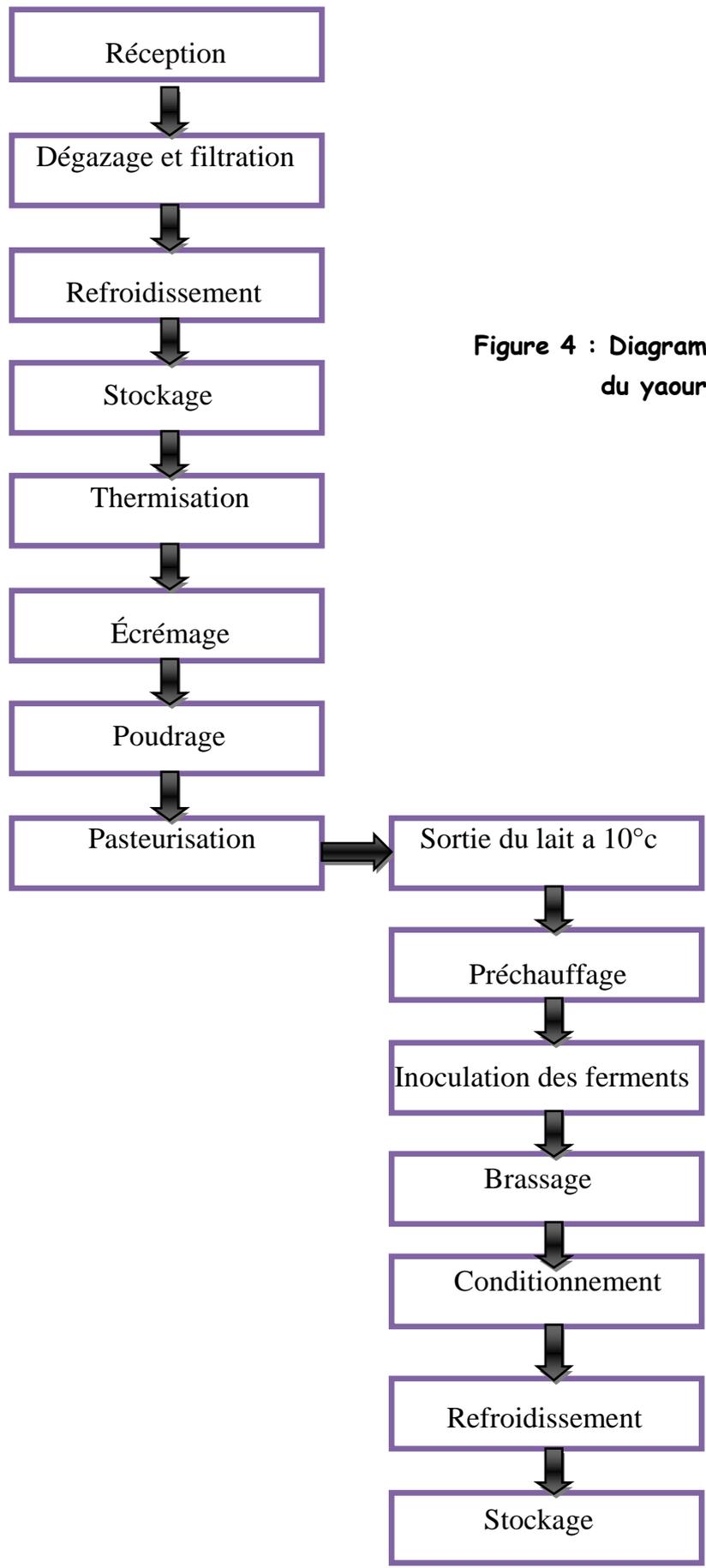


Figure 4 : Diagramme de fabrication du yaourt brassé

b. Etapes de fabrication de Raibi :

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. Le brassage se fait par passage à l'homogénéisateur sous une pression inférieure à 50 atmosphères pour donner une viscosité inférieure d'environ 50 pour cent à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé.

Les étapes de fabrication de Raibi sont les suivantes :

- Au lait thermisé, on ajoute la poudre du lait, le sucre et le sorbate, puis il est pasteurisé à 95°C, refroidis à 45°C et mis enfin dans une cuve.
- Le lait est ensuiteensemencé avec le ferment et on ajoute ensuite l'arôme et le colorant pour Raibi, après agitation on laisse fermenter jusqu'à ce que l'acidité Dornic soit comprise entre 70 et 75°D.
- Le conditionnement se fait ensuite dans des pots de polystyrènes, puis stocké dans une chambre froide à 4°C.

