

Sommaire

Introduction générale.....	1
Présentation d'organisme d'accueil :.....	1
1) Historique de la société	1
2) Fiche technique de la société d'accueil :	2
3) Organigramme de SILDA	2
4) Présentation de service de production :	3
<i>Partie I : Revue bibliographique</i>	5
1) Propriétés générales du lait :	5
2) Différence entre lait fermenté et yaourt :	8
3) Filière laitière au Maroc :	9

Projet fin d'études

4) Qualité des aliments :	10
5) Niveaux de maîtrise de qualité sanitaire dans les IAAs :	10
6) Bonnes Pratiques d'hygiène (pré-requis):	11
7) Généralités sur la démarche HACCP :	14
<i>Partie II : partie pratique</i>	18
Chapitre 1 : Matériel et méthodes	18
1. Plan du travail :.....	18
2. Développement de diagramme de fabrication de yaourt brassé :	19
3. Désinfection et nettoyage des équipements :.....	22
4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées :	23
Chapitre 2 : Résultats et discussion	29
1) Diagnostic, et mise à niveau des PRPs :.....	29
2) Suivi du temps d'incubation de yaourt brassé :.....	32
3) Contrôle d'efficacité de nettoyage et désinfection :	34
4) Application de la méthode HACCP :	39
Conclusion générale	49
Références bibliographiques	49
Annexes.....	50

Introduction générale

La maîtrise de la qualité est un souci majeur et permanent dans les industries agroalimentaires. En effet la mauvaise qualité d'un produit alimentaire peut avoir de plus ou moins grandes conséquences, allant de la simple altération du produit, lui faisant perdre ses qualités organoleptiques ou sa valeur commerciale, jusqu'à des toxi-infections dangereuses pour la santé humaine. Les préoccupations essentielles sont évidemment de répondre aux enjeux sociaux et commerciaux, les sociaux sont essentiellement la santé du consommateur qui impliquent la nécessité de garantir en permanence la qualité du produit au moment de sa consommation. Cependant les enjeux commerciaux ciblent essentiellement, l'image de marque, la productivité et la compétitivité des entreprises.

En effet recommandée par la FAO et l'OMS, et exigée dans de nombreux pays notamment le Canada et l'union Européenne, comme au Maroc la méthode HACCP de par sa logique et son efficacité, est reconnue à l'échelle mondiale pour assurer la sécurité sanitaire et l'adaptabilité des produits pour l'alimentation humaine et dans le commerce international. Elle est donc incontournable dans ce contexte d'exigences et de concurrence croissante du secteur alimentaire.

La société d'industrie de lait et de ses dérivées d'Agadir (SILDA) a connu depuis sa création un progrès dans la productivité, ces dernières années elle envisage une nouvelle politique de qualité pour être compétitive dans un marché qui en perpétuelle évolution.

Dans ce contexte, le présent travail traite la problématique d'hygiène rencontrée au sein de cette société qui a reçu énormément des réclamations concernant le goût très acide de yaourt ainsi que le gonflement de ses pots. Ces anomalies et d'autres sont dues probablement à une prolifération bactérienne, ou bien à une contamination chimique.

Pour résoudre cette problématique, une application de la démarche HACCP a été un choix primordial. Nous nous sommes concentrés sur la ligne de production de yaourt brassé.

Pour traiter ce sujet nous avons choisi comme plan :

- ✚ Tout d'abord une revue bibliographique où on discute quelques notions importantes sur les denrées alimentaires concernées (le lait et le yaourt) ainsi que l'importance de management de la qualité et la démarche HACCP dans la sécurité des aliments.
- ✚ Une deuxième partie concerne le matériel et méthodes utilisées à la société d'accueil pour la transformation de lait en yaourt ainsi que pour contrôler sa qualité.
- ✚ En fin une partie sera consacrée pour les résultats de diagnostic des programmes préalables et du suivi réalisé pour vérifier l'allure de la courbe d'évolution de l'acidité de yaourt ainsi que les étapes pour la mise en place de plan HACCP dans la ligne de production de yaourt brassé.

Présentation d'organisme d'accueil :

1) Historique de la société

La société d'industrie de lait et ses dérivées d'Agadir (**SILDA**) est une société à responsabilité limitée (SARL) qui a été créée en 1999 avec un capital de 8.000.000 de dirhams.

SILDA a débuté son activité après 3ans de sa création (la fin de 2001). Pendant cette période entre la création et le début d'activité, les associées ont construis l'usine qui va se

Projet fin d'études

charger de la production et l'administration, ils ont mis en place l'ensemble des matériels nécessaires pour la production et la commercialisation des produits laitiers.

La société a connu un progrès au cours des 13 années à partir de sa création, la chose qui se manifeste par le développement de sa gamme des produits, aussi elle se manifeste dans l'investissement aux nouveaux équipements et machines pour augmenter sa production.

SILDA se situe dans la zone industrielle d'Ait Melloul, elle est spécialisée dans l'industrie de lait et ses dérivées.

2) Fiche technique de la société d'accueil :

Tableau N°1 : Fiche technique de SILDA

Dénomination sociale	:	Sté d'Industrie du Lait et ses Dérivées d'Agadir SILDA
Siège social	:	Lot 738 zone industrielle d'ait Melloul.
Activités	:	La fabrication et la distribution du lait et ses dérivées.
Capital	:	8.000.000 DH
Forme juridique	:	S.A.R.L.
Date de création	:	1999
Effectif	:	Plus de 100 employés
TEL / FAX	:	0528249186

3) Organigramme de SILDA

L'organisation au sein de la société se caractérise par la forme hiérarchique connue dans la plupart des sociétés au Maroc.

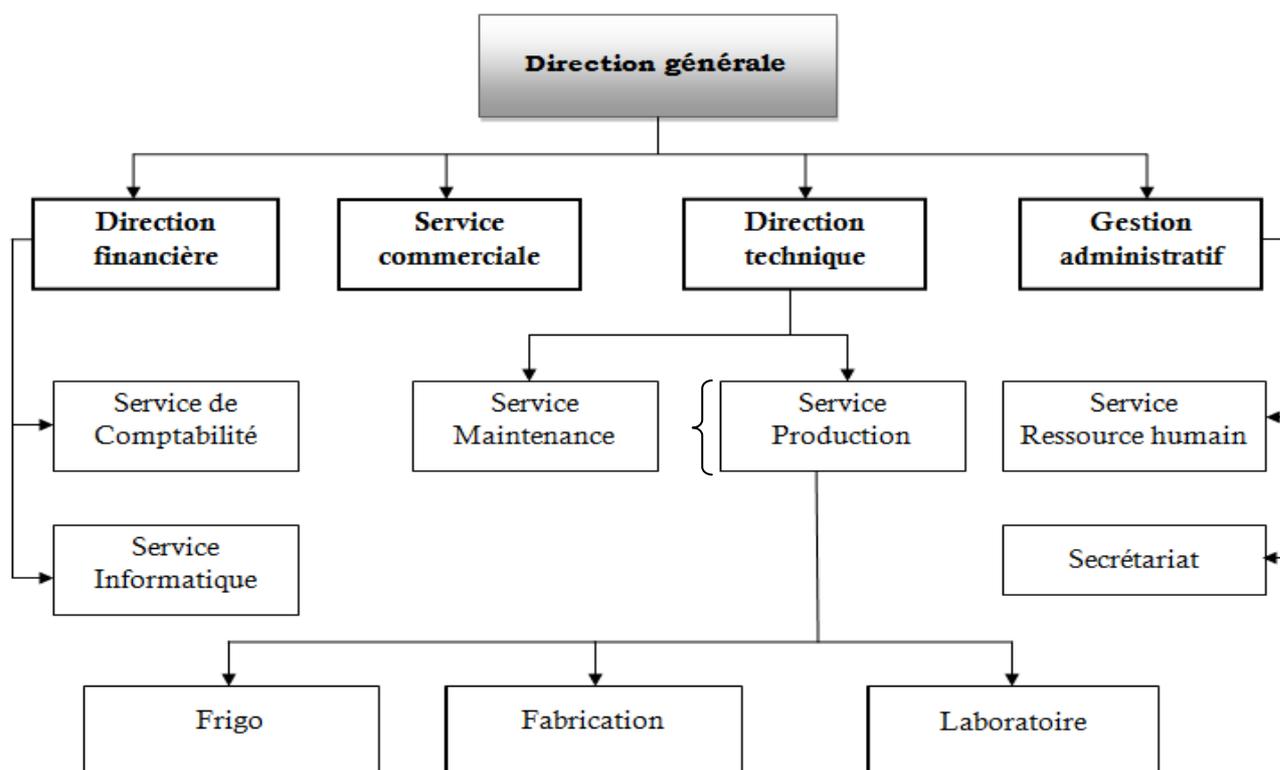


Figure 1 : Organigramme de la société SILDA

4) Présentation de service de production :

La capacité de production journalière : est comprise entre 80 et 120 tonnes de lait par jour.

