



Université Sidi Mohammed Ben Abdellah  
Faculté des Sciences et Techniques – FES  
*Département biologie*

**Projet de Fin d'Etudes**

*Licence Sciences & Techniques*

*«BioProcédés, Hygiène & sécurité alimentaires»*  
2016-2017

**ETUDE DE LA STABILITE DE YAOURT POUR DETERMINER  
LA DATE LIMITE DE CONSOMMATION**

**Réalisé par :**

- Nisrine Ben Salah

**Encadrement :**

Pr. El Houssaine Harki

Mr. Driss Zerhouni

**Présenté le 06/06/2017 devant le jury composé de :**

- Pr. El Houssaine Harki
- Pr. Sanae Guissi

**Stage effectué à la coopérative laitière COLAINORD**





# *Dédicace*

Je tiens à rendre grâce à :

Mes chers parents, qui m'ont toujours soutenue. Ma vie entière serait insuffisante pour vous exprimer ma profonde gratitude.

Mon frère et ma sœur, que nous aimons beaucoup. Ma grande famille.

Mes chers amis, et enseignants.

Je dédie ce travail spécialement à :

Ma grande mère qui nous a quitté très tôt, tu resteras toujours gravée dans ma mémoire. Que votre âme repose en paix.

# Remerciements

Je tiens à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé de différentes façons à la réussite de ce travail et plus particulièrement les personnes que je cite ci-dessous :

Monsieur, **LOTFI AARAB**, coordonnateur de stage et chef de filière de licence BHSA pour ses précieuses instructions.

Monsieur **LHOUSSAINE HARKI**, l'encadrant interne pour son effort et ses conseils prodigués pour la rédaction du rapport.

Madame **SANAE GUISSI**, pour l'intérêt qu'elle porte à l'examen de ce travail.

Monsieur **DRISS ZERHOUNI**, chef de service de qualité à COLAINORD, pour avoir accepté de m'encadrer au sein de la coopérative, ses précieux conseils et ses informations qui m'ont permis de finir ce travail. Mes spéciaux remerciements à Madame **MARYAM TALIH**, pour sa bienveillance et son aide.

Madame **SANAE CHAOUI**, chef de laboratoire de contrôle de qualité du lait au sein de COLAINORD pour m'avoir donné la chance d'accéder au laboratoire et mettre en pratique mes connaissances théoriques.

Je remercie enfin tout le personnel de la société et toutes personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce rapport.

## ***But de stage***

Le stage effectué au sein de COLAINORD constitue une opportunité importante pour profiter d'une formation pédagogique différente.

Ce stage de 7 semaines m'a permis :

D'une part , de se familiariser avec les principaux aspects de la vie de la coopérative , observer et comprendre les procédés de fabrication de lait et ses dérivés et maîtriser les analyses effectués au sein de laboratoire dans le cadre de contrôle de qualité des produits laitiers.

D'autre part, j'ai eu l'occasion de s'habituer au travail pratique et développer le sens de recherche et d'analyse.

Certainement, mon expérience à COLAINORD est une réussite sur le plan professionnel, vu que cette coopérative est considérée parmi les plus grandes coopératives du Maroc, dans son secteur.

C'est une réussite également sur le plan pratique, puisque on est conscient que les connaissances théoriques seules ne suffisent pas pour faire face aux problèmes réels au sein des entreprises industrielles.

## **Liste des figures :**

- Figure 1 : Vue de face de COLAINORD ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 2 : Unité de réception du COLAINORD ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 3 : Tanks de réception de COLAINORD ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 4 : Schéma de station de réception du lait..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 5 : Séparateur ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 6 : Principe de la standardisation du lait..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 7 : principe de fonctionnement d'un homogénéisateur ... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 8 : Viscosimètre/ Figure 9 : Burette à robinet graduée.... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10 : Courbe d'évolution d'acidité de yaourt brassé en fonction de temps **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11 : Courbe d'évolution d'acidité de yaourt à boire en fonction de temps **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12: Evolution de la viscosité de yaourt brassé en fonction de temps **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13: Evolution de la viscosité de yaourt à boire en fonction de temps **Erreur ! Signet non défini.**

## ***Liste des tableaux :***

- Tableau 1 : Fiche technique de COLAINORD ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 3 : Quantité de matière grasse des yaourts de COLAINORD **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 4 : Conditions de fermentation des dérivés laitiers de COLAINORD **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 5 : Composition nutritionnelle pour 100g de différents Yaourts(6) **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 6 : Couverture des apports nutritionnels conseillés par un pot de 125g **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 7: les caractères anormaux de yaourt et leurs causes(7) **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 8 : Expression des résultats de viscosité ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 9 : Résultats de suivi d'acidité de Yaourt brassé ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 10 : Résultats de suivi d'acidité de yaourt à boire ..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 11: Résultats de suivi de viscosité de Yaourt brassé... **Erreur ! Signet non défini.**
- Tableau 12 : Résultats de suivi de viscosité de Yaourt brassé.. **Erreur ! Signet non défini.**

# Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

## PREMIERE PARTIE : Présentation de l'entreprise

### I : Présentation de la coopérative COLAINORD

I-1. Historique de COLAINORD .....	2
I-2. Fiche technique .....	3
I-3. Différents services .....	3

## DEUXIEME PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### I : Les yaourts

I-1. Définitions .....	5
I-1-1. Lait fermenté .....	5
I-1-2. Yaourt.....	5
I-1-3. Les bactéries lactiques .....	5
I-2. Classification des yaourts .....	7
I-3. Procédés de fabrication des yaourts.....	7
I-3-1. Yaourts fermes.....	14
I-3-2. Yaourts brassés.....	14
I-3-3. Yaourts à boire.....	14
I-4. Caractéristiques nutritionnelles des yaourts.....	15
I-5. Caractères anormaux des yaourts.....	17

## TROISIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

### I : Matériels et méthodes

I-1. Cadre et période d'étude .....	18
I-2. Matériels .....	18
I-2-1. Echantillons.....	18
I-3. Méthodes .....	19
I-3-1. Analyses physico-chimiques.....	20
a- Mesure de l'acidité.....	20
b- Mesure de viscosité .....	20
I-3-2. Analyses organoleptiques ou sensorielles.....	20

### II : Résultats et discussion.....

### III : Conclusion .....

Références .....	30
------------------	----



# INTRODUCTION

Le yaourt est le produit laitier fermenté le plus connu, C'est un produit sain et naturel, délicieux et diversifié. Aujourd'hui, les marocains, de plus en plus conscients de la préservation de leur santé, varient leur alimentation et le yaourt commence à y prendre une place très importante.

Pour cela, le souci permanent des responsables de production à COLAINORD est le plaisir de consommateur. Ils ne cessent pas d'amplifier leur effort pour assurer des produits de qualité irréprochable.

La détermination de la Date Limite de Consommation (DLC) d'un produit est laissée sous la responsabilité des industriels agroalimentaires. Elle correspond à la durée au bout de laquelle les microorganismes naturellement présents dans le yaourt atteignent une quantité critique pour la qualité sanitaire ou la qualité organoleptique du produit (goût, texture, saveur)

Dans ce contexte, ce stage permet de faire une étude de la stabilité de yaourt à fin de déterminer la date limite de consommation en réalisant un suivi de 60 échantillons de deux types de yaourts produits par la COLAINORD.

## I - Présentation de la coopérative COLAINORD

### I-1-Historique de COLAINORD :



**Figure 1 : Vue de face de COLAINORD**

La coopérative laitière du Nord « **COLAINORD** » est un groupe autonome de personnes volontairement réunies pour satisfaire leurs besoins économique, sociaux et culturels communs au moyen d'une entreprise.

L'idée de la construction de **COLAINORD** a été l'objet de la volonté et de l'initiative des éleveurs tétouanière qui en voulant se protéger des aléas de marché et de prélèvements opérés par les intermédiaires dans le but d'approvisionner la ville en lait de qualité pour répondre aux besoins des consommateurs .Elle a démarrée ses activités le 02/05/1971. Au début le nombre des adhérents à la coopérative a été 675, ce nombre a augmenté pour atteindre à la fin de 2006 ,**1806 adhérents** dont **54 coopératives** de collecte du lait regroupant **9500 éleveurs**.

Actuellement, avec une récolte quotidienne de plus de **200 tonnes** de lait et environ **40 millions de litres** de lait vendus par an, l'entreprise est devenue une puissance majeure dans la production laitière qui concurrence les grands producteurs du royaume tels que Central Laitier et COPAG. Son rayon de distribution devient de plus en plus large, et ses produits sont maintenant présents dans presque tous les coins du Maroc, L'objectif à moyen terme est l'obtention des certifications ISO 14001:2004 et ISO 22000:2005.

Elle est située au Km 12, route de Sebta, dans la commune rurale : Mallalyine à la Wilaya de Tétouan.