IV) Matériels et méthodes :

1) Echantillonnage:

L'étude est réalisée sur deux types de dérivés laitiers: le yaourt brassé et Raibi qui sont choisis par la différence au niveau de leurs processus de fabrication et leurs caractéristiques physico-chimiques.

Ces deux produits sont pris au cours de leurs conditionnement puis acheminés au laboratoire pour subir des analyses à savoir le pH, l'acidité Dornic et la température. Cette dernière est vérifiée toute les 20 minutes jusqu'à l'arrêt de production.

Un échantillon est placé dans le tunnel (4°C), un autre à température ambiante.

Les analyses de ces produits sont effectuées trois fois durant la date limite de consommation de l'échantillon : J+1, J+7, J+14.

2) Analyses physicochimiques:

a. Test d'antibiotique :

But

Il Permet de détecter la présence ou l'absence de l'antibiotique dans le lait. Il s'applique sur tout lait frais ou en poudre pour la fabrication d'un yaourt. L'antibiotique à rechercher est le β - lactame dans uniquement dans le lait cru.

Matériels



Figure 5 : incubateur d'ATB.

- Incubateur.
- Pipette de 300 microlitres.
- Bandelette MRL.

Mode opératoire

On Prend à l'aide d'une pipette propre 300 microlitre du lait cru, puis on met la bandelette dans son emplacement dans l'incubateur, on verse soigneusement les 300 microlitre du lait sur le bord de la bandelette et on ferme l'incubateur, une fois l'alarme sonne ça veut dire les 8 min sont terminés.

Expression des résultats

Présence de deux bandes rouges sur la bandelette \implies Absence d'ATB.
Présence d'une seule bande rouge sur la bandelette \implies Présence d'ATB.

b. Mesure de pH :

But

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

Matériels



Figure 6 : pH mètre.

- pH mètre.
- Les solutions tampon
- L'eau distillée

Mode opératoire

On étalonne le pH mètre à l'aide des deux solutions tampons, puis on prolonge l'électrode dans le produit à analyser et on lit la valeur du pH, Après chaque détermination du pH on retire l'électrode, on rince avec l'eau distillée et on sèche.

Expression des résultats

Lecture directe sur le pH mètre.

c. Mesure d'acidité :

But

L'acidité est une notion très importante, car elle permet de juger l'état de conservation du lait.

Matériels

Bêcher Pipette 10ml Burette Hydroxyde de sodium NaOH(0.1N)
Phénolphthaléine 1%.

Mode opératoire

On introduit dans un bécher :

10 ml du produit à analyser 2 gouttes de phénolphthaléine et ensuite on titre avec NaOH placée dans une burette sous agitation jusqu'à le début de changement de coloration et on note V_{NaOH} versé.

Expression des résultats

$$L'acidité (^{\circ}D) = 10 \times V_{\text{NaOH}}$$

(1 $^{\circ}$ Dornic correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait).

d. Extrait sec Dégraissé (ESD) :

But

L'extrait sec dégraissé correspond à l'ensemble des composants de la matière sèche à l'exception des matières grasses, il faut calculer l'extrait sec total (EST) qui permet de mettre en évidence la quantité de la matière non volatile contenue dans le produit à analyser, qui se fait par étuvage du produit pendant 3 heures à température de 103°C puis on pèse le résidu final.

Matériel

- Capsule en verre.
- Balance analytique.
- Dessiccateur.

Mode opératoire

La détermination de l'extrait sec total se fait par la méthode d'étuvage dans une capsule séchée et tarée, on introduit avec une pipette 5mL de notre échantillon et on pèse 5g environ, après on place la capsule, puis on l'introduit dans l'étuve, réglée à une température de $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant une durée de 3 heures en fin on le laisse refroidir au dessiccateur.

Expression des résultats

La matière sèche du lait exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$\frac{M1 - M0}{M} \times 1000$$

Dont :

M1 : Masse en grammes, de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M0 : Masse en grammes, de la capsule vide.

M : Masse de la prise d'essai en grammes.

Extrait sec dégraissé est égale à :

$$ESD=EST-MG$$

Dont :

MG : Matière grasse.

EST : Extrait Sec Total.

e. 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.

Matériel



Figure 7 : viscosimètre

- Viscosimètre.
- Hélices.
- Bêcher d'un litre.