Le personnel de la production est constitué de :

- ✚ Deux équipes (de jour et nuit).
- ✚ Un responsable de production et de laboratoire qui établit le programme de la production journalière, il s'occupe aussi de la qualité des produits transformés.
- ✚ Deux techniciens de laboratoires qui effectuent des analyses de contrôle qualité (physico-chimiques et microbiologiques) ils préparent aussi les formulations des produits fermentés.
- ✚ Techniciens et pilotes des équipements et machines de conditionnement et pasteurisation
- ✚ Frigoristes
- ✚ Ouvriers s'occupent de la mise en caisse des produits et le chargement des camions de distribution et l'écartement des déchets et produits retirés de marché.
- ✚ Responsable de stockage et expédition : elle suit l'état de stock et elle collabore avec le chef de production pour déterminer les quantités des produits à fabriquer chaque jour.

✚ Les produits de la société SILDA :

Tableau 2 : Gamme des produits de la société d'accueil

Produits	Aromes
Lait pasteurisé sachet 1/2L ERRAFII	----

Projet fin d'études

Lait pasteurisé carton 1/2L ERRAFII	----
Leben Errafii	----
Raïb Errafii	----
Yaourt à boire : Raïbi	Grenadine
Lait fermenté aromatisé RANI	Banane, Fraise ; avocat, vanille,
Yaourt brassé : KATAKIT	Fraise, Banane, Vanille,
Yaourt brassé : CREMALINA	Fraise ; Pêche, Banane ;
Yaourt brassé : ATIAB	Vanille, Pêche, Fraise, Banane, Pistache,
Yaourt à boire BONGOUT	Grenadine ; Pêche, Banane
Beurre BELDIA 250 g	----

Partie I : Revue bibliographique

1) Propriétés générales du lait :

a) Définition:

Le lait était défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir du colostrum »[1].

Sa composition et les caractéristiques physico-chimiques varient sensiblement selon les espèces animales, et même selon les races. Ces caractéristiques varient également au cours de la période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il est caractérisé par différentes phases à savoir [2] :

- Phase aqueuse contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés;
- Phase colloïdales instables, constituées de deux types de colloïdes protéiques;
- Globules gras en émulsion dans la phase aqueuse

Le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation[3].

b) **Composition du lait :**

La structure chimique et physico-chimique du lait est très complexe. L'eau est l'élément le plus important quantitativement. Le reste est constitué par la matière grasse, le lactose, les matières azotées, les sels minéraux, et en quantités moindres les pigments, les enzymes et les vitamines. Ces composants représentent la matière sèche du lait et leur proportion varie entre 11.5 et 13% [4].

Tableau 3: Les différents constituants du lait

Constituants majeurs	Variations limites %	Valeur moyenne %
Eau	85.5 - 89.5	87
Matière grasse	2.4 - 5.5	4
Protéines	2.9 - 5.0	3.4
Glucides	3.6 - 5.5	4.9
Minéraux	0.7 - 0.9	0.7

i. Eau :

L'eau est l'élément le plus important du lait en proportion et représente 87 % (environ 870 g/l). Elle représente la phase dispersante des constituants non hydrosolubles du lait et la phase solvant des substances solubles (glucide, matières minérales et vitamines hydrosolubles).

ii. Matière grasse

Projet fin d'études

La matière grasse est présentée dans le lait sous forme de globule gras (Figure 2). Elle est constituée de 65% d'acides gras saturés et de 35% d'acides gras insaturés.

Un globule gras du lait est constituée de plusieurs produits chimiques tel que : les acides gras, les triglycérides, les phospholipides, les stérols, les vitamines liposolubles (A, D, E, K)...

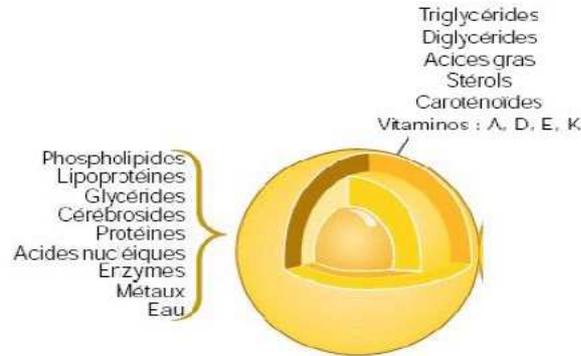


Figure 2 : La composition de la matière grasse du lait

iii. Glucides

Les glucides sont présentés dans le lait essentiellement sous forme de lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), disaccharide constitué par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. Le lactose est un sucre fermentescible, il se dégrade en présence des bactéries lactiques en donnant l'acide lactique.

iv. Protéines

Le lait contient deux types de matière azotée: Les protéines (95 %) et les substances azotées non protéiques (5 %).

Les caséines représentent les **protéines les plus abondantes** dans le lait (phosphoprotéines). Elles représentent 80 % des protéines du lait. Le reste des protéines est constitué de

β -lactoglobuline (10 %), α -lactalbumine (2 %) et d'autres protéines (enzymes, immunoglobulines, ...) en petites quantités.

v. Composition en éléments minéraux

Le lait contient des sels à l'état soluble, sous forme notamment de: phosphates, citrates, chlorures, calcium, magnésium, potassium et sodium.

Tableau 4 : la teneur en différents éléments minéraux du lait

Composition de la matière saline (en g/l de lait)							
Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl	Citrates
0.12	0.58	1.23	1.41	0.30	0.95	1.19	1.6

vi. Gaz dissous

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

2) Différence entre lait fermenté et yaourt :

a) Définitions :

Selon la réglementation française, un **lait fermenté** est un produit laitier composé exclusivement de matières premières d'origine laitière (lait et constituants du lait), ayant subi une pasteurisation et une fermentation par des micro-organismes spécifiques et caractérisé par une teneur en acide lactique minimale (0,6 %). Il peut être additionné de certains ingrédients lui conférant une saveur spécifique (sucre, arômes, préparations de fruits), à condition que cette addition n'excède pas 30 % du poids du produit fini.

Les laits fermentés peuvent être classés en plusieurs catégories, selon les micro-organismes impliqués dans leur fermentation, leur teneur en matière grasse, le lait utilisé pour leur fabrication, leur texture, ou leur arôme (figure 3). Dans tous les cas, ils sont considérés comme des produits laitiers frais et doivent, à ce titre, présenter une durée de vie limitée et être maintenus au froid.

En France, l'appellation yaourt est réservée aux produits fermentés avec les deux seules bactéries lactiques thermophiles *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*, présentant une teneur en acide lactique minimale de 0,7 % et contenant au moins 10 millions de bactéries vivantes par gramme de produit au moment de la vente au consommateur [5].

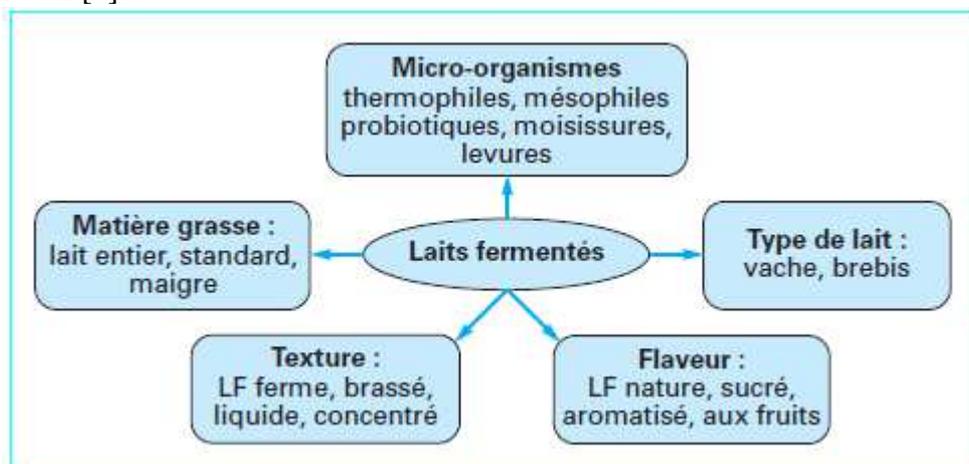


Figure 3 : Schéma général de classification des laits fermentés

b) Fermentation lactique :

La fermentation lactique correspond à la transformation du lactose du lait en acide lactique, sous l'action de micro-organismes spécifiques appelés bactéries lactiques. Elle s'accompagne de modifications biochimiques, physico-chimiques et organoleptiques du produit. L'objectif de la fermentation lactique est tout d'abord d'augmenter la stabilité du produit, par inhibition des altérations microbiennes et enzymatiques éventuelles et, par conséquent, d'allonger sa durée de conservation. Elle permet également d'obtenir des produits sains, c'est-à-dire exempts de micro-organismes pathogènes.