## II-2-Fiche technique :

Tableau 1 : Fiche technique de COLAINORD

Raison social :	Coopérative Laitière du nord
Forme juridique :	Coopérative
Date de création :	02 octobre 1971
Date de démarrage :	05 Mai 1971
Siège social :	Km12, Route de Sebta – Malalynne, TETOUAN
Secteur d'activité	Agroalimentaire : Lait et Produits laitiers
Capital En 2010:	92 952 300 MDh
Chiffre d'affaire En 2010 :	459 909 470,84 MDh
Les marques commerciales :	COLAINORD, VITANORD, VITAL, VITAMIX
Effectifs total en 2010 :	608
Coordonnées :	Tel : 05 39 97 53 17 / Fax : 05 39 97 51 33 E-mail : <a href="mailto:colainord@menara.ma">colainord@menara.ma</a>

## II-3- Différents services :

### a- Service administratif et technique :

L'entreprise, comme toute autre entreprise de production se compose de plusieurs départements, et chacun a pour objectif d'accomplir une mission ou un service dont il est affecté. Ces départements peuvent être divisés en **2 parties** : départements à caractère **administratif** et départements à caractère **technique** :



#### Les services administratifs :

- ✚ **Service personnel** : Il est chargé de la gestion du personnel et l'application de la législation du travail, c'est le même service responsable des recrutements des employés...
- ✚ **Service d'expédition** : Il contrôle et enregistre la quantité contenue dans le stock, la quantité vendue quotidiennement et même la quantité qui n'est pas vendue après distribution.
- ✚ **Service d'approvisionnement** : responsable de tous les achats dont la coopérative a besoin: des pièces de recharges, les articles, les fournitures de bureau... Il est lié aux autres services administratifs.

- ✚ **Service comptabilité** : chargé de faire la gestion financière de la coopérative sous la responsabilité du chef comptable enregistrer les ventes et les achats, établir les factures des clients...
- ✚ **Service commercial** : son but principal est de commercialiser le maximum de produits possible afin de conquérir le marché et la satisfaction de tous les besoins des client.
- ✚ **Service administratif** : gérer tous les services du coté administratif par le contrôle et l'intervention permanents. Il suit le travail de chaque service.
- ✚ **Service magasin** : concerne toutes les entrées et sorties des articles en stock. Plus précisément tout objet qui doit être stocké, et surveille le stock quotidiennement.

### **Les services techniques :**

Ces services concernent la production. C'est là où s'effectuent tous les traitements nécessaires depuis la réception de la matière première, jusqu'à l'obtention du produit fini. Parmi ces services, on peut citer ceux qui jouent un rôle très important dans le traitement du produit

- ✚ **Service de pasteurisation** : La plus importante partie dans le traitement du lait, le lait s'en débarrasse de tous les bactéries et microbes pouvant nuire la santé humaine.
- ✚ **Service de poudrage** : On ajoute au lait ingrédients nécessaires à la fabrication du différents produits : la poudre du lait écrémé, sucre et d'autres produits qui ne sont pas dévoilés (respectant les droits de la société) par les responsables.
- ✚ **Salle de fermentation** : Le mélange passe dans cette immense salle pour qu'il soit fermenté. Cette salle contient cinq réservoirs de fermentation en plus de quatre autres de refroidissement.
- ✚ **Les chaudières** : L'usine dispose de deux chaudières de 4 m de longueur et 2 m de diamètre. Cette dernière sera utilisée dans plusieurs procédures de la transformation du lait.
- ✚ **Salle de conditionnement** : Le produit passe par plusieurs procédures de transformation, dépendant de la machine et du type de produit à fabriquer pour obtenir finalement le produit fini et prêt à être distribuer.
- ✚ **Frigo** : Il représente le stock de tous les produits déjà fabriqués, c'est là où viendront séjourner les produits finis avant d'être distribués. Ils sont réfrigérés par des ventilateurs gigantesques pour les maintenir dans une température assez basse.
- ✚ **Laboratoire** :  
Ce stage a été effectué au service technique précisément au laboratoire. Celui-ci est bien équipé possédant tous les produits chimiques et dispositifs concernant les analyses et les tests de la qualité des produits laitiers. Le laboratoire a comme mission de faire un suivi en permanence de tous les produits avant et après la production.

## DEUXIEME PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

### I- LE YAOURT

#### I-1) Définitions :

##### I-1-1) Lait fermenté :

On appelle lait fermenté un produit laitier obtenu par la fermentation du lait, lequel peut avoir été fabriqué à base de produits obtenus à partir de lait avec ou sans modification de composition, par l'action de micro-organismes appropriés et résultant dans la réduction du pH avec ou sans coagulation (précipitation isoélectrique). Ces levains (micro-organismes) doivent être viables, actifs et abondants dans le produit à la date de durabilité minimale (1).

##### I-1-2) Yaourt :

Le yaourt est un lait fermenté moderne. Le Codex Alimentarius, norme n° A- 11 (a) (1975) définit ainsi le yaourt: « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition (lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc.). Les micro-organismes du produit final doivent être viables et abondants.»

La législation de nombreux pays exige que les bactéries du yaourt soient vivantes dans le produit mis en vente. D'autres pays admettent qu'à la suite d'un traitement thermique destiné à améliorer la durée de conservation, le produit ne contienne plus de bactéries vivantes. Cette pratique n'est pas recommandable, car elle modifie les propriétés du yaourt.

##### I -1-3) Les bactéries lactiques :

Les bactéries lactiques sont des bactéries à Gram positif, anaérobies partiellement tolérantes à l'oxygène, ne produisant pas en général de spores, se présentant sous formes de coques ou de bâtonnets et capables de fermenter les sucres en acide lactique. On les caractérise aussi par le faible contenu de leur ADN en paires de bases G-C guanine-cytosine (< 50 %) sauf pour les bifidobactéries qui ont un taux supérieur à 50 % de GC. Elles ont pour habitat de nombreux milieux naturels et accompagnent l'activité humaine en tant que bactéries de la flore commensale des muqueuses et de la flore alimentaire(9).

Suivant la classification taxonomique courante, elles appartiennent au phylum Firmicutes, la classe Bacilli et à l'ordre Lactobacillales, comportant les familles suivantes : Aerococcaceae, Carnobacteriaceae, Enterococcaceae, Lactobacillaceae, Leuconostocaceae et Streptococcaceae. Les Bifidobacteriaceae (en) de l'ordre des Bifidobacteriales (en) sont aussi classées parmi les bactéries lactiques.

Les bactéries lactiques occupent une place importante dans le domaine agroalimentaire. Elles sont responsables de la fermentation de plusieurs produits alimentaires spécialement ceux d'origine laitier. Ces bactéries exercent des actions enzymatiques différentes (protéolyse, dégradation des lipides réduction des nitrites) responsables de l'apparition, texture et couleur.

Les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principal d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH 4,6) de façon à former un gel (ou coagulum). Outre le goût acidulé qu'elles donnent au gel, elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques (acétaldéhyde principalement, cétone, acétoïne, diacétyl). Enfin, par la production de polysaccharides (glucanes), certaines souches ont une action dans la consistance du gel.

***Lactobacillus bulgaricus***, ne produit que de l'acide lactique au cours de la fermentation du lactose. Il se développe bien à la température de 45 à 50 °C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 pour cent (pH voisin de 4,5), voire, avec certaines souches, jusqu'à 2,7 pour cent d'acide lactique (pH 3,8 à 3,6).

***Streptococcus thermophilus***, se développe bien de 37 à 40 °C, mais croît encore à 50 °C. Thermorésistant, il survit au chauffage à 65 °C pendant 30 minutes ou à 74 °C pendant 15 secondes. Nettement moins acidifiant que le lactobacille, il produit généralement de 0,5 à 0,6 pour cent d'acide lactique (pH voisin de 5,2). Certaines souches sont capables de supporter un pH de 4,3 à 3,8.

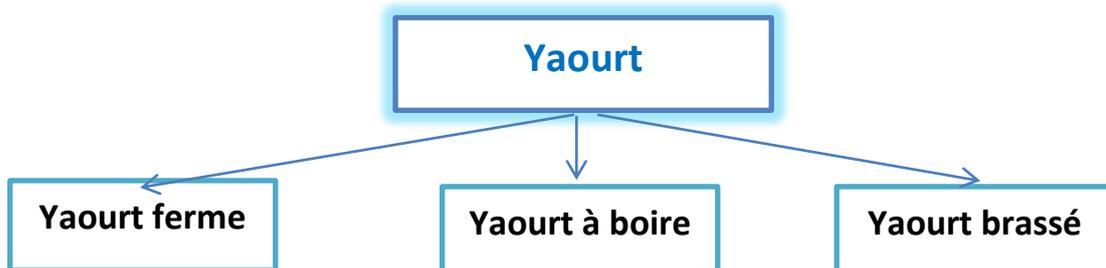
Ces deux espèces sont microaérophiles. Elles vivent en symbiose dans le yaourt. Elles produisent davantage d'acide lactique cultivées ensemble que séparément.

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'acides aminés et de peptides directement utilisables. Or, le lait n'en contient que de faibles quantités permettant seulement de démarrer leur croissance. Ensuite, le lactobacille, par son activité protéolytique, attaque la caséine qui libère les peptides permettant au streptocoque de poursuivre sa croissance. De son côté, le streptocoque stimule le lactobacille par production d'acide formique. Lorsque l'on ensemence du lait avec les bactéries du yaourt, le pH (6,6-6,8) est favorable au streptocoque qui assure le départ de la fermentation lactique. L'acidité, en se développant, devient défavorable au streptocoque qui est alors relayé par le lactobacille qui poursuit son activité fermentaire jusqu'à un pH d'environ 4,3-4,2 (2).

## I-2. Classification des yaourts :

Le marché présente différents types de yaourts qu'on peut les classer selon la teneur en matière grasse, le goût ou la texture.