Mode opératoire

On met la quantité suffisante pour chaque échantillon dans un bêcher d'un litre de telle manière que l'hélice soit immergée dans le produit, puis ; on choisit l'hélice convenable pour chaque produit, ensuite on règle la vitesse pour que l'hélice puisse tourner (voir le tableau ci-dessous), en fin on Laisse tourner presque 5 min pour lire la valeur. ^[6]

Expression des résultats

Les résultats s'expriment en centipoise selon la relation suivante :

Valeur lue \times interaction de la vitesse et le numéro d'hélice

Tableau3 : caractéristiques de la vitesse et le nombre d'hélices pour les deux produits.

Produit	Vitesse	Hélice
Yaourt	20	3
Raibi	5	5

v) Résultats et discussions

1) Suivi des paramètres physico chimiques du yaourt brassé :

a. acidité:

Le suivi des analyses de l'acidité de yaourt est représenté dans l'histogramme suivant :

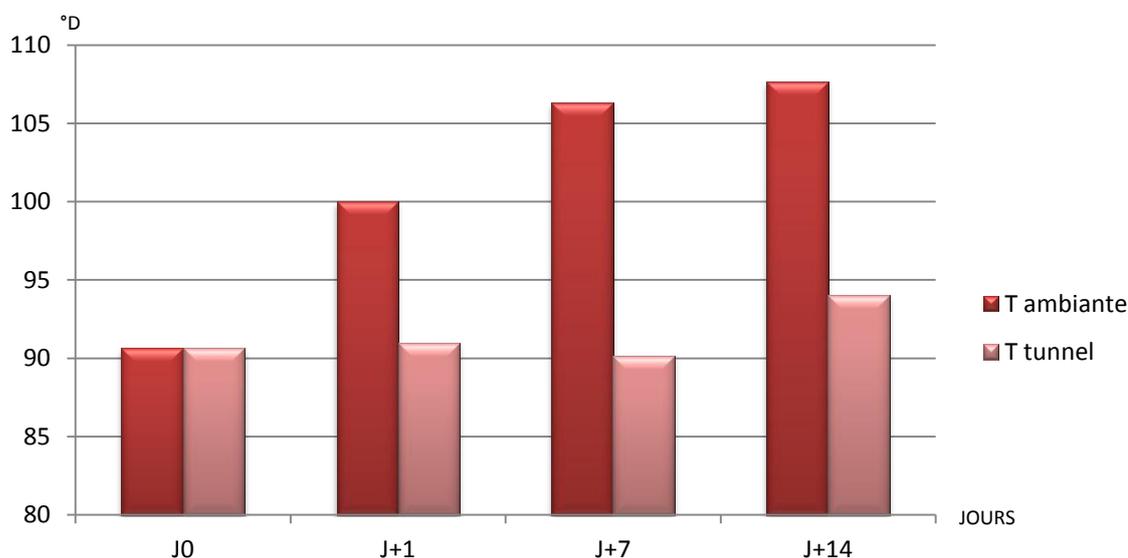


Figure 8 : Histogramme représentant la variation de l'acidité de yaourt brassé à T ambiante et au tunnel.

➤ **Analyse et interprétations :**

Au vue des résultats obtenue on constate que l'acidité Dornic augmente afin d'atteindre 94°D pour les produits placés au tunnel, du coup cette acidité est inférieure à celle des produits placés à température ambiante et qui atteint 107°D.

D'une manière générale, cette variation d'acidité qui est inversement proportionnel au pH peut s'expliquée par le rôle principale des bactéries spécifiques du yaourt (*Streptococcus Thermophilus* et *Lactobacillus. Bulgaricus*) qui transforment le lactose en acide lactique, entrainant alors une baisse du pH.

b. pH :

Le suivi des analyses du pH du yaourt est représenté dans l'histogramme suivant :