Enfin, elle confère aux produits obtenus des propriétés nutritionnelles et organoleptiques particulières (texture, arômes, saveur).

❖ Croissance associative dans le yaourt :

Lors de la production de yaourt, l'utilisation combinée de *S. thermophilus* et *L. bulgaricus* permet de valoriser l'interaction indirecte positive existant entre ces deux espèces. Cette interaction, appelée protocoopération, se traduit d'abord par une augmentation des vitesses d'acidification par rapport aux vitesses observées en cultures pures. Un accroissement des concentrations bactériennes est observé en parallèle. Elle induit également une amélioration de la production des composés d'arômes (acétaldéhyde notamment) et de la stabilité physique du produit (réduction des problèmes de synérèse). La stimulation de *S. thermophilus* par *L. bulgaricus* est réalisée grâce à l'activité protéolytique du lactobacille, qui libère des petits peptides et des acides aminés au profit du streptocoque. En retour, *S. thermophilus* fournit de l'acide formique et du CO₂ qui, tous deux, vont stimuler la croissance de *L. bulgaricus* [5].

Le lait destiné à la production de yaourt doit [6]:

- être pauvre en bactéries
- Ne pas contenir d'enzymes ni de substances chimiques susceptibles de ralentir le développement de la culture du yaourt
- ne contenir ni antibiotiques ni bactériophages.

3) Filière laitière au Maroc :

La filière du lait et ses dérivés a connue une amélioration régulière de la production et du rendement de ses entités. En effet, selon les données du ministère de l'agriculture et de la pêche maritime, la production laitière a poursuivi son trend haussier entamé depuis 2002 pour atteindre 2,3 milliards de litres en 2013 contre 1,8 milliard en 2008, soit plus de 40% de hausse en quatre ans. Aussi, les rendements laitiers s'établissent aujourd'hui pour certains centres de collecte à plus de 25 litres par jour et par vache, soit un niveau similaire à celui des grandes exploitations européennes. C'est dire que la filière a su capitaliser sur le Plan Maroc Vert notamment à travers les efforts substantiels concédés pour l'importation des races améliorées, la vulgarisation des techniques d'élevage, la vaccination, la lutte contre les épizooties et les programmes d'urgences déployés en cas de sécheresse.

Selon les spécialistes, l'on peut parler aujourd'hui d'un succès incontesté de mise sur pied d'une filière nationale du lait en lien étroit avec l'aval, notamment grâce à son organisation autour d'agrégateurs (centres de collecte) assurant l'intégration avec l'industrie nationale de transformation des produits laitiers (on dénombre déjà 1 070 centres de collecte de lait et 82 usines laitières dont le secteur privé représente 70%) et la modernisation des modes de production[7].

La croissance de la production laitière a été aussi le résultat des efforts d'amélioration génétiques du cheptel bovin par l'insémination artificielle et les importations des vaches de race pure qui représentent 20% du cheptel, notamment les races holstein, frisonne pie noire, montbéliarde, et fleckviech. Les races locales représentent quant à elles 45% du cheptel, tandis que le reste est composé de races croisées.

Le secteur du lait génère un chiffre d'affaires de 8 milliards de dirhams et permet la création de quelque 460 000 emplois permanents.

Malgré la croissance soutenue durant les dernières années, la consommation de lait et ses dérivés demeure faible au Maroc. Seulement 67 litres consommés par habitant et par an, selon le ministère de l'agriculture et la pêche maritime.

4) **Qualité des aliments :**

Intuitivement, la qualité correspond pour nous à "la valeur" d'une chose. Alors :
Un produit de qualité est définie par (l'AFNOR, 2010) : " comme étant tout produit ou service dont les caractéristiques lui permettent de satisfaire les besoins exprimés ou implicites des consommateurs"[15].

Selon l'ISO 9000:2005 ; la Qualité est l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.

❖ Composantes de la qualité pour un aliment :

Pour satisfaire le consommateur, il s'agit de plusieurs composantes :

S1- Sécurité = qualité hygiénique. On veut des dangers en moins.

La maîtrise de la sécurité de l'aliment et de la qualité Hygiénique, fait l'objet de l'ensemble de préoccupation de l'industrie Agro-alimentaire.

S2- Santé = qualité nutritionnelle. On veut des atouts en plus.

On cherche que l'aliment apporte plus "du bien", qu'il soit diététique, qu'il maintienne et améliore notre santé.

S3- Saveur = qualité organoleptique. On veut "se faire plaisir".

On veut satisfaire ses cinq sens. Cette qualité conditionne souvent les deux premières. La qualité organoleptique a une composante sensorielle majeure, mesurable par l'analyse sensorielle, mais a aussi une composante psychologique et sociale.

S4- Service = qualité d'usage. On veut que ce soit commode.

Un aliment sain, complet et délicieux ne sera pas vendu s'il est trop cher, introuvable, difficile à préparer et impossible à conserver.

On peut ajouter à ces " quatre S" deux autres qualités moins apparentes et moins Concrètes, mais essentielles aussi pour le consommateur, et qui mobilisent beaucoup de moyens de la part des Industrie Agroalimentaire (IAA): les **2 R, Régularité et Rêve.**

R1- Régularité : La qualité ne "paye pas" si elle n'est pas reproductible.

Le contrôle qualité, l'assurance qualité, s'attachent à cette régularité pour donner un produit constant.

R2- Rêve :

C'est ce qu'on appelle des caractéristiques transférées, où l'imaginaire et le symbolique vont faire "rêver" le consommateur. Cette qualité transférée est renforcée par la publicité, le style du point de vente (animation en grande surface, décoration du magasin), mais aussi par la proximité (réseau, famille, bouche-à-oreille).

5) **Niveaux de maîtrise de qualité sanitaire dans les IAAs :**

L'exploitant en IAA doit définir un système d'organisation reprenant nécessairement les pistes de la réglementation dans ce secteur à l'origine d'un référentiel interne qui lui est propre, décrivant ce qu'il est convenu d'appeler son « plan de maîtrise sanitaire (PMS) » (Figure 4). Il doit apporter la preuve que ce système est effectivement pertinent. Le plan de maîtrise sanitaire décrit ainsi les mesures prises par l'établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité sanitaire de ses productions vis-à-vis des dangers biologiques, physiques et chimiques. Il comprend les éléments nécessaires à la mise en place et les preuves de l'application [8].

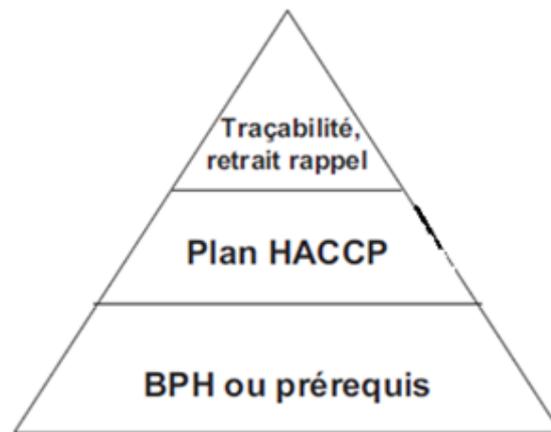


Figure 4 : Notion de plan maîtrise sanitaire

6) Bonnes Pratiques d'hygiène (pré-requis):

La norme ISO 22000:2005 donne une définition de cette notion de programme prérequis comme suit :

Programmes pré-requis : « conditions et activités de base nécessaires pour maintenir tout au long de la chaîne alimentaire un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition de produits finis sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine »

Les programmes préalables (PRP) sont répartis selon les deux catégories suivantes :

- ❖ Les programmes concernant les infrastructures et la maintenance. Ces derniers correspondent à tout ce qui nécessite de gros investissements pour être modifiés.

- ❖ Et les PRP opérationnels qui correspondent à traditionnelles bonnes pratiques de fabrication ou d'hygiène.

Les programmes préalables (PRP) ou les pré-requis sont les fondations indispensables sur lesquelles le système HACCP doit être construit. Ils peuvent être orientés par les guides de bonnes pratiques et/ou par la réglementation et également par les exigences au niveau international. Il s'agit, pour un établissement de transformation alimentaire de respecter les différents points s'adaptant à son secteur.

Parmi les programmes préalables à la mise en place d'un système HACCP, les Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH) sont l'élément le plus important, les BPH doivent être traitées avant de commencer l'analyse des dangers et la définition des mesures préventives que l'on va associer à ces dangers.