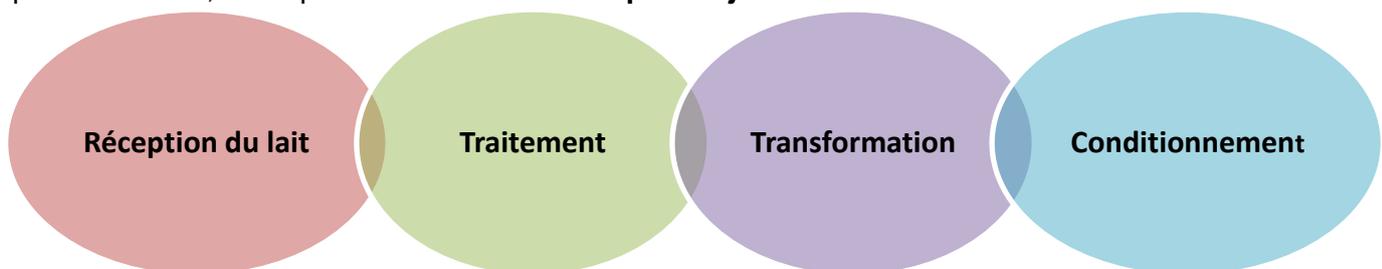
- **Teneur en matière grasse** : On note les yaourts maigres, les yaourts naturels, les yaourts au lait entier.
- **Goût** : Il existe les yaourts naturels (sans addition) ; les yaourts sucrés ; les yaourts aux fruits, à la confiture (moins de 30% d'éléments ajoutés) et les yaourts aromatisés (aux arômes naturels ou de synthèse autorisés par la législation).
- **Texture** : On distingue les yaourts fermes, les yaourts brassés et les yaourts « à boire ».



- **Yaourt ferme** : Le lait estensemencé directement dans les pots, lesquels passent dans une étuve à 42°- 44°C pendant environ trois à cinq heures, condition favorable au développement des ferments qui se multiplient par millions et digèrent une partie du lactose, en produisant de l'acide lactique (3).
- **Yaourt brassé** : il ne s'effectue pas en pots mais dans des cuves. Le gel obtenu après fermentation est brassé, puis refroidi, avant d'être conditionné et stocké en chambre froide(3).
- **Yaourt à boire** : il a une texture liquide pour être consommé sans cuillère, comme une boisson. Après avoir été brassé, il est battu dans les cuves jusqu'à l'obtention de la texture souhaitée et enfin conditionné en bouteilles. (3).

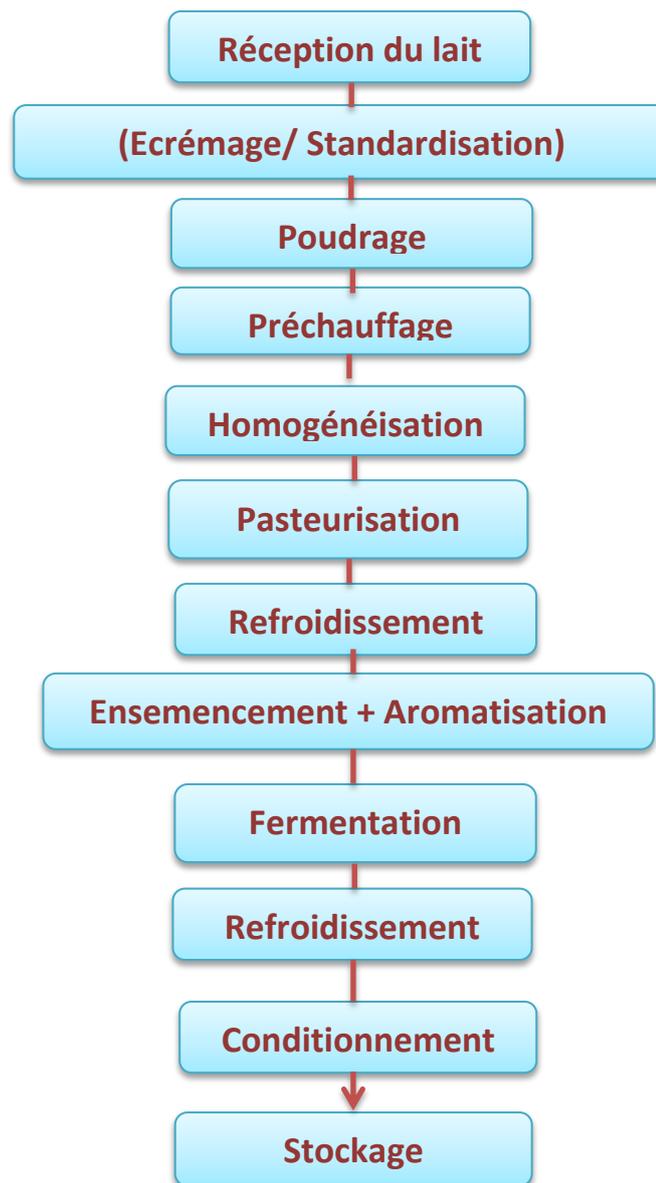
## I-3. Procédés de fabrication des yaourts :

Après sa récolte, le lait passe à travers **les étapes majeures suivantes** :



Afin de garantir une meilleure gestion de la production, l'usine de **COLAINORD** se compose de plusieurs salles et unités dont chacune est spécialisée en une opération indispensable du processus de traitement et de transformation du lait.

Il faut noter que pour tous les types de yaourt le lait doit subir les étapes suivantes :



#### Réception du lait :

LA COLAINORD assure la collecte de la totalité du lait par ses adhérents. Cette collecte se fait dans les régions de : Tanger-Tétouan et Haoud Loukkos ,Oued Laou, Tassift,Haouz, Martil, Beni Maadane, Ben Karrich,..

Le collecteur doit s'assurer de la qualité de lait et détecter les fraudes en effectuant des prélèvements sur place pour faire les analyses physico-chimiques : Détermination de l'acidité, la densité et du pH. Le lait étant un produit qui s'altère rapidement à la température ambiante, il doit être maintenu à une température inférieure à 6°C le long du trajet parcouru par les camions.



**Figure 2 : Unité de réception du COLAINORD**

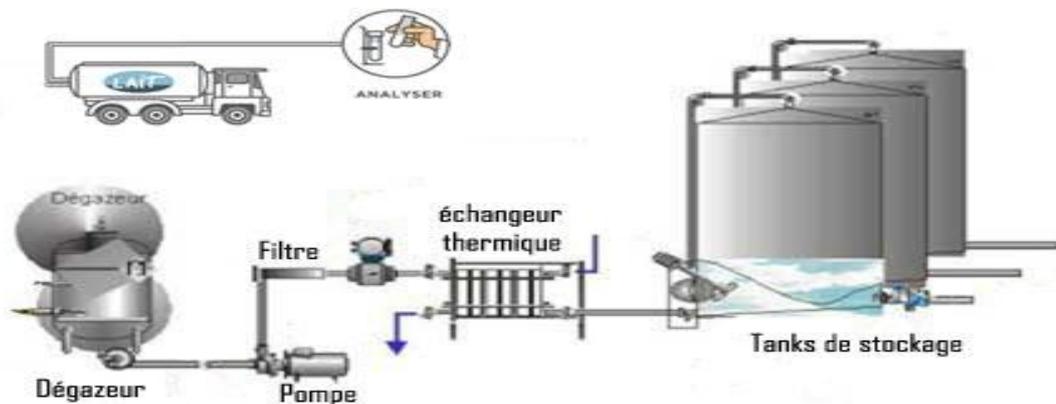
L'unité de réception est équipée par :

- Des tanks de stockage du lait cru ayant des capacités différentes du stockage du lait, cinq citernes de remplissage en inox inoxydable (deux citernes avec une capacité de 30 000 litres et trois autres avec une capacité de 100 000 litres).



**Figure 3 : Tanks de réception de COLAINORD**

- Une machine de nettoyage automatique.
- Deux tanks de remplissage de la soude et de l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  utilisés pour le nettoyage.
- Un filtreur et un dégazeur.
- un échangeur thermique pour le refroidissement du lait cru.



**Figure 4 : Schéma de station de réception du lait**

La réception se fait en plusieurs étapes. Avant le vidage des citernes, on effectue un prélèvement pour faire les analyses physico-chimiques et microbiologiques au laboratoire et aussi pour faire des tests rapides d'acidité, de matière grasse, de densité et de pH.

- **Dégazage** : le lait passe dans le dégazeur dans le but d'éliminer toutes les odeurs et les bulles de gaz trouvés dans le lait.
- **Filtration** : le lait passe à travers deux filtres métalliques cylindriques dont le diamètre de leurs pores allant de grand au petit afin d'empêcher le passage des matières en suspensions indésirables (rocailles, plumules, adoption...) qui peuvent se trouver dans le lait. Ce filtre doit être nettoyé régulièrement pour éviter son colmatage et ne pas perdre son rendement.
- **Refroidissement** : avant d'être stocké, le lait est refroidi à 4°C par un passage 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.
- **Stockage** : selon l'état du lait et les activités de la coopérative, le lait subit un stockage ou directement une transformation.

### Ecrémage/ Standardisation :

L'écémage est une opération qui permet de séparer entre la crème et le lait. Le principe de cette opération se base sur une force centrifugeuse fournie par l'écémuseuse. Cette appareil est équipée par plusieurs disques qui favorisent le glissement de la matière grasse et donc sa séparation. L'écémage se fait à 45°C. La coopérative dispose de deux séparateurs centrifuges.