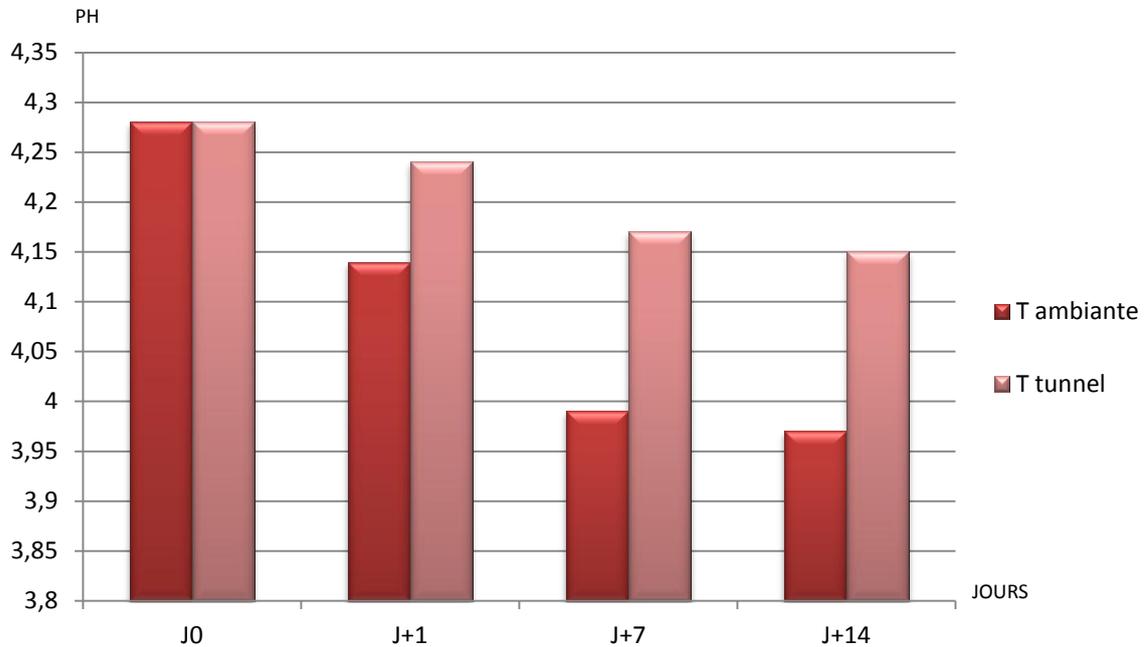


Figure 9 : Histogramme représentant la variation de pH de yaourt brassé à T ambiante et au tunnel.

➤ **Analyse et interprétations :**

Au vue de résultats obtenus, il apparaît que l'évolution du pH pendant les 14 jours est caractérisé par une diminution jusqu'au voisinage 4,16 pour les produits placés au tunnel et d'environ 3,97 pour les produits placés à température ambiante.

Par ailleurs le maintien des yaourts au froid empêche la multiplication bactérienne, il n'arrête pas complètement leur activité métabolique, bien que lente, la production d'acide lactique se poursuit.

c. la viscosité :

Le suivi des analyses de la viscosité de yaourt est représenté dans l'histogramme suivant :

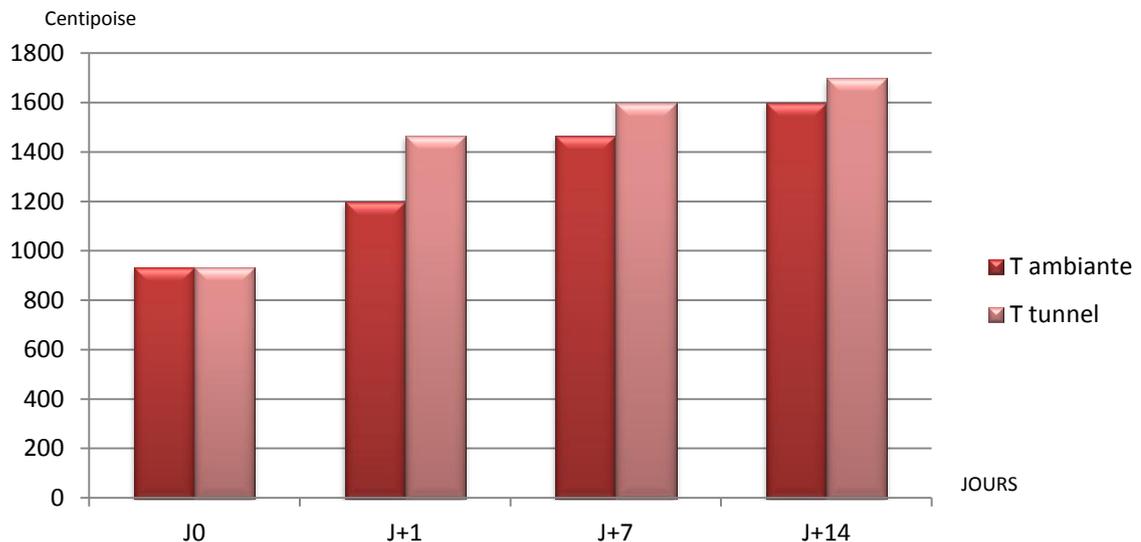


Figure 10 : Histogramme représentant de la viscosité de yaourt brassé à T° ambiante et au tunnel

➤ **Analyse et interprétations :**

À J0, les valeurs de la viscosité semblent similaires dans les deux conditions de température. En effet la valeur de la viscosité initiale tend à augmenter après un jour de stockage, cette évolution est beaucoup plus importante pour les produits placés au tunnel par rapport à ceux placés à température ambiante.