L'arbre des (BPH) (**Annexe N° 1**) symbolise un élément important de structuration pour les entreprises alimentaires. Il a besoin pour s'épanouir de nombreuses racines solides et profondes.

A. Locaux :

❖ Extérieur du bâtiment

Les bâtiments doivent être situés dans une zone compatible avec l'activité de l'entreprise. Cette zone doit être non inondable, exempte d'odeur désagréable, de fumée, de poussière ou autres éléments de contamination.

❖ Intérieur du bâtiment

a-Aménagement

Les bâtiments doivent être construits de manière à ce qu'un espace de travail suffisant permette le bon déroulement des opérations. Ils doivent être conçus de manière à faciliter l'hygiène des opérations en évitant les transferts de contamination. Le principe de la marche en avant doit être respecté. A cette fin, les zones de transformation doivent être couvertes et séparées des zones de réception, de manière à éviter le report de contamination.

b- Les sols

Ils doivent être construits avec des matériaux non toxiques et étanches, permettant de réaliser des surfaces lisses sans crevasses, facilement nettoyables.

c - Les plafonds :

Les matériaux recommandés pour les murs sont applicables aux plafonds, toutefois, il est souhaitable d'éviter les peintures à cause des risques d'écaillage.

d - Les portes et fenêtres :

Les portes et les fenêtres, lorsqu'elles sont fermées, doivent être étanches, en particulier à la base des portes. Les fenêtres qui peuvent être ouvertes doivent être munies de moustiquaires (maille de 1 mm).

e - Les accès :

Les zones à risques ne doivent pas avoir d'accès direct vers l'extérieur et doivent être séparées par des sas. Il est fortement recommandé d'avoir une fermeture hermétique et systématique des portes pour isoler la zone de transformation.

f - Les structures annexes :

Une attention particulière doit être apportée aux escaliers, passerelles et structures métalliques, surtout dans la zone de transformation.

g- L'éclairage

Les ampoules et tubes doivent être protégés par une vasque. Vu l'influence de la lumière sur la couleur du produit, il faudra un éclairage type lumière du jour, partout où l'on souhaite contrôler l'aspect du produit ou de son emballage.

h - Circulation des fluides :

Les canalisations doivent être entièrement distinctes, identifiées par une couleur différente et ne comportant aucun raccordement, ni aucune possibilité de reflux. Les tuyauteries doivent être maintenues en bon état. Les chemins de câbles doivent être facilement accessibles pour inspection et entretien.

❖ Installations sanitaires

Le nombre et l'emplacement des toilettes sont déterminés en fonction des zones de travail et du nombre de personnel.

Les lavabos doivent être installés à proximité des lieux où un lavage fréquent des mains est nécessaire avec un produit de désinfection et un dispositif de séchage. L'ensemble des installations sanitaires doit être nettoyé quotidiennement.

❖ Approvisionnement en eau et en vapeur

L'approvisionnement en eau doit être régulier et suffisant, avec un débit adéquat pour couvrir tous les besoins de l'unité. Au besoin, cette dernière peut disposer d'installations de stockage et de distribution, bien protégées contre la contamination.

La vapeur à entrer en contact avec les aliments ou avec des surfaces alimentaires doit être produite à partir d'eau potable et ne pas contenir de substance nocive. Elle doit être produite en quantité suffisante pour toutes les opérations de production.

B. Transport et entreposage :

❖ Transport

Il faut éviter de laisser les caisses en plein soleil ou sous la pluie ; le transport à la conserverie doit intervenir aussi vite que possible. Le véhicule servant pour le transport doit être bien propre ;

❖ **Entreposage**

Les aires de stockage doivent être clairement définies pour séparer ces différentes catégories de matières dans le respect de la marche en avant des matières premières aux produits finis.

Les aires de stockage ne doivent pas laisser des zones inaccessibles au nettoyage. On ne doit pas entreposer le long des murs : une distance de 50 cm entre les produits stockés et les murs est considérée idéale ;

Tout entrepôt doit être nettoyé fréquemment. Des procédures de nettoyage doivent être rédigées

C. Equipement :

❖ **Maintenance**

Les équipements doivent être installés de manière à permettre un nettoyage convenable de la zone environnante et d'éviter toute contamination du produit. Toutes les surfaces en contact avec l'aliment doivent être parfaitement lisses, sans fissure, ni crevasse, non absorbantes et non toxiques.

❖ **Etalonnage**

Les instruments de mesure doivent être maintenus en bon état de fonctionnement et régulièrement vérifiés et étalonnés.

D. Hygiène de personnel :

❖ **Formation**

Une formation efficace à l'hygiène doit être organisée régulièrement à l'intention du personnel. Le personnel saisonnier doit recevoir une formation particulière afin qu'il soit sensibiliser aux problèmes liés à l'hygiène.

❖ **Santé de personnel**

Le personnel doit être contrôlé médicalement :

- à l'embauche ;
- périodiquement, une fois par an ;
- au retour, après une interruption de travail supérieure à 6 mois.

En cas de maladies infectieuses gastro-intestinales, d'hépatite A, de rhinite, de grippe, d'infections par staphylocoques de la peau, de plaies suppurantes et des maladies transmissibles de la peau, le personnel doit :

- Avertir son employeur ;
- Demander éventuellement un changement de poste ou porter des gants ;
- Consulter un médecin.

L'entreprise doit disposer d'une infirmerie ou d'un local équipé d'une armoire à pharmacie pour les soins d'urgence.

E. Assainissement, lutte contre la vermine et nettoyage et désinfection :

❖ **Assainissement, lutte contre la vermine**

Un programme permanent et efficace de lutte contre les nuisibles doit être appliqué. Ce programme doit comprendre :

- la méthode utilisée
- le plan indiquant l'emplacement des points d'appât
- la raison sociale de l'entreprise de destruction d'animaux nuisibles, le cas échéant, ou le nom de la personne responsable du programme ;
- le nom du responsable de la lutte contre les nuisibles ;
- la liste des produits chimiques utilisés ;
- la fréquence des inspections ;
- les rapports sur la présence des nuisibles et les mesures prises.

Les Produits utilisés doivent être conformes aux exigences réglementaires ou normatives en vigueur, le cas échéant ils doivent être utilisés en conformité avec les instructions du fabricant. L'établissement doit faire l'objet de contrôles réguliers afin de déceler tout signe d'infestation

❖ **Nettoyage et désinfection :**

Les opérations de nettoyage et de désinfection sont considérées comme des maillons essentiels dans le programme d'assurance qualité.

- Nettoyage : Conformément à la norme marocaine NM 08.0.000, le nettoyage est défini comme étant l'élimination des souillures, des résidus alimentaires, de la saleté, de la graisse ou de toute autre matière indésirable.

- Désinfection : Conformément à la norme marocaine NM 08.0.000 la désinfection est définie comme étant la réduction du nombre de micro-organismes, au moyen d'agents chimiques et/ou de procédés physiques autorisés, satisfaisants du point de vue hygiénique, jusqu'à l'obtention d'un niveau ne risquant pas d'entraîner une contamination dangereuse du produit.

F. Retraits et rappels :

❖ **Programme de retrait**

Il arrive que des produits présentant un risque sanitaire, non-conformes à la réglementation en vigueur ou défectueux soient expédiés sur le marché, par erreur ou négligence. Le programme écrit de rappel indique la procédure à mettre en œuvre en cas de décision de rappel. L'objectif principal de cette procédure est de protéger le consommateur contre tout risque sanitaire ou commercial, et de défendre l'image de marque de l'entreprise.

7) **Généralités sur la démarche HACCP :**

HACCP est l'abréviation anglaise de «Hazard Analysis Critical Control Points», c'est-à-dire l'«Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise». Il s'agit d'une méthode servant à identifier, à évaluer et à contrôler les dangers qui menacent la salubrité des produits alimentaires (CAC, 2003). Reposant sur des bases scientifiques et cohérentes, le système HACCP permet d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axes davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini. Cette méthode n'a pas pour seul avantage d'améliorer la sécurité des aliments: grâce aux moyens de documentation et de maîtrise qu'elle propose, elle permet aussi de démontrer une certaine compétence aux consommateurs et de satisfaire les exigences législatives des autorités [9].

La méthode HACCP se décline en 12 étapes [10]:

Etape 1 : Constitution de l'équipe HACCP

Un bon lancement de la démarche HACCP nécessite :

- Engagement de la direction

- Nomination d'un coordinateur HACCP
- Constitution d'une équipe HACCP multidisciplinaire
- Formation du personnel.

Etape 2 : Description du produit

Description des matières entrant dans la fabrication du produit fini : les ingrédients, les matières premières, l'eau, les emballages, le gaz. Cahier des charges pour les produits à exigences spécifiques.