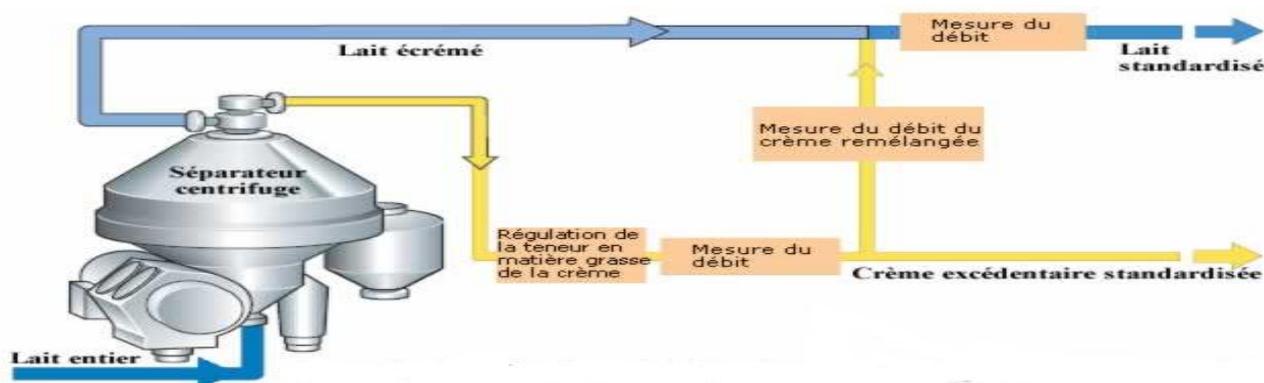


**Figure 5 : Séparateur**

Le lait qui arrive de la réception contient 35g/l de matière grasse, après centrifugation la crème excédentaire sera réutilisée pour la fabrication du Beurre et du Smen. C'est au niveau de cette étape qu'on désigne la quantité de matière grasse nécessaire à la fabrication de chaque produit laitier.

**Tableau 2 : Quantité de matière grasse des yaourts de COLAINORD**

Type de Yaourt	Quantité de matière grasse en g/l
Brassé	36
Ferme	32
Yaourt à boire	18-20
Raibi	18



**Figure 6 : Principe de la standardisation du lait**

### Poudrage:

Au niveau de cette étape le lait est enrichi en ingrédients nécessaires (sucre, matière sèche ou lait en poudre, amidon (texturant) ...) pour la production de produit laitier désiré.

### Thermisation/Préchauffage :

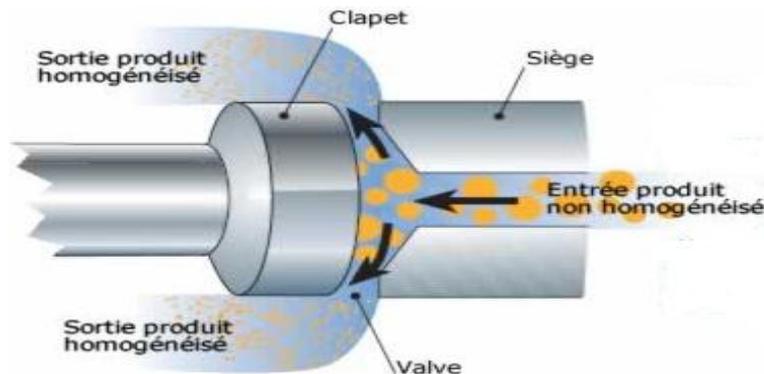
Dans de nombreuses laiteries importantes, il n'est pas possible de pasteuriser et de traiter le lait immédiatement après réception. Une partie du lait doit être stockée dans des cuves de stockage pendant plusieurs heures ou plusieurs jours. Dans ces conditions, même une réfrigération poussée ne suffit pas à éviter une grave détérioration de la qualité.

Le lait est préchauffé à une température inférieure à la température de pasteurisation, pour inhiber provisoirement la croissance des bactéries, notamment les pathogènes. Ce procédé est appelé thermisation. Le lait est chauffé à **63-65°C** pendant environ **15 secondes**, une combinaison de température et de durée qui n'inactive pas l'enzyme phosphatase.

## Homogénéisation :

C'est une opération qui consiste à réduire la taille des globules gras pour éviter la formation de la crème. Comme l'émulsion qui constitue le lait n'est pas très stable et que les globules gras tendent à se séparer sous forme de crème, on pratique souvent l'homogénéisation du lait au moyen d'homogénéisateurs spéciaux dont le but est de réduire les dimensions des globules gras et de les disperser très finement dans la masse (4).

Le fonctionnement d'un homogénéisateur se fait à **55°C** sous l'action d'une forte pression de **180 bar** appliquée sur la matière grasse du lait. Les globules gras passent à travers des pistons, elles subissent un pressage et ensuite se trouvent dispersés dans le lait en très petites tailles.



**Figure 7 : principe de fonctionnement d'un homogénéisateur**

## Pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique modéré et suffisant permettant la destruction des microorganismes pathogènes et d'un grand nombre de microorganismes d'altération. Ce traitement permet d'une part, d'assurer la salubrité du produit et d'autre part, d'améliorer sa conservation. Cette étape est utilisée pour produire plusieurs produits comme le lait pasteurisé et le beurre pasteurisé.

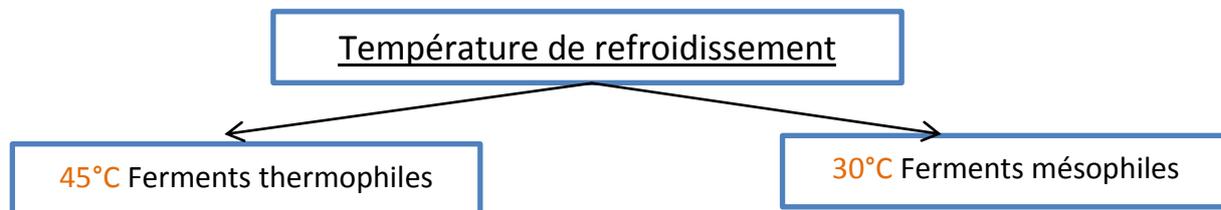
Elle est précédée d'une thermisation ou préchauffage de lait qui sera réchauffé au niveau des pasteurs à une température de **92°C pendant 3 minutes**, puis il passe par un chambreur (ensemble de tubes dispersés tout au long du toit de la salle) pendant **6 secondes**, ce qui lui permet de bien se réchauffer à la température de la pasteurisation et de se débarrasser des microbes et des matières toxiques.

**COLAINORD** possède 3 pasteurs :

- Deux grands pasteurs pour le lait de capacité d'environ **20.000L/h**.
- Un pasteur moyen pour les dérivés laitiers de capacité d'environ **15.000L/h**.

## Refroidissement :

Après la pasteurisation le lait subit un refroidissement brusque. La température de refroidissement dépend des ferments qu'on va utiliser à l'étape de l'ensemencement.



### Ensemencement + aromatisation :

A ce niveau, on ajoute les ferments lactiques et les différents aromes au lait pasteurisé. Pour COLAINORD, l'étape de l'ensemencement et l'aromatisation se font au même temps en assurant une agitation pour assurer l'homogénéisation du mélange.

### Fermentation :

Après l'ensemencement du lait par les bactéries lactiques, le mélange est destiné à la salle de fermentation ou il sera stocké dans des tanks, la durée et la température de fermentation dépend de la nature de chaque ferments.

**Tableau 3 : Conditions de fermentation des dérivés laitiers de COLAINORD**

	Ferments thermophiles	Ferments mésophiles
<b>Durée de fermentation</b>	5h-6h	12h-14h
<b>Température</b>	45°C	30°C
<b>Dérives laitiers fabriqués</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yaourt brassé</li> <li>- Yaourt ferme</li> <li>- Yaourt à boire</li> <li>- Raibi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Leben</li> <li>- Raib</li> <li>- Fromage</li> <li>- Que Rico</li> </ul>

La salle de fermentation de COLAINORD contient :

- 5 tanks de fermentation : Yaourt brassé, ferme, Que Rico et Me gusta.
- 4 tanks de refroidissement et 6 tanks où se font la fermentation et refroidissement au même temps : Lait fermenté, Raibi, Leben, Patido.

**N.B :** A partir de là, les procédés de fabrication de yaourt diffèrent selon la texture désirée : ferme, brassé ou liquide.

### Refroidissement :

Après la fermentation, le mélange est refroidi jusqu'à 8°C pour les yaourts à boire, et 20°C pour le yaourt brassé et ferme. Ces derniers sont refroidis en tunnels.

### Conditionnement :

Le yaourt est conditionné dans des pots en plastiques pour (yaourt ferme et brassé) en sachets ou en cartons (yaourt à boire).

### Stockage :

Le produit final est stocké en chambre froide à une température de 6°C.

### 1.2.1-Yaourt ferme :

Le lait standardisé à **32 g /L** de la matière grasse passe par les étapes citées. Une foisensemencé, le lait subit un conditionnement dans des pots en plastiques, ces derniers fermés entrent dans une salle chaude à une température de **45°C** pendant **6 heures** afin de permettre aux ferments de se multiplier ainsi de transformer le lait en yaourt jusqu'à une acidité de **78°D**, c'est l'étape d'étuvage.

Après cette dernière **85 °D** le yaourt se refroidit dans un tunnel pendant une heure et demi dans une température inférieure à **8°C** afin de stopper l'évolution de l'acidité.

Finalement, le stockage du yaourt ferme s'effectue à une température de **6°C** afin de préserver une meilleure conservation.

### 1.2.2-Yaourt brassé :

Après la standardisation du lait (**38 g/l**), sa pasteurisation et son homogénéisation, le lait est enrichi ensuite en lait en poudre, en sucre et en arôme (ajout des ingrédients), puis il est refroidi à une **température de 45°C** pour qu'il soitensemencé par les bactéries lactiques.

Après l'ensemencement et à la différence du yaourt ferme, le lait est stocké dans des cuves pour sa fermentation pendant **6 heures**.

Lorsque l'acidité atteint, le caillé est brassé puis refroidi dans des tunnels pendant une heure et demi dans une température **inférieure à 8°C** avant d'être conditionné en pots, qui seront stockés en chambre froide à une température de **6°C**.