De J7 à J14, la viscosité ne cesse d'augmenter. Au dernier jour d'étude, elle atteint 1700 centipoises pour les produits placés au tunnel, du coup elle atteint 1600 pour les produits entreposés à température ambiante.

Les résultats de suivi de la viscosité montrent que celle-ci est associée à la température de stockage. Entre autre, cette variation durant la période d'étude peut s'expliquer par les réarrangements protéiques qui ont lieu ou les interactions protéines sont favorisés par des liaisons de faible énergie hydrogène, hydrophobe, ce qui conduit à une augmentation de la viscosité au cours du temps, de ce fait, ce réseau est d'autant plus important que la proportion des protéines dans le yaourt est importante.

d. Extrait sec dégraissé :

Le suivi des analyses de L'ESD de yaourt est représenté dans l'histogramme suivant :

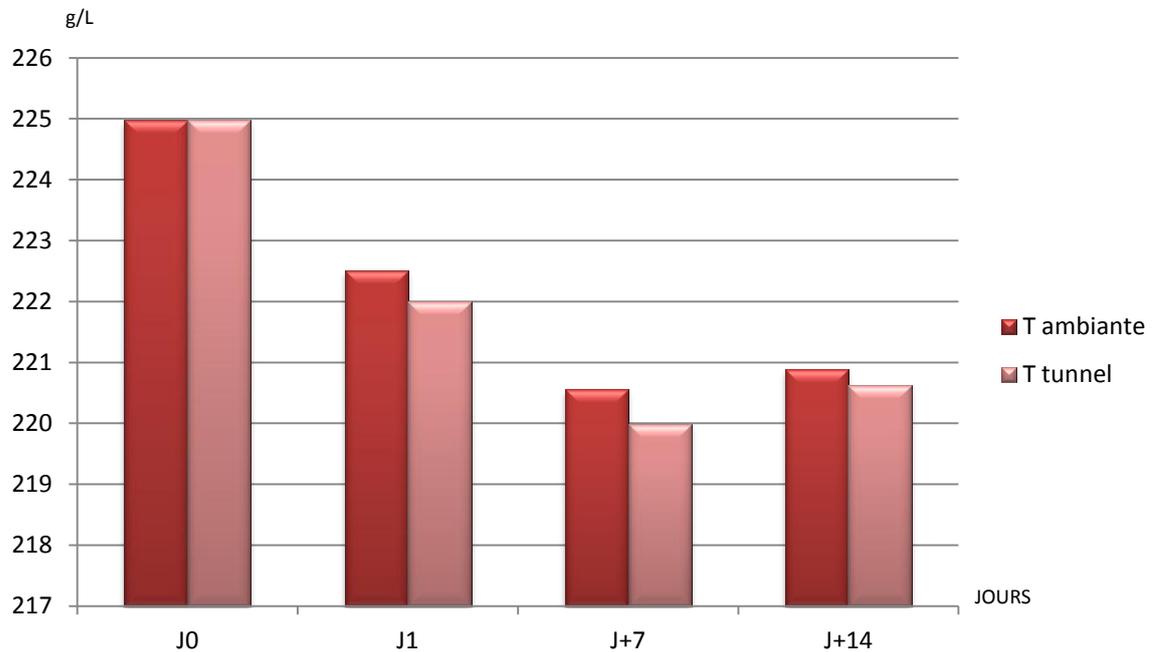


Figure 11: Histogramme représentant L'ESD de yaourt à T ambiante et au tunnel

➤ **Analyse et interprétations :**

Au vue des résultats obtenus, on constate que la valeur initiale de l'ESD est de 224,98 g/l dans les deux conditions de stockage.

Au dernier jour de notre étude. Cette valeur devient 220, 98 g/l pour les produits placés à température ambiante et de 220 g/l pour les produits stockés au tunnel.