Descriptions du produit fini : fiche produit avec description des caractéristiques attendues du produit fini.

Etape3 : Description de l'utilisation prévue du produit

- Identification du consommateur et de la population à risque
- Utilisation du produit par le consommateur
- Durée d'utilisation
- Température de conservation
- Conditions spécifiques du transport.

Etape 4 : Construction d'un diagramme de fabrication

Il reprend les principales étapes du processus de fabrication (de la réception des matières premières jusqu'à l'expédition du produit fini) Le diagramme doit être accompagné d'un schéma illustrant les mouvements de matières, ingrédients, emballages.... Ce schéma doit aider à repérer toutes les zones de contamination croisée potentielle dans l'établissement (les vestiaires, les toilettes, les cafétérias).

Etape 5 : Vérification/confirmation sur place du diagramme de fabrication

Il convient de s'employer à comparer en permanence le déroulement des opérations de transformation au diagramme des opérations et, le cas échéant, modifier ce dernier. La confirmation du diagramme des opérations doit être effectuée par une ou des personne(s) possédant une connaissance suffisante du déroulement des opérations de transformation.

Etape 6 : Enumération et analyse des dangers (principe 1)

L'analyse des dangers est l'étape permettant d'énumérer tous les dangers auxquels on peut raisonnablement s'attendre à chacune des étapes du diagramme de fabrication : réception, production, transformation, stockage, distribution et consommation finale.

a. Enumération des dangers potentiels :

Il s'agit dans un premier temps de lister l'ensemble des dangers qui peuvent apparaître au cours des phases de vie du produit.

Les groupes de dangers à considérer sont les suivants :

Chimiques : sont les produits chimiques risquant d'entrer en contact avec le produit (résidus de nettoyage, antibiotiques, allergènes, OGM, pesticides...)

Physiques : sont l'ensemble des corps étrangers susceptibles de contaminer le produit (os, métal, bois, carton, verre, plastique, terre...)

Microbiologiques et biologiques : sont d'une part les types d'êtres vivants pouvant être à l'origine de contaminations et d'autre part les microorganismes et les toxines pouvant contaminer et/ou se développer dans les matières premières et/ou le produit fini (germes pathogènes, germes indicateurs d'hygiène, possibilité de survie de toxines produites par des microorganismes).

Pour chaque danger, on définit une origine. Les dangers peuvent être classés selon 5 origines : personnel, équipement, environnement, matières premières, processus. Pour trouver

cette origine on peut utiliser la méthode des 5 M (Matières premières, Milieu, Main d'œuvre, Méthode).

Les dangers considérés dans le cadre du système HACCP doivent être tels que leur prévention, élimination ou réduction à des niveaux acceptables est essentielle à la production d'aliments sûrs.

Les dangers dont la probabilité d'apparition et la gravité des effets sont faibles ne doivent pas être abordés dans le cadre du système HACCP mais plutôt être traités par les programmes pré requis (PRP) décrits dans les principes généraux d'hygiène alimentaire du Codex. Cependant le terme risque signifie la fonction de la probabilité et de la gravité d'un effet néfaste sur la santé, du fait de la présence d'un danger.

Le terme danger est donc à ne pas confondre avec le terme risque qui, dans le contexte de la sécurité des denrées alimentaires, désigne une fonction de la probabilité d'un effet néfaste sur la santé (par exemple, contracter une maladie) et de la gravité de cet effet (décès, hospitalisation, absence au travail, etc.) lorsque le sujet est exposé à un danger spécifique [8].

L'analyse des dangers est donc différente de l'analyse des risques (Figure 6).

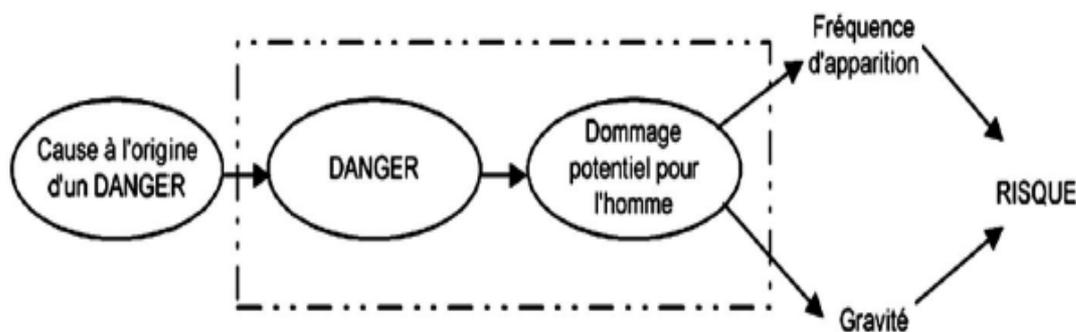


Figure 5 : Scénario conduisant à un risque

Le Codex Alimentarius propose de réaliser une analyse des risques comme . Pour éviter les confusions, il vaut mieux parler d'analyse des dangers car l'analyse des risques correspond à plusieurs étapes distinctes[8].

L'analyse des risques est un processus comportant trois composantes :

- évaluation scientifique des risques,
- gestion des risques
- et communication à propos des risques.

b. Etablissement des mesures de maîtrise

Les mesures de maîtrise sont des actions, activités, matériels ou facteurs nécessaires pour éliminer les dangers ou réduire leur probabilité d'apparition à un niveau acceptable.

Les mesures sont définies à partir :

- Des causes identifiées et de leur évaluation.
- Des moyens et ressources de l'entreprise (matériel, technique, humains)
- Les mesures de maîtrise doivent être formalisées sous forme de procédures ou d'instructions.

Etape 7 : Détermination des CCP à l'aide de l'arbre de décision (principe 2)

Un CCP ou point critique est un point, procédure ou étape où la perte de maîtrise entraîne un risque inacceptable. Il faut retenir que globalement un CCP est une opération pour laquelle, en cas de perte de maîtrise, aucune opération ne viendra compenser la déviation qui s'est produite et qui entraînera un risque inacceptable.

L'utilisation de l'arbre de décisions (**Annexe 5**) proposé par le codex Alimentarius est un outil pour la détermination des CCP parmi l'ensemble des dangers listés à l'étape précédente.

Etape 8 : Etablissement des limites critiques (principe 3)

Les limites critiques fixent les frontières de l'acceptabilité. Elles peuvent être des valeurs chiffrées, des paramètres sensoriels ou des réalisations.

Etape 9 : Etablissement des procédures de surveillance (principe 4)

Cette étape doit permettre de mesurer ou d'observer les seuils critiques correspondant à un CCP. Les mesures sont des actions de surveillance enregistrées afin d'apporter la preuve de la maîtrise du CCP.

- Les procédures pour chaque action de surveillance, au travers d'une procédure, doivent être précisées si nécessaire :
- La méthode utilisée pour la surveillance ;
- Le mode opératoire ;
- Les responsabilités d'exécution et d'interprétation des résultats ;
- La fréquence de l'observation ;
- Le plan d'échantillonnage ;
- Les modalités d'enregistrement des résultats.

Il existe 2 types de surveillance :

- **Surveillance en continu** : qui permet de conserver l'enregistrement de la surveillance et d'agir en temps réel, notamment lors du déclenchement d'actions correctives.
- **Surveillance discontinue** : qui demande des réponses accessibles rapidement du type oui ou non (check List) à une fréquence définie.

Etape 10 : Etablissement des mesures correctives (principe 5)

Des mesures correctives doivent être prévues pour chaque CCP afin de pouvoir rectifier les écarts. Ces mesures doivent garantir que le CCP a été maîtrisé et prévoir le sort qui sera réservé au produit en cause : destruction, déclassement, retouche, identification et traçabilité.

Etape 11 : Etablissement des procédures de vérification (principe 6)

Cette étape consiste à vérifier l'efficacité du système mais également son application effective. On peut avoir recours à des méthodes, des procédures et des tests de vérification et d'audit, notamment au prélèvement et à l'analyse d'échantillons aléatoires, pour déterminer si le système est efficace.

Etape 12 : Etablissement du système documentaire (principe 7)

Le système documentaire doit comporter deux types de document :
Le manuel HACCP qui comprend l'ensemble des documents définis lors de l'énumération des différentes étapes : diagramme de fabrication, liste de dangers, définitions des responsabilités, des enregistrements...



Partie II : partie pratique

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Plan du travail :

Ce travail a pour objectif d'évaluer l'existant en pré requis pour une application adéquate de démarche HACCP ainsi qu'une préparation des éléments nécessaires pour cette démarche.