### 1.2.3-Yaourt à boire / Lait fermenté :

Le lait destiné à la fabrication du yaourt à boire (Lben, Raïbi, jus de lait, Vitanor et Raïb) se transforme avec le même procédé que celui du yaourt brassé avec une différence au niveau de taux de la matière grasse, des ingrédients, et la durée de la fermentation qui sert à obtenir l'acidité attendue de chaque yaourt à boire. Celui-ci est généralement moins enrichi et moins acide que le yaourt brassé.

Après la fermentation, le caillé obtenu est agité puis refroidi avant d'être conditionné en pots (pour Raïbi) ou en carton (pour le leben et les jus). Le stockage s'effectue dans une salle froide maintenue à une température de **6°C**.

## I-4. Caractéristiques nutritionnelles des yaourts :

Le yaourt présente des caractéristiques nutritionnelles très importantes pour la santé de l'homme. En plus de sa richesse en protéines, lipides et glucides il est considéré comme un apport de sels minéraux et vitamines.

**Tableau 4 : Composition nutritionnelle pour 100g de différents Yaourts(6)**

<b>COMPOSITION NUTRITIONNELLE POUR 100g DE YAOURT</b>						
<i>TABLEAU 1 (Source : Table Ciquel 2008)</i>						
	Energie (kcal/100g)	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	Glucides (g/100g)	Calcium (mg/100g)	Vitamine B2 (mg/100g)
Yaourt nature au lait entier	71	3,8	3,6	5,0	126	0,21
Yaourt nature au lait partiellement écrémé	47	4,0	1,0	4,8	143	0,25
Yaourt nature au lait écrémé (0% MG)	42	4,4	0,0	5,1	143	0,24
Yaourts aux fruits au lait demi-écrémé	92	3,2	1,7	15,2	114	0,18
Yaourts aux fruits au lait écrémé (0% MG)	45,2	4,3	0,1	6,0	128	0,27
Yaourts aromatisés au lait partiellement écrémé	82	3,4	1,3	13,5	115	0,20

**Tableau 5 : Couverture des apports nutritionnels conseillés par un pot de 125g de yaourt(6)**

<b>COUVERTURE DES APPORTS NUTRITIONNELS CONSEILLÉS PAR UN POT DE 125g DE YAOURT AUX FRUITS</b>				
<i>TABLEAU 3 (Source : Table Ciquel 2008)</i>				
	Apport pour un pot de 125g (yaourt aux fruits)	% ANC d'un homme adulte	% ANC d'une femme adulte	% ANC d'un enfant de 7 à 9 ans
Vitamine B1	0,04 mg	3%	3%	5%
B2	0,23 mg	14%	15%	17%
B3	0,15 mg	1%	1%	2%
B5	0,35 mg	7%	7%	10%
B6	0,06 mg	4%	4%	6%
B9	25 µg	8%	8%	13%
B12	0,14 µg	6%	6%	10%
Magnésium	13 mg	3%	4%	6%
Phosphore	99 mg	13%	13%	17%
Calcium	143 mg	16%	16%	16%
Cuivre	0,09 mg	4%	6%	7%
Zinc	0,79 mg	7%	8%	9%
Potassium	179 mg	Pas d'ANC	Pas d'ANC	Pas d'ANC

Les produits laitiers s'imposent comme la meilleure source de **calcium** de notre alimentation. Leur calcium est particulièrement bien absorbé et assimilé par l'organisme. Cette biodisponibilité est renforcée par la présence de **protéines** et de **phosphore**.

**Le calcium** est nécessaire à la **minéralisation des os** et des **dents** tout au long de la vie. Il intervient également dans de nombreux processus vitaux : contraction musculaire, coagulation sanguine, pression artérielle, transmission de l'influx nerveux, fonctions hormonales, activité enzymatique, renouvellement cellulaire.

Les produits laitiers représentent aussi une excellente source de **phosphore**, essentiel lui aussi à la minéralisation des **os** et des **dents**, ainsi qu'à la régénérescence des **tissus**.

Ils offrent aussi un apport en **protéines** de qualité, dont la valeur biologique est comparable à celle des protéines de la viande.

**La vitamine B12** est indispensable à l'organisme. Elle intervient dans la croissance, la division cellulaire, l'équilibre du système nerveux, la synthèse des protéines, la formation des globules rouges, le métabolisme des glucides et des lipides... Les viandes et les poissons constituant la première source de vitamine B12, les végétariens sont particulièrement exposés au risque de déficience. La consommation régulière de produits laitiers offrant de bonnes teneurs en vitamine B12 permet d'assurer une meilleure couverture des besoins de l'organisme (5).

## I-5. Caractères anormaux des yaourts :

Tableau 6: les caractères anormaux de yaourt et leurs causes(7)

ANOMALIES	CAUSES
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b><u>DEFAUTS ORGANOLEPTIQUES</u></b></li> <li>1- <b><u>APPARENCE</u></b></li> <li>- Décantation, synérèse</li> <li>- Production de gaz ou colonies en surface</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sur ou post-acidification (par fermentation mal conduite).</li> <li>- Refroidissement trop faible</li> <li>- Excès d'agitation</li> <li>- Contamination par coliformes ou par levures</li> </ul>
<li>2- <b><u>TEXTURE</u></b></li> <li>- Manque de fermeté</li> <li>- Trop liquide (yaourt brassé)</li> <li>- Texture sableuse</li> <li>- Séparation de phases</li>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensemencement faible ou mauvaise incubation</li> <li>- Brassage trop violent</li> <li>- Chauffage poussé au lait</li> </ul>
<li>3 – <b><u>GOUT</u></b></li> <li>- Amertume</li> <li>- Levure, fruité</li> <li>- Manque d'acidité</li>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protéolyse trop forte</li> <li>- Trop longue conservation</li> <li>- Contamination par levures et moisissures</li> <li>- Mauvaise activités des levains</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b><u>ALTERATIONS</u></b></li> <li>- Bombage, putréfaction</li> <li>- Rancidité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Défauts d'étanchéité</li> <li>- Contamination par des germes et longue conservation</li> </ul>

# TROISIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

## I : Matériels et méthodes

### I-1. Cadre et période d'étude :

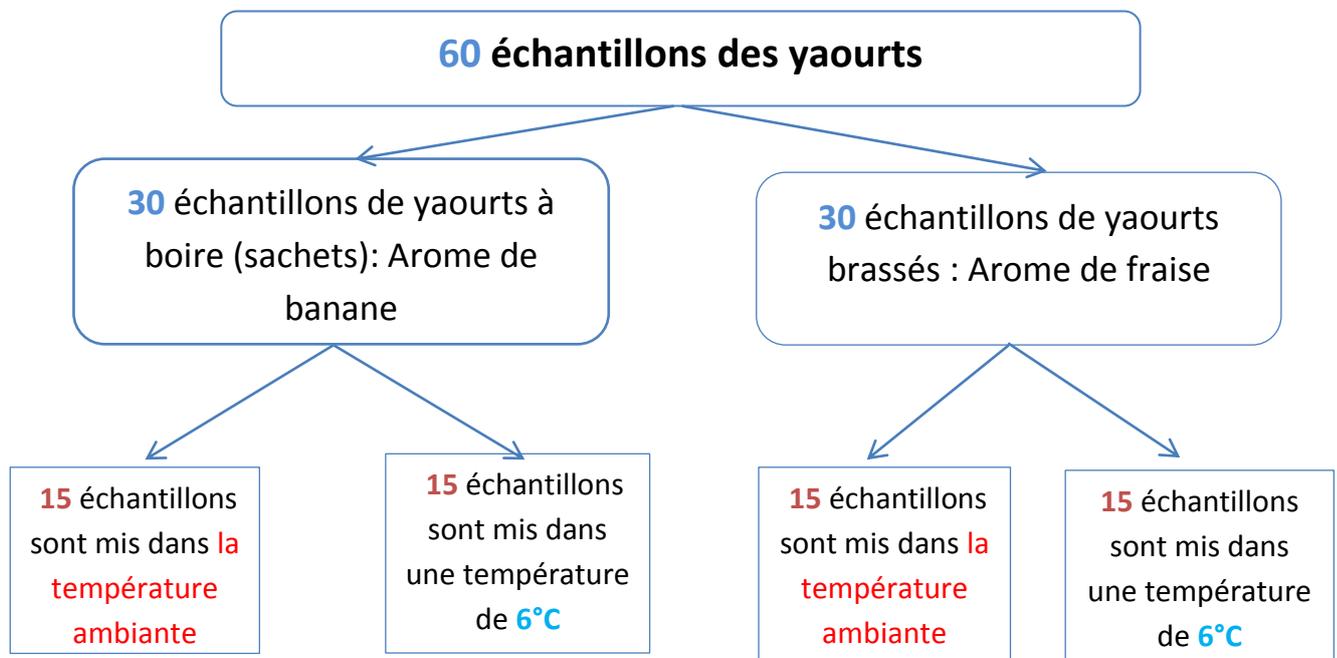
Cette étude, menée du 17 avril au 30 mai 2017, au sein du laboratoire de la coopérative laitière COLAINORD est présenté comme projet de fin d'étude de licence « Bioprocédés, Hygiène et sécurité alimentaire ». L'objectif est de suivre la stabilité de yaourt en fonction de temps à fin de déterminer avec exactitude sa date limite de consommation.

Le suivi concerne :

- les analyses physico-chimiques : Acidité et viscosité.
- Les analyses organoleptiques : Gout, couleur, odeur et texture.
- 

### I-2. Matériels :

#### I-2-1. Echantillons :



**N.B :** La température ambiante est d'une valeur moyenne de 23°C.

## I-3. Méthodes :

### I-3-1. Analyses physico-chimiques :

#### a-Mesure de l'acidité :

➤ **Définition :**

L'acidité déterminée dans les conditions de la méthode décrite par la présente norme, elle est exprimée conventionnellement en gramme d'acide lactique par litre du lait.