Ces résultats montrent que ce paramètre n'a pas changé durant la période d'étude, cela dépend en grande partie de la composition de lait de départ ainsi de la qualité de la poudre.

2) Suivi des paramètres de Raibi :

a. Acidité :

Le suivi des analyses de l'acidité est représenté dans l'histogramme suivant :

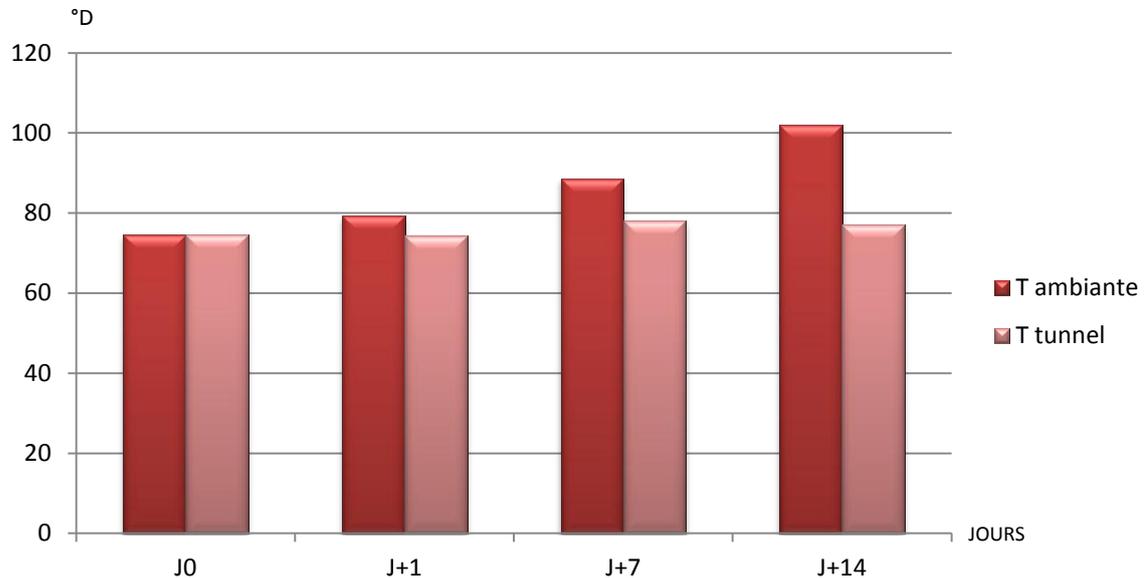


Figure 12 : Histogramme représente la variation de l'acidité de Raibi à T ambiante et au tunnel.

➤ Analyse et interprétations :

On observe que l'acidité Dornic augmente pendant les 14 jours jusqu'à 77°D au tunnel, et 102°D à la T ambiante.

b. pH

Le suivi des analyses de l'acidité est représenté dans l'histogramme suivant:

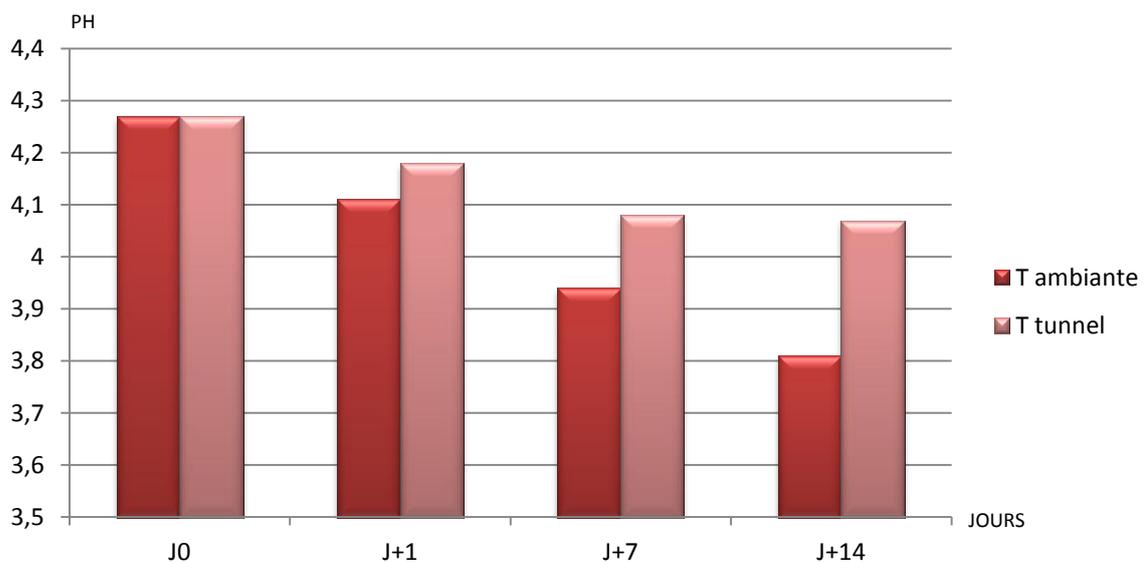


Figure 13 : histogramme représentant la variation de pH de Raibi à T ambiante et au tunnel.