Pour atteindre ces objectifs nous avons suivi le plan suivant :

- 1) Contrôler la matière première utilisée dans la production (lait cru) et le produit fini.
- 2) Examiner les infrastructures et les éléments qui constituent les programmes préalables à la mise en place de l' HACCP et les mettre à niveau.
- 3) Faire un suivi de fermentation pour déceler l'origine des anomalies dans cette étape.

- 4) Appliquer les principes et les étapes de la méthode HACCP sur la ligne de production de yaourt brassé.
- 5) Formuler des recommandations pratiques pour remédier à la problématique rencontrée.

2. Développement de diagramme de fabrication de yaourt brassé :

Le lait collecté passe par plusieurs étapes pour obtenir un yaourt brassé (Annexe 2). Des contrôles de qualité sont réalisés au niveau de quelques stades de diagramme de fabrication.

2.1. Réception :

La réception fait la première étape de la chaîne de fabrication des produits laitiers. A cette étape, l'unité industrielle reçoit du lait cru de ses fournisseurs dans des citernes isothermes. Les citernes sont composées de plusieurs compartiments, chaque compartiment correspond à un centre de collecte ou un fournisseur donné.

A ce stade, le lait de chaque compartiment subit des différentes analyses pour vérifier sa conformité aux critères d'acceptation. Un test rapide de « bleu de bromocrésolé » est réalisé pour vérifier l'acidité du lait ainsi que une mesure de la température est réalisée pour vérifier le respect de la chaîne de froid.

Ensuite les techniciens de laboratoire procèdent des contrôles qualité, principalement la mesure de l'acidité Dornic, test de densité, et mesure de la matière grasse...

2.2. Dégazage et filtration :

Ces opérations viennent directement après l'acceptation du lait. Elles consistent à éliminer les impuretés, l'air et les odeurs du lait.

Ensuite le lait est refroidi, stocké et mélangé dans des grandes citernes « tanks de stockage » pour la suite des étapes de fabrication.

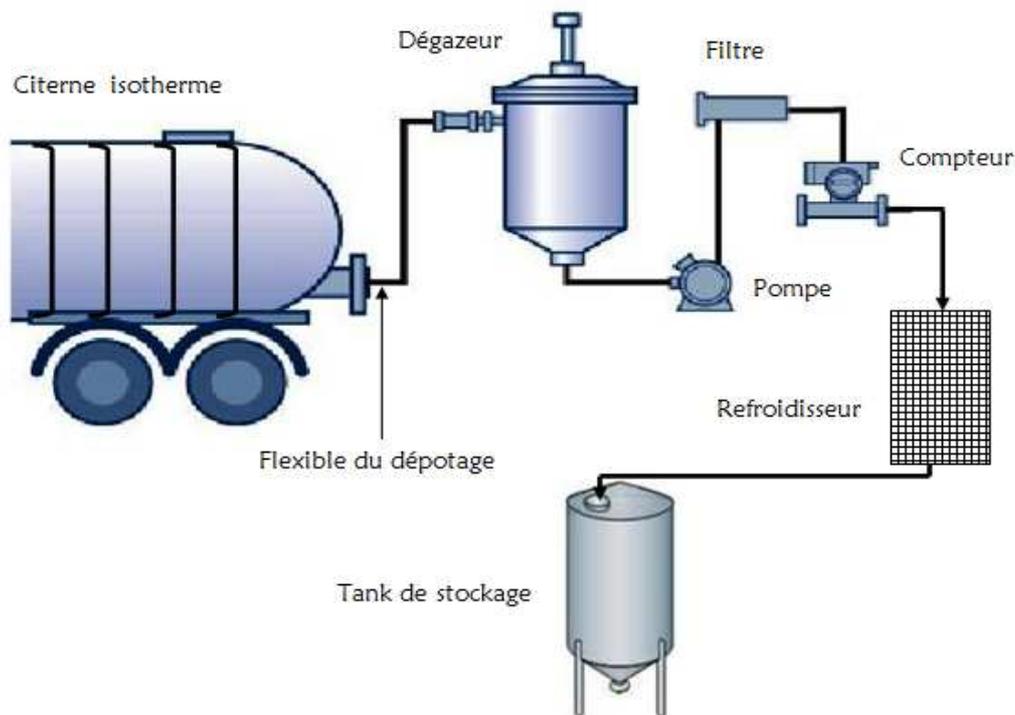


Figure 6 : Etapes depuis la réception de lait jusqu'au stockage temporaire

2.3. Mélange des ingrédients :

L'ajout des additifs et les ingrédients (stabilisants, épaississants, sucres, poudre de lait...) est effectué avant la pasteurisation pour empêcher toute contamination microbienne provenant des ingrédients.

2.4. Homogénéisation :

L'homogénéisation est une opération qui sert à empêcher les globules gras de remonter à la surface du lait en réduisant leur diamètre. Elle est obtenue en faisant passer le lait sous pression élevée de 150 à 200 bars, à travers des orifices ou valves très étroites. Ce traitement donne au lait une saveur et une texture plus douces, plus onctueuses pour la même teneur en matière grasse, et une réduction de la sensibilité à l'oxydation. Elle se fait à des températures de 54-60°C, qui permettent de maintenir tout le gras à l'état liquide.

2.5. Pasteurisation :

La pasteurisation est un traitement thermique qui consiste à chauffer le lait jusqu'à une température définie pendant un temps donné. En procédant à la pasteurisation du lait, la plupart des bactéries sont détruites. Toutefois, un certain nombre d'entre elles, sous forme sporulées ne sont pas détruites et peuvent se développer lorsque les conditions seront redevenues favorables.

Les barèmes de pasteurisation se différencient selon le type du produit fini, le lait destiné à consommation directe est chauffé à une température de 85°C pendant 3 min. alors que le mix de yaourt est pasteurisé à 90°C pendant 5 min.

2.6. Refroidissement :

Après la pasteurisation, les microorganismes et les spores qui représentent un facteur de risque potentiel de toxi-infection ne sont pas totalement éliminés. Il est donc nécessaire de refroidir directement le lait pasteurisé à une basse température ($\leq 5^\circ\text{C}$) pour inhiber et ralentir la multiplication des germes encore présentes dans le lait.

Pour tous les produits laitiers, il existe plusieurs points de refroidissement à des températures différentes en fonction de type du produit fini désiré. Après la pasteurisation, le lait pasteurisé destiné à la fabrication du yaourt est refroidi à 42-45 °C, car il s'agit la température optimale pour le développement des bactéries lactiques (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) à la fermentation de yaourt.

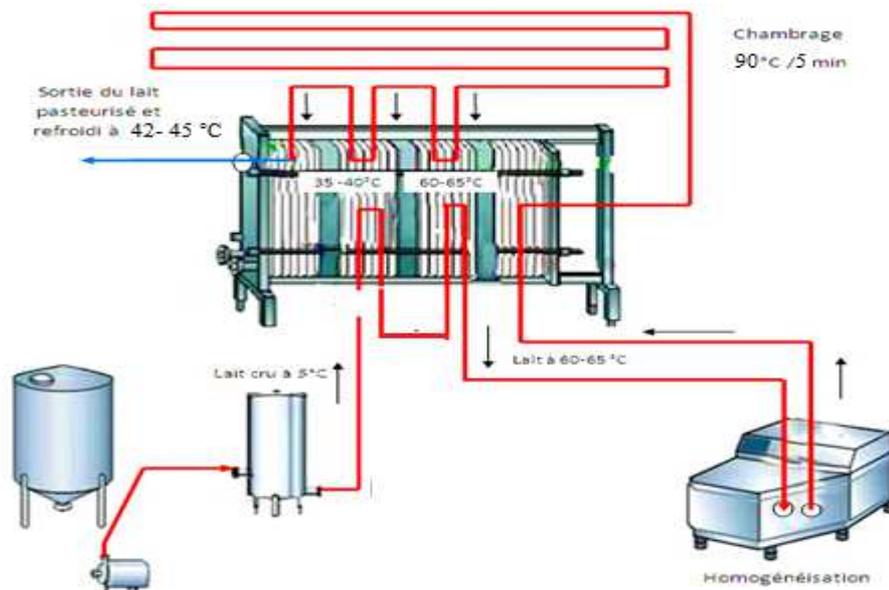


Figure 7 : Etapes de l'homogénéisation de lait jusqu'au refroidissement N°1

2.7. Ensemencement et fermentation :

Les ferments utilisés le plus souvent dans la fermentation du lait sont les *Streptococcus thermophilus* et les *Lactobacillus bulgaricus* qui peuvent être mélangés avec d'autres souches des bactéries lactiques. Les streptocoques favorisent le développement du lactobacille en acidifiant le milieu et en libérant les acides aminés. La relève est prise ensuite par les lactobacilles qui donnent finalement au yaourt le caractère acide, alors que les streptocoques développent les qualités aromatiques.