➤ **Principe :**

Titration de l'acidité par hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

➤ **Mode opératoire :**

10 ml de l'échantillon préalablement homogénéisé sont introduits dans un bécher de 50 ml, on ajoute trois à quatre gouttes de la solution de phénolphthaléine, on titre par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début du virage au rose perceptible par comparaison avec un témoin constitué du même lait. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes (8).

➤ **Expression des résultats :**

le pourcentage d'acidité titrable exprimé en acide lactique est donné par la formule suivante :

**$V \times 0,9$  V : tombée de la burette.**

#### b-Mesure de viscosité :

➤ **Définition :**

La viscosité est définie comme la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence se produisant dans la masse d'une matière elle est exprimée par un coefficient représentant la contrainte de cisaillement nécessaire pour produire un gradient de vitesse d'écoulement d'une unité dans la matière.

➤ **Mode opératoire :**

On démarre le viscosimètre et on sélectionne le disque et la vitesse de rotation, puis on plonge le disque dans le centre de flacon doucement pour éviter la création des bulles d'air. Ensuite, on descend le disque jusqu'au repère gravé sur l'axe et on réalise 3 mesures espacés de 5 min, en mesurant la température. Après 10s on arrête l'appareil à l'aide de la tige. On fait la lecture en multipliant le résultat par le coefficient indiqué dans le tableau ci-joint. On attend le retour à zéro entre chaque mesure en vérifiant que les 3 mesures sont conformes au tableau(8).

➤ **Expression des résultats:**

**Tableau 7 : Expression des résultats de viscosité**

<b>Produit/paramètres</b>	<b>Raibi , Leben et Lait fermenté</b>	<b>Yaourt Brassé</b>
Disque n°	3	5
Vitesse de rotation ( r.p.m )	100	10
Température (° C )	10	10
Temps de lecture ( s )	10	10
Facteur de correction	X 1.08	X 1.08X 4
Zone de conformité	400 cps < V < 800 cps	Valeur cible : 60 000 cps

### **I-3.2: Analyses organoleptiques :**

Les propriétés organoleptiques d'un produit peuvent être définies comme l'ensemble de ses caractéristiques perçues et évaluées par les sens du consommateur ou par ceux d'un expert. Ces propriétés jouent un rôle primordial dans la perception de yaourt avant usage ou consommation et dans son appréciation lorsqu'il est consommé ou utilisé.

Les principaux éléments contribuant à la qualité organoleptique sont :

- l'aspect visuel (forme, couleur,...)
- la texture
- le goût
- L'odeur

## II : Résultats et discussion :

### II-1. Résultats et interprétations :

- Résultats et interprétations d'acidité :

- Yaourt brassé :

Tableau 8 : Résultats de suivi d'acidité de Yaourt brassé

Jour	6°C	Température ambiante
25/04/17 jour1	90	90
27/04/17 jr+2	90.5	97
02/05/17 jr+7	91.5	102
03/05/17 jr+8	91.5	103.5
05/05/17 jr+10	90.5	106
08/05/17 jr+ 13	90.5	108
10/05/17 jr+ 15	90	109.5
11/05/17 jr+ 16	90.5	110
14/05/17 jr+ 19	91	112
16/05/17 jr+ 21	90.5	113.5
18/05/17 jr+ 23	91	114
19/05/17 jr+ 24	90	114.5
22/05/17 jr+27	91	115
25/05/17 jr+ 30	90	115

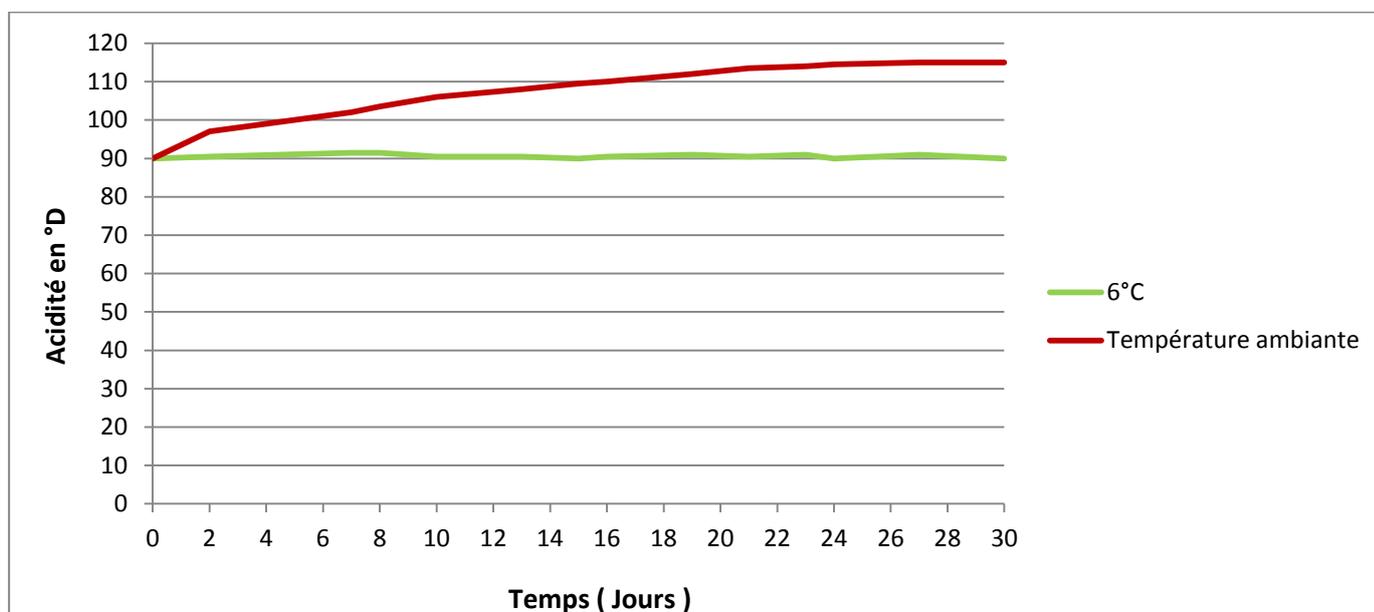


Figure 8 : Courbe d'évolution d'acidité de yaourt brassé en fonction de temps

**La courbe 1 :** L'acidité de yaourt brassé mis à l'air ambiant augmente en fonction de temps, la courbe peut être divisée en trois parties en fonction de la vitesse de l'évolution de l'acidité :

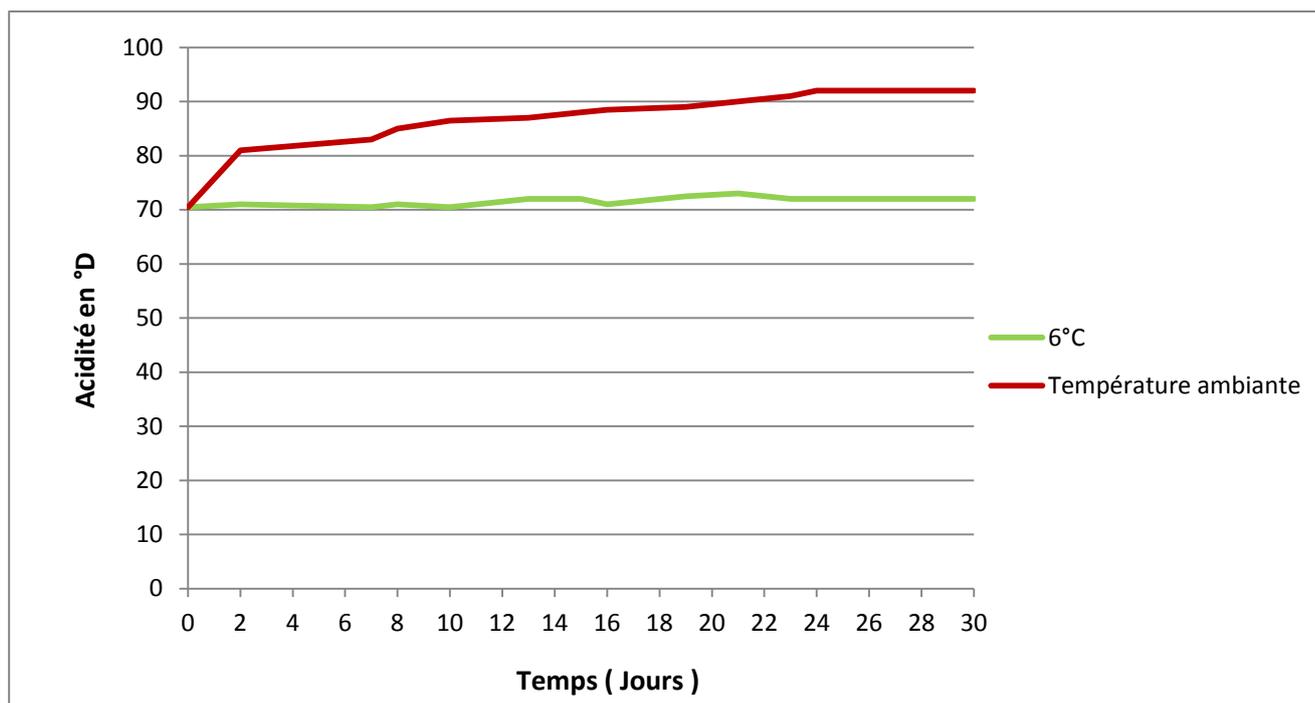
- Les deux premiers jour à partir du jour de production : l'acidité évolue avec vitesse remarquable (augmente de 90°D à 97°D). L'évolution de l'acidité implique l'augmentation de l'acide lactique produit par les ferments du yaourt. Dans cette phase le yaourt est très riche en lactose donc il y aura production importante d'acides lactiques.
- Du jour +2 au jour+27 : l'acidité augmente mais d'une lente vitesse. Cela peut être dû à la diminution de lactose dans le yaourt et donc la diminution d'acides lactiques produits à partir de la fermentation lactique.
- Les trois derniers jours : L'acidité reste constante, cela peut être dû à l'épuisement des sucres. Les ferments ne trouvent plus le substrat pour réaliser la fermentation lactique.