➤ **Analyse et interprétations :**

Au vue des résultats obtenus, on constate une diminution du pH pendant les 14 jours dans les deux conditions de température.

c. La viscosité :

Le suivi des analyses de la viscosité est représenté dans l'histogramme suivant :

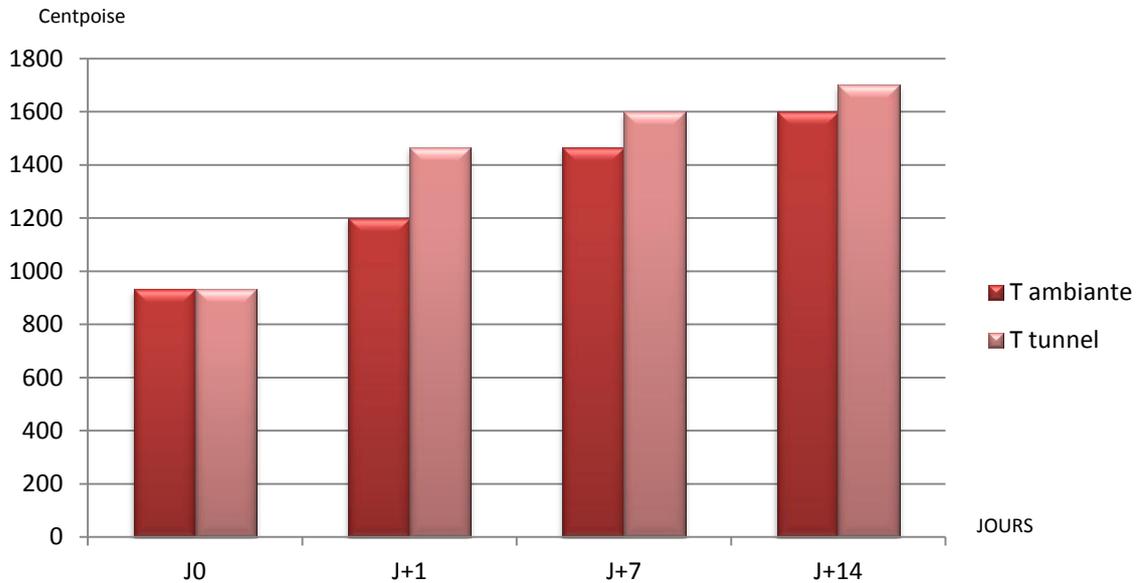


Figure 14 : Histogramme représentant la variation de la viscosité de Raibi à T ambiante et au tunnel.

➤ **Analyse et interprétations :**

A J0, la viscosité augmente dans les deux conditions de stockage,

A J7, la viscosité des produits augmente dans le tunnel d'une manière importante par rapport à celle des produits placés à température ambiante,

A J14, les produits placés à température ambiante montrent une viscosité de 1600 Centipoises alors que pour les produits placés au tunnel une valeur de 1700 Centipoises.

Les résultats de suivi de la viscosité confirment que celle-ci est liée à la température de stockage. Cette variation de la viscosité durant la période d'étude peut s'expliquer par le réarrangement des protéines.

Cette viscosité dépend de la qualité des ferments, de la pression et de la vitesse d'homogénéisation et de la qualité de la poudre d'enrichissement.

d. Extrait sec dégraissé :

Le suivi des analyses de l'ESD de Raibi est représenté dans l'histogramme suivant :