Ensuite le lait passe à la cuve ou (tank de fermentation) isotherme qui garde la température 42-44°C où la fermentation s'opère et où le lactose se transforme partiellement en acide lactique sous l'action des bactéries. Pendant la fermentation, le responsable de laboratoire procède au contrôle de l'acidité titrable (acidité de Dornic) et l'observation du coagulum pour vérifier le degré de fermentation.

A la sortie de la cuve, le produit fermenté est refroidit, emballé et maintenu à une température ≤ 6 °C dans le frigo.

2.8. Conditionnement :

Les produits laitiers sont des produits fragiles, leur exposition à la lumière naturelle ou artificielle détruit des vitamines essentielles et a un effet nuisible sur le goût.

Le matériau d'emballage qui est couramment utilisé pour le conditionnement de lait pasteurisé est le plastique ou le carton, pour le yaourt est conditionné dans des pots en

plastique du. L'emballage doit être hermétique pour protéger les produits laitiers contre l'oxydation et empêcher toute contamination possible.

L'emballage s'effectue automatiquement à l'aide des machines très développées dotées à une vitesse de conditionnement très élevée.

Le poids des produits emballés est contrôlé au cours de conditionnement pour éviter toute sous ou surpoids possible.



Figure 8 : Etapes de l'ensemencement jusqu'au conditionnement

2.9. Stockage des produits finis :

Après l'emballage, les produits finis sont acheminés vers le frigo pour être stockés à une température de 3-6 °C en attendant leur distribution.

Les produits finis sont d'abord analysés par le laboratoire pour confirmer leur qualité avant d'être livrés aux consommateurs.

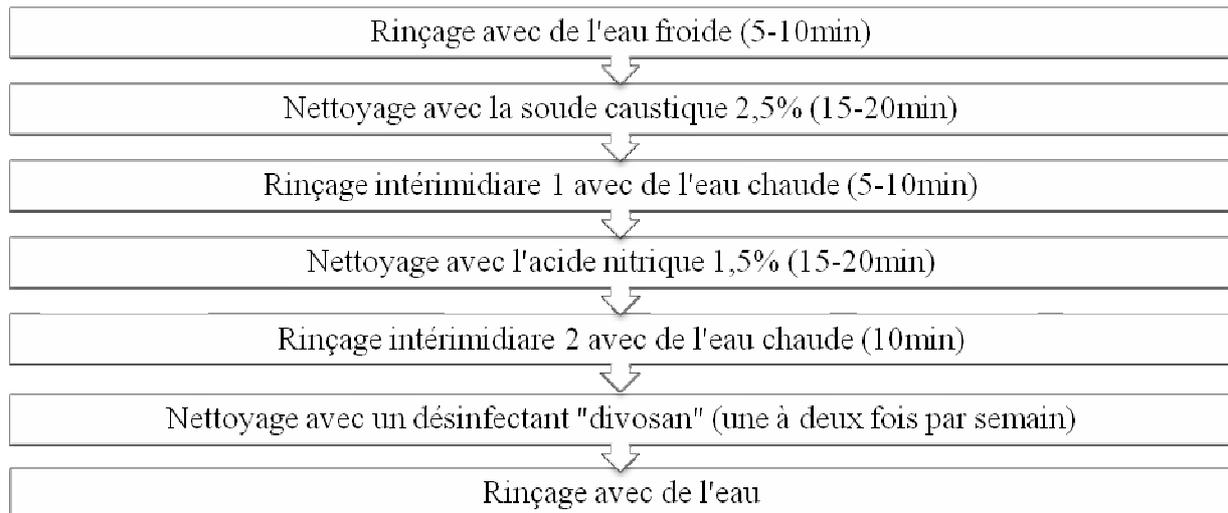
3. Désinfection et nettoyage des équipements :

Au cours de la fabrication, les matériels gardent des traces de lait où les micro-organismes pourront se développer. C'est pour cette raison, les matériels et les locaux sont des sources importantes de contamination s'ils ne sont pas soigneusement et périodiquement nettoyés et désinfectés.

Le nettoyage et la désinfection après chaque cycle de fabrication est indispensable. Ces opérations consistent en élimination des souillures et des traces des produits sur les équipements de fabrication et à réduire la charge microbienne développée sur les surfaces qui entre en contact avec l'aliment.

Les opérations de nettoyage et désinfection des équipements s'effectuent à l'aide d'un nettoyage en place (NEP) manuelle selon le processus dans la page suivante :

Projet fin d'études



4. Analyses physico-chimiques et microbiologiques effectuées :

a) Mesure de l'acidité dornic :

Principe :

L'acidité est habituellement exprimée en « degrés Dornic ». Par définition, un degré D° équivalent à une teneur 0,1 g d'acide lactique par litre. Elle montre l'état de fraîcheur de lait et donne une indication sur sa qualité hygiénique.

Mode opératoire :

- prendre un échantillon de 10 ml
- Ajouter 3 à 5 gouttes de solutions de phénol phtaléine
- Titrer par la soude 1/9 normal
- La lecture de résultat se fait directement sur la burette en lisant les graduations décimales.

Ou bien on applique la formule suivante :

$$\text{Acidité } ^\circ\text{D} = 10 * V$$

Avec V c'est le volume versé de burette en ml.

b) Estimation des constituants de lait et ses indices:

L'estimation de la composition de lait en (MG, protéines, lactose, sels minéraux) et aussi d'autres indices (température de congélation, densité, taux de mouillage) est réalisée à l'aide de l'appareil « Milk analyser » (figure 9) pour donner une idée générale sur la qualité de matière première ainsi que d'autre produits en cours de transformation (mix de préparation de yaourt).

C'est un test rapide qui donne plusieurs informations à la fois sur la qualité de lait, Mais il faut réaliser des étalonnages de temps en temps en faisant rappel aux méthodes de référence pour assurer la répétabilité des résultats donnés par cet appareil.

❖ Mode opératoire :

- On porte le bûcher au Milko analyzer (figure 9) et on trompe l'électrode de ce dernier dans le bûcher puis on effectue la lecture.
- Les résultats d'analyse sont affichés numériquement au bout deux minutes.



Figure 9 : Milk analyzer de la marque Master Pro

c) Détermination de la densité :

La densité du lait se mesure par référence à celle de l'eau. Par moyenne d'un thermo-lactodensimètre (Figure 10). La densité du lait entier à 20°C est comprise entre 1.028 et 1.034. La matière grasse et l'eau font varier la densité du lait. Lorsque la densité du lait diminue on peut déceler le mouillage du lait. La densité est de ce fait un paramètre physique important en industrie laitière qui éclaire sur la présence de fraude lors de la réception.

Pour mesurer la densité on procède comme suit :

- Prélever un échantillon de volume environ 200 ml
- Mettre le lait dans l'éprouvette
- Plonger le « Thermo-lactodensimètre » dans l'éprouvette ;

A partir du thermolactodensimètre, on peut relever la température du lait et après avoir lu la valeur, on fait les corrections nécessaires en fonction de la température et la densité lue selon la formule suivante :

$$D_R = D_L \pm (T - 20) * 0,2$$

- D_R : Densité réelle ;
- D_L : Densité lue ;
- T : Température lue sur le thermolactodensimètre;



Figure 10 : Mesure de la densité du lait par lactodensimètre

d) Détermination de la matière grasse

❖ Principe

L'analyse de MG se fait selon la méthode GERBER, c'est la méthode référentielle qui permet de donner les résultats les plus fiables de MG pour le lait, se base sur le principe de l'agrégation des globules gras par l'action de l'acide sulfurique très concentré 98%.

❖ Mode opératoire :

- Mélanger 10 ml de l'Acide sulfurique H_2SO_4 et 1 ml de l'alcool amylique ($C_5H_{11}OH$) dans un butyromètre (figure 11),
- Ajouter 11 ml de lait à analyser,
- Agiter le butyromètre quelques secondes,
- Centrifuger le mélange dans une centrifugeuse pendant 3 min,
- Retirer le butyromètre et effectuer la lecture de résultat directement.



Figure 11 : Butyromètre

e) Degré de brix :



Ce test est réalisé à l'aide d'un réfractomètre (Figure 12) surtout pour le mix de yaourt pour vérifier la quantité de saccharose ajoutée se basant sur le principe de réflexion de la lumière par cette molécule.



Figure 12 : Réfractomètre

f) Test de dépistage aux antibiotiques:

Le traitement antibiotique des mammites représente la principale cause de pollution du lait par des résidus d'antibiotiques. Une fois qu'ils sont présents dans le lait cru, plus particulièrement la famille de béta lactame (pénicillines, céphalosporines...), il devient inutile surtout pour la fabrication du yaourt, car elles inhibent la multiplication des bactéries lactiques. C'est pourquoi on procède d'un contrôle rapide pour la recherche des résidus d'antibiotiques dans le lait réceptionné par une méthode appelée « **B-Star** ».