**La courbe 2 :** L'acidité est constante. Le yaourt est mis dans une température de 6°C. le fait que l'acidité ne change pas implique qu'il n'y a pas de fermentation. L'activité bactérienne est stoppée.

➤ **Yaourt à boire :**

**Tableau 9 : Résultats de suivi d'acidité de yaourt à boire**

Jour	6°C	Température ambiante
25/04/17	70.5	70.5
27/04/17 jr+2	71	81
02/05/17 jr+7	70.5	83
03/05/17 jr+8	71	85
05/05/17 jr+10	70.5	86.5
08/05/17 jr+ 13	72	87
10/05/17 jr+ 15	72	88
11/05/17 jr+ 16	71	88.5
14/05/17 jr+ 19	72.5	89
16/05/17 jr+ 21	73	90
18/05/17 jr+ 23	72	91
19/05/17 jr+ 24	72	92
22/05/17 jr+27	72	92
25/05/17 jr+ 30	72	92



**Figure 9 : Courbe d'évolution d'acidité de yaourt à boire en fonction de temps**

**La courbe 1 :** L'acidité de yaourt à boire mis à l'air ambiant augmente en fonction de temps, la courbe peut être divisé en trois parties en fonction de la vitesse de l'évolution de l'acidité :

- Les deux premiers jours à partir du jour de production : l'acidité évolue avec une grande vitesse( augmente de 70à 78). L'évolution de l'acidité implique l'augmentation de l'acide lactique produit par les ferments du yaourt. Dans cette phase le yaourt est très riche en lactose donc il y aura production importante d'acides lactiques.
- Du jour +2 au jour + 27 : l'acidité augmente mais d'une lente vitesse. Cela peut être dû à la diminution de lactose dans le yaourt et donc la diminution d'acides lactiques produits à partir de la fermentation lactique.
- Les trois derniers jours : L'acidité reste constante, cela peut être dû à l'épuisement des sucres. Les ferments ne trouvent plus le substrat pour réaliser la fermentation lactique.

**La courbe 2 :** L'acidité est constante. Le yaourt est mis dans une température de 6°C.le fait que l'acidité ne change pas implique qu'il n'y a pas de fermentation. L'activité bactérienne est stoppée.

➤ **En Général**, on voit que l'allure des courbes représentant l'acidité à deux températures différentes, est presque la même chez les deux types de yaourt.

A l'air ambiant l'acidité de yaourt brassé et celui à boire augmente en fonction de temps. Sauf si pour le premier, la vitesse par laquelle l'acidité augmente est plus grande que pour le deuxième, du fait que le yaourt brassé est déjà plus acide et plus enrichi.

Par rapport à 6°C, l'acidité reste toujours constante. Cette différence est logique puisque la température ambiante présente une condition favorable à la croissance des bactéries lactiques, responsables de la production d'acides lactiques, par contre à 6°C, la température est adéquate pour la conservation puisque au niveau de laquelle la croissance microbienne est inhibée.

En Comparant nos résultats avec les normes de conformité de **COLAINORD** pour l'acidité, on trouve que pour :

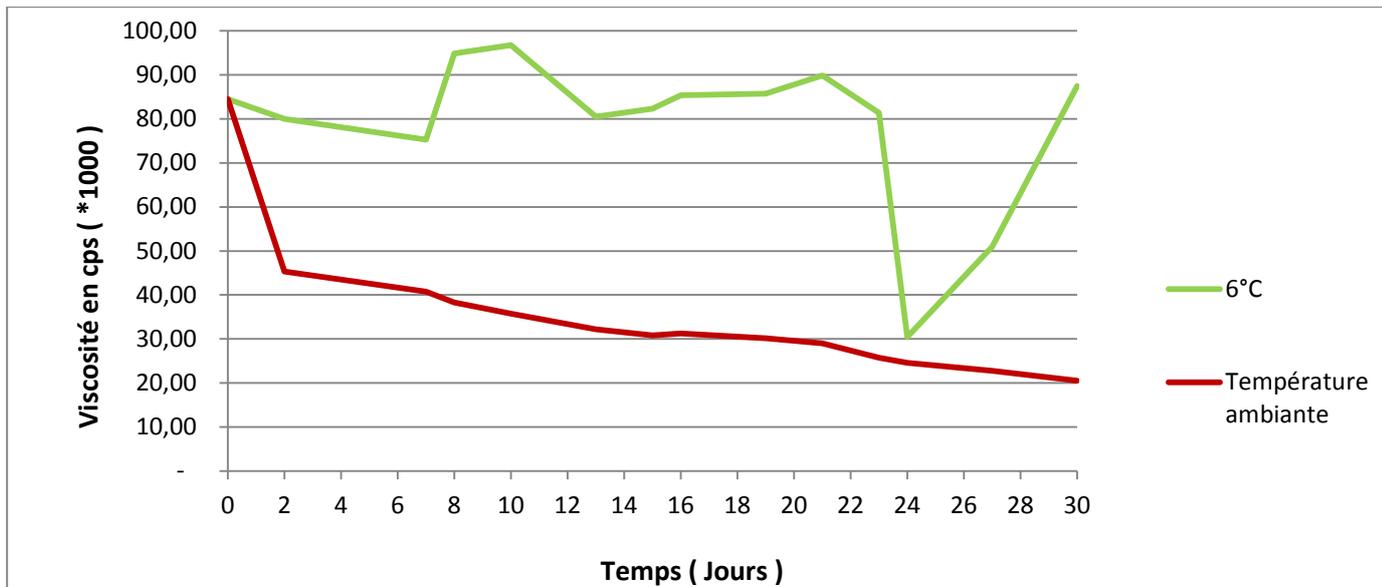
- Le yaourt brassé mis à la température ambiante : l'acidité (97°D) dépasse la valeur limite d'acidité qui doit être inférieure à 95°D, à partir du troisième jour de production.
- Le yaourt à boire mis à la température ambiante : l'acidité (81°D) dépasse la valeur limite des normes de conformité (70°D-80°D) à partir du troisième jour de production.
- Les deux types de yaourt mis en 6°C gardent presque la même acidité initiale conforme.

▪ **Résultats et interprétations de viscosité :**

➤ **Yaourt brassé :**

**Tableau 10: Résultats de suivi de viscosité de Yaourt brassé**

Jour	6°C	Température ambiante
25/04/17	84 500	84 500
27/04/17 jr+2	80 000	45 360
02/05/17 jr+7	75 250	40 750
03/05/17 jr+8	94 860	38 275
05/05/17 jr+10	96 750	35 758
08/05/17 jr+ 13	80 527	32 200
10/05/17 jr+ 15	82 300	30 824
11/05/17 jr+ 16	85 400	31 240
14/05/17 jr+ 19	85 750	30 187
16/05/17 jr+ 21	89 856	44 000
18/05/17 jr+ 23	81 345	25 750
19/05/17 jr+ 24	30 438	24 600
22/05/17 jr+27	50 970	22 800
25/05/17 jr+ 30	87 500	20 500



**Figure 10: Evolution de la viscosité de yaourt brassé en fonction de temps**

**Courbe1 :**

La viscosité de yaourt brassé mis à la température ambiante diminue en fonction du temps.

Au bout des deux premiers jours, la viscosité diminue avec une grande vitesse (de 84500 cps à 45 360cps) puis elle continue à diminuer jusqu'à 20500 cps.

En effet, l'un des facteurs les plus évidents qui puisse avoir un effet sur le comportement rhéologique d'un matériau est sa température. Certains matériaux sont relativement sensibles à la température, dont une variation assez faible peut alors provoquer un changement significatif de viscosité.

**Courbe 2 :**

La viscosité de yaourt brassé mis à 6°C est variable dans le temps.

Au bout des premiers 7 jours : la viscosité diminue de 84500 cps à 75250 cps puis il augmente jusqu'à 96750cps dans le dixième jour, elle redescend à 80527 cps et augmente jusqu'à 89 856 cps (jour+21). Au jour+24 elle descend jusqu'à 30000cps, puis elle augmente jusqu'à 87 500 cps.