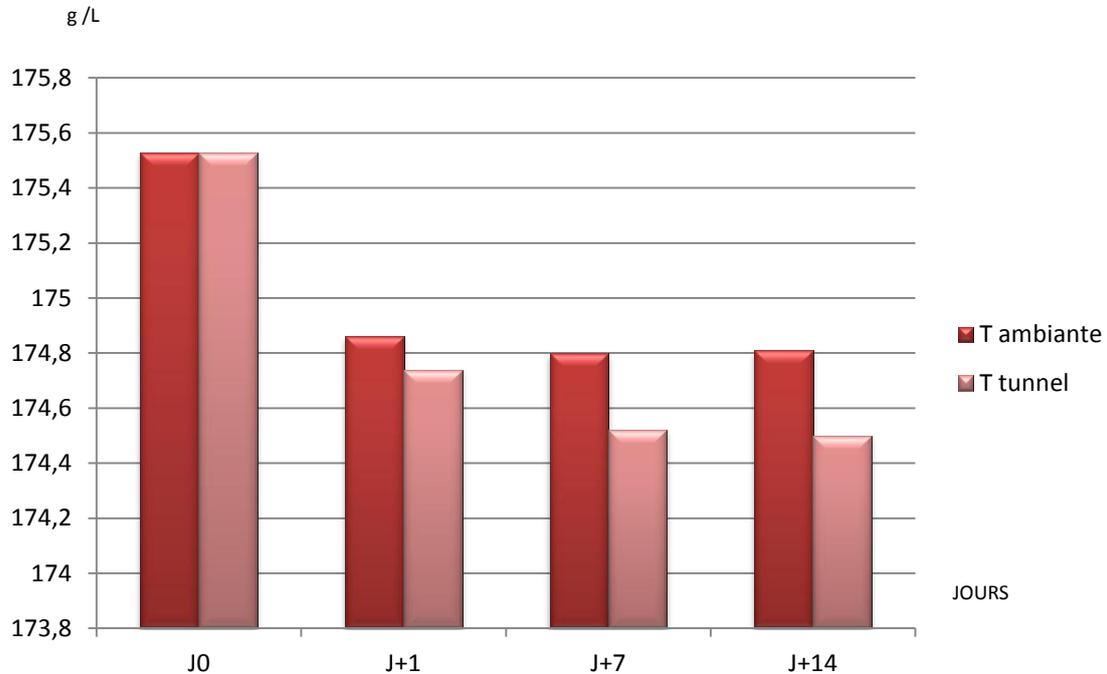


Figure 15 : Histogramme représentant l'ESD de Raibi à T ambiante et au tunnel.

➤ Analyse et interprétations :

Au vue des résultats obtenus, ce paramètre reste presque stable pendant la période d'étude :

A J0 l'ESD est de 175,53 g/l dans les deux conditions d'entreposage.

A J14 cette valeur devient de 174,81 g/l pour les produits placés à température ambiante et de 174,5 pour les produits placés au tunnel.

Ce paramètre dépend de la richesse de lait de départ en matière sèche et de la qualité de la poudre avec laquelle se fait la standardisation de lait, ces derniers jouent un rôle important dans le maintien de la texture du yaourt.

Conclusion générale

Au cours de ce stage, au sein de la SLCN, nous avons effectué des tests de contrôle qualité en étudiant les paramètres physico-chimiques suivants (pH, Acidité, viscosité, ESD) de yaourt brassé et Raïbi tout en les comparant aux normes.

Il en découle que tous nos résultats trouvés sont fiables et conformes aux normes.

Nous avons aussi suivi et avec attention, le détail du procédé de fabrication des produits laitiers, obéissant au système d'hygiène, de sécurité et de de contrôle qualité, répondant ainsi au besoin du consommateur qui est devenu trop exigeant sur la qualité du produit mis à sa disposition.

Ce stage m'a été d'une grande expérience et d'un grand apport scientifique, ou j'ai pu mettre en valeur mes compétences, approfondir mes connaissances pratiques acquises durant ma formation académiques, et avoir une idée sur le tissu socio- économique.

Enfin j'estime que j'ai pu atteindre mes objectifs.

Références Bibliographiques :

Les produits laitiers. 2^{ème} édition, p. 23 année 2000

Références webographiques :

- [1] www.ulb.ac.be/sciences/cudec/LaitComposition.html
- [2] http://riffiamarti.voila.net/Files/STAGE_TECHNIQUE_Adil_Al_AMRI.pdf
- [3] <http://www.fao.org/docrep/T4280F/T4280F0D.HTM>
- [4] <http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/25166/ch02.html>
- [5] <http://www.fao.org/docrep/004/x6551f/X6551F02.htm>
- [6] Communication privée fournie par l'équipe de laboratoire.
- [7] Romain Jeantet, Thomas Croguennec, Michel Mahaut, Pierre Schuck, Gérard Brulé.