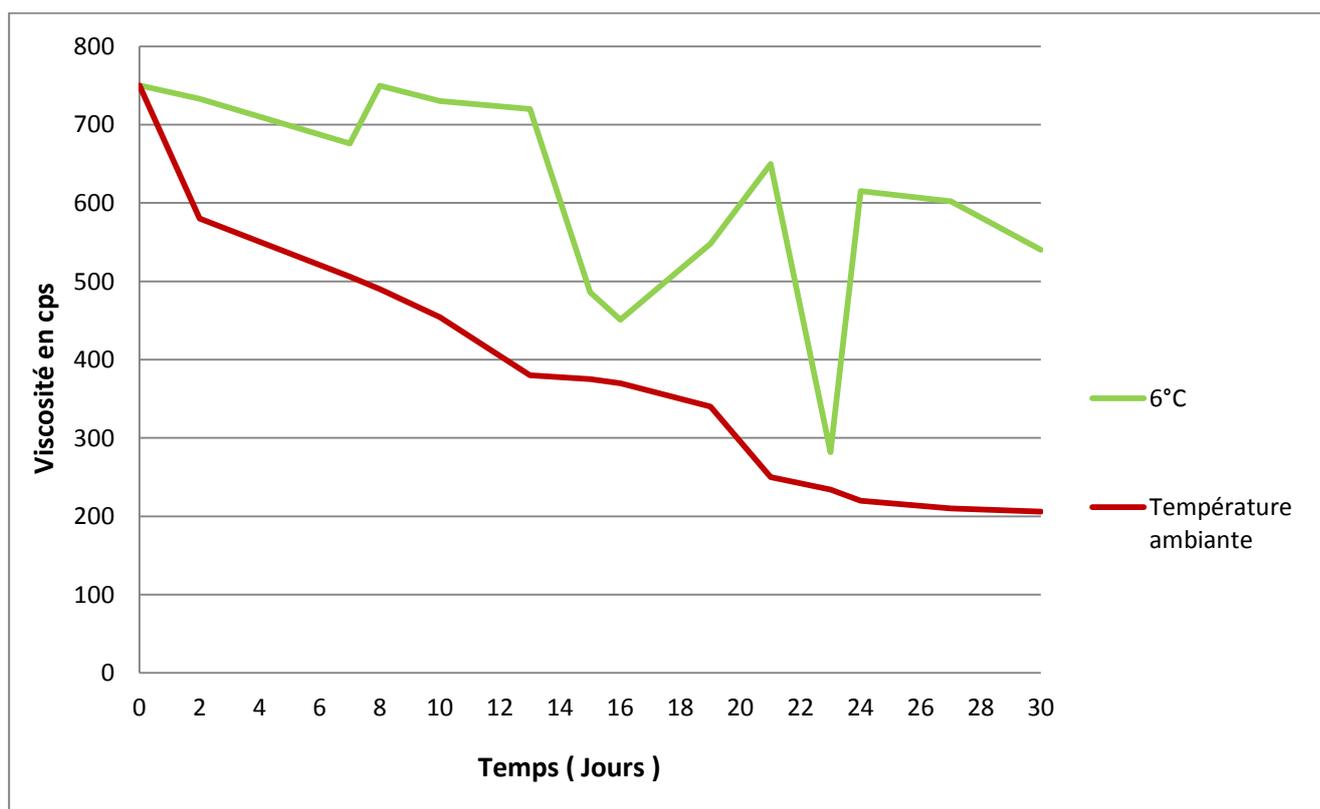
Cette variabilité de viscosité dépend de plusieurs facteurs, en principal l'agitation de yaourt brassé dans le tank qui favorise la séparation ; ce qui implique que la viscosité n'est pas homogène dans tout le tank et donc pas tous les échantillons ont la même viscosité initiale.

Même si la viscosité est variable dans le temps, sa valeur augmente dans la plupart des jours de suivi sauf pour le jour+7 et le jour+24. Cette diminution brusque de viscosité peut être expliquée par le fait que ces échantillons ont subi un mouillage au niveau de leur procédé de fabrication et donc ils étaient déjà moins visqueux dès leur jour de production.

➤ Yaourt à boire :

**Tableau 11 : Résultats de suivi de viscosité de Yaourt brassé**

Jour	6°C	Température ambiante
25/04/17	750	750
27/04/17 jr+2	733	580
02/05/17 jr+7	676	506
03/05/17 jr+8	749.5	490
05/05/17 jr+10	730	454
08/05/17 jr+13	720	380
10/05/17 jr+15	486	375
11/05/17 jr+16	451	370
14/05/17 jr+19	548	340
16/05/17 jr+21	650	250
18/05/17 jr+23	282	234
19/05/17 jr+24	615	220
22/05/17 jr+27	602	210
25/05/17 jr+ 30	540	206



**Figure 11: Evolution de la viscosité de yaourt à boire en fonction de temps**

### Courbe 1 :

- La viscosité de yaourt à boire mis à la température ambiante diminue en fonction du temps.
- Au bout des deux premiers jours, la viscosité diminue avec une grande vitesse de 750 cps à 580 cps, puis elle continue à diminuer jusqu'à 200 cps. La température a un effet sur le comportement rhéologique d'un matériau est sa température. Certains matériaux sont relativement sensibles à la température, dont une variation assez faible peut alors provoquer un changement significatif de viscosité

### Courbe 2 :

- Au bout des premiers 7 jours : la viscosité diminue de 750 cps à 670 cps puis il augmente jusqu'à 750 cps dans le huitième jour, elle redescend à 451 cps (jour+16) et augmente jusqu'à 650 cps (jour+21). Au jour+23, elle descend jusqu'à 280 cps puis elle augmente jusqu'à 615cps (jour+24) et redescend jusqu'à 550 cps.
- Au jour+23, la viscosité est très diminuée (280 cps) même si l'échantillon est mis dans une température basse, cela peut être expliqué par le phénomène suivant : le yaourt à boire (spécialement celui mis au fond du frigo) a été congelé puis décongelé, ce qui provoque une augmentation en volume d'eau et donc l'échantillon devient moins visqueux.

➤ **En Général**, la viscosité diminue en fonction de temps, pour les deux types de yaourt dans la température ambiante. A 6°C, celle-ci est variable mais on ne note pas une grande diminution.

**COLAINORD** exige dans ses normes de conformité que la viscosité doit être comprise entre 50000 cps-90000 cps pour le yaourt brassé.

Selon notre suivi :

- A température ambiante : la valeur de viscosité de yaourt brassé n'est pas conforme deux jours après sa date de production.
- A 6°C : les valeurs de viscosité sont conformes au long du mois de suivi.

Pour le yaourt à boire, la viscosité doit être comprise entre 300 cps – 800cps :

- A température ambiante : le yaourt devient non conforme à partir du jour +13 (380 cps).
- A 6°C : les valeurs de viscosité sont conformes au long du mois de suivi.

## ▪ Résultats et interprétations d'analyses organoleptiques :

### ➤ A température ambiante :

Pour les deux types de yaourt placés à température ambiante, le changement de texture, couleur et d'odeur commencent à apparaître à partir de deuxième jour après le jour de production jusqu'à dernier jour de suivi.

On observe que la qualité organoleptique se dégrade de plus en plus en fonction de temps.

Cette dégradation se manifeste principalement par :

- Le changement de couleur (elle devient plus clair pour le yaourt brassé et trop jaune pour le yaourt à boire)
- la texture est hétérogène granuleuse. (présence des grumeaux)
- une séparation de phases très claire (sérum en surface).
- Odeur désagréable d'acidité.

Ces changements sont dus principalement à l'activité microbienne qui se trouve dans le yaourt. En effet, le lait destiné à la fabrication de yaourt subit une pasteurisation.

Ce traitement thermique ne détruit que les germes pathogènes mais pas tous les germes. Quand les conditions deviennent favorables (air Ambiant) les germes qui se trouvent déjà dans le lait de réception se multiplient. L'action des germes sur le yaourt diffère selon leur nature. On trouve les moisissures, les bactéries lyopolitiques et ceux protéolytiques qui dégradent les protéines de lait (caséines). On note aussi que l'augmentation de l'acidité par les bactéries lactiques joue un rôle dans la dégradation de qualité.

### ➤ A 6°C :

On observe que les deux types de yaourt gardent leurs caractéristiques organoleptiques initiales.

- La surface est homogène et lisse
- Pas de changement de couleur
- Bonne odeur
- Bon gout de fraîcheur : le yaourt fond dans la bouche sans apercevoir des grains
- Très bonne texture.

Cela est normal car les yaourts ont été conservés dans une température qui inhibe la croissance bactérienne.

## II-2. Conclusion :

D'après cette étude, on peut conclure que le yaourt peut garder ses caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques pendant au moins 4 semaines, si 'il est conservé dans une température de 6°C.

Mais il faut noter que le yaourt à boire ne doit pas subir une congélation puis une décongélation pendant sa conservation, car cela peut agir sur sa viscosité et par conséquent sur sa qualité.

Pour le yaourt brassé, la viscosité est variable du fait qu'au niveau des tanks de brassage la viscosité n'est pas parfaitement homogène. Le gel est agitée en cuve, cette méthode génère des pertes de viscosité et ne garantit pas un traitement homogène de la masse du produit.

Pour améliorer la qualité et garantir une viscosité homogène dans tout le tank, on propose d'ajouter une étape de lissage au processus de yaourt brassé. L'appareil de lissage garantit une texture lisse et onctueuse. La structure du gel est plus stable et dense. De plus sa capacité à lier l'eau est augmentée, supprimant la synérèse (séparation du gel et du liquide).

Concernant l'étude à l'air ambiant, on signale que les deux types de yaourt commencent à se détériorer à partir des deux premiers jours, dans la région de Tétouan (température ambiante est de 23°C).

## Références :

- (1) : CODEX ALIMENTARIUS, 1975.-Normes n°A 11(A) .FAO/OMS.
- (2) : <http://www.fao.org/> chapitre 5/ lait fermenté.
- (3) : <http://www.syndifrais.com/produits-yaourts-et-laits-fermentes-nutrition.html>
- (4) : Brunerie, *Industr. alim*, 949, p. 64.
- (5) : <http://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/nutrition-aliments/yaourts/quels-bienfaits>
- (6) : Table CIQUAL 2008
- (7) : MEMOIRE DE MASTER EN QUALITE DES ALIMENTS DE L'HOMME : « Evolution de la qualité d'un yaourt industriel produit localement et commercialisé sur le marché d'Ouagadougou ».
- (8) : Manuel de procédures, COLAINORD