❖ Test **B-STAR** :

C'est un test rapide, simple d'emploi, du type Recepteur Assay. Le test est basé sur l'emploi d'un récepteur spécifique lié à des particules d'or. Il permet la détection rapide, dans le lait, des résidus de pénicillines et de céphalosporines [11].

Principe :

0.2 ml de lait est aspirée à l'aide d'une pipette et déposée dans le flacon contenant le lyophilisat (récepteur spécifique lié à des particules d'or), le flacon est refermé au moyen du bouchon en caoutchou puis retourné et secoué afin de dissoudre complètement le lyophilisat. Le flacon est mis à incuber pendant trois minutes à 47°C plus au moins 1°C dans l'incubateur, la bandelette est alors placée dans le flacon qui est laissé à incuber pendant deux minutes supplémentaires, le résultat est lu sur la bandelette [11].

Au cours de la première incubation, les antibiotiques du type β -lactames présents dans le lait se lient au récepteur.

Pendant la deuxième incubation, le lait migre sur un support immuno-chromatographique qui présente deux bandes de capture ; la première bande retient tous les récepteurs non liés aux antibiotiques pendant la première étape, faisant apparaître une coloration rouge intense lors de l'absence de résidus et une absence de coloration en cas de présence de bêta-lactamines en excès car les complexes récepteurs-antibiotiques formés ne peuvent pas se lier à cette bande ; donc plus il y aura d'antibiotiques présents dans l'échantillon moins il y aura de récepteurs libres susceptibles de migrer sur le support, par conséquent la première bande de capture sera moins visible.

La seconde bande est dite de référence, basée sur la fixation d'un anticorps, elle fait apparaître dans tous les essais une coloration rouge d'égale intensité, elle permet donc de

contrôler le bon déroulement du, le principe des réactions du β -STAR est résumé sur la figure 13 (A) [11].

Le résultat est exprimé en comparant l'intensité des deux bandes, si le lait est négatif la bande-test se colore en rouge plus intense que la bande-témoin, s'il est positif la bande-test est totalement absente comme le montre la figure 13 (B). Le β -STAR étant un test qualitatif, voire semi-quantitatif.

Pour effectuer ce test, on suit le mode opératoire suivant :

- Préparer le récepteur par une dissolution dans l'eau distillé ;
- Introduire 100 μ l du lait dans le tube d'Ependorff qui contient 25 μ l de lyophilisat;
- Mettre l'ependorff dans un des puits de l'incubateur et introduire la bandelette;
- Laisser le mélange dans l'incubation 3 min
- Mettre une bandelette dans l'incubateur, puis poursuivre l'incubation à 47,5°C pendant 2 min ;
- Retirer la bandelette après l'incubation et évaluer immédiatement ;

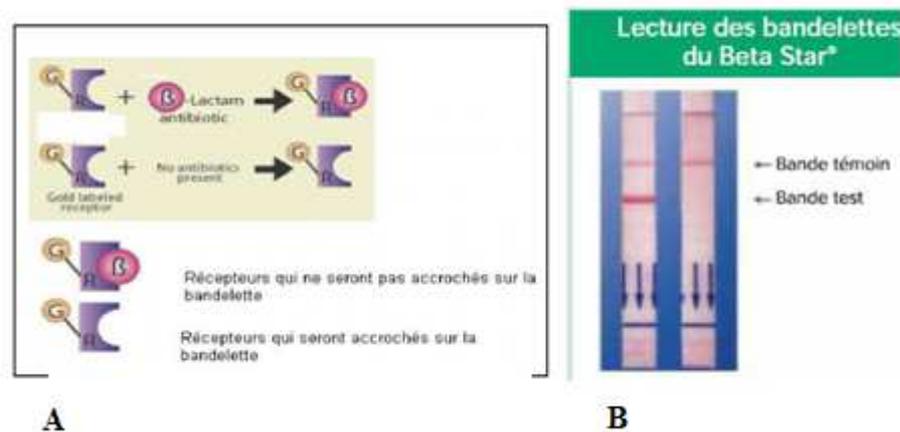


Figure 13: Test de dépistage des antipolittiques de B-star

La bandelette (Figure 13) est évaluée visuellement une coloration rouge doit apparaître sur la deuxième bande témoin, sinon le test n'est pas valable. Cela peut se produire si les réactifs ont été mal conservés, si les réactifs sont périmés ou si le lait est anormal.

Si la couleur de la première bande a une coloration plus intense que de la bande de référence, l'échantillon ne contient pas de résidus d'antibiotiques bêta-lactames démontrables. Le test est donc **négatif**.

Si la couleur de la première bande a une intensité égale ou inférieure à celle de la bande de référence, ou s'elle est complètement absente, l'échantillon contient des résidus d'antibiotiques bêta-lactames. Donc le résultat est défavorable et le test est **positif**. Et le lait est considéré comme non valable à la fabrication de yaourt.

g) Analyses microbiologiques :

Les analyses bactériologiques sont effectuées seulement pour les produits finis, il s'agit des dénombrements de deux types des coliformes (totaux et fécaux) et les levures et moisissures (tableau 5) :

- Les coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de la qualité hygiénique des denrées alimentaires parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale. Les coliformes totaux sont définis comme étant des bactéries en forme de bâtonnet, aérobies ou anaérobies facultatives, possédant l'enzyme β -galactosidase permettant l'hydrolyse du lactose à 35 °C afin de produire des colonies rouges avec reflet métallique sur un milieu gélosé approprié [14].

Conditions de température et milieux de cultures utilisés au laboratoire de microbiologie :

Tableau 5 : milieux de cultures pour le dénombrement des CF, CT et L&M

Température d'incubation	37°	44°
Milieu de culture		
Gélose lactosée au Désoxycholate	CT	CF
Gélose glucosée au Chloramphénicol	L&M	

Mode opératoire :

Pour l'ensemencement du produit, on effectue un ensemencement en masse selon les étapes suivantes :

- Stériliser et organiser l'environnement de travail ;
- Allumer le bec benzène ;
- Préparer les boîtes de Pétri (2 boîtes pour chaque produit) ;
- On ajout 1 ml du produit à tester dans chaque boîte ;
- Ajouter le milieu de culture convenable et Homogénéiser manuellement la boîte ;
- Laisser le milieu solidifier sur une surface froide à coté du bec benzène ;
- incuber dans une température de 37 °C pendant 24 heures pour le milieu lactosé et à 37-40 °C pendant 48 heures pour le milieu glucosé.

Lecture des résultats :

Après l'incubation et la reproduction des germes, les boîtes de Pétri sont dénombrées afin de déterminer le nombre total des coliformes ainsi le nombre de levures et moisissures dans le produit testé. Les produits testés sont déclarés de bonne qualité si le nombre des coliformes

totaux et le nombre des levures et les moisissures obtenu est inférieur à 10. Les coliformes fécaux doivent être absents.

Chapitre2 : Résultats et discussion

Avant de mettre en place le système HACCP, il est nécessaire de répondre aux programmes préalables, considérés comme la base sur laquelle repose ce système. Il est donc indispensable de procéder d'abord à une mise à niveau de l'entreprise à travers un diagnostic et une évaluation de l'existant selon les règles édictées par les programmes préalables relatifs au système HACCP et proposer des recommandations pour les améliorer.

1) Diagnostic, et mise à niveau des PRPs :

Ce programme est présenté sous forme de grille de synthèse, qui énonce les critères à satisfaire dans chaque aspect visé et par la suite évaluer l'existant. Nous avons choisi comme classification des sous programmes préalables celle donnée par l'ACIA dans le Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments (PASA) [12].

Tableau 6 : classification et évaluation des PRPs

Programmes préalables	Notation
A) Locaux	
• A.1 Extérieur du bâtiment	
o A.1.1 Extérieur du bâtiment :	1
• A.2 Intérieur de bâtiment	
o A.2.1 Conception, construction et entretien ;	0,5
o A.2.2 Éclairage	1
o A.2.3 Ventilation	0,5
o A.2.4 Élimination des déchets et des produits non comestibles/déchets alimentaires	0,5
• A.3 Installations sanitaires	
o A.3.1 Installations pour employés	
o A.3.2 Installations de lavage des mains et d'assainissement	0,5
• A.4 Eau/vapeur/glacé – Qualité, protection Et approvisionnement	0
o A.4.1 Eau/vapeur/glacé – Qualité, protection et approvisionnement	0,5
B) Transport, achat/réception/expédition et entreposage	
• B.1 Transport	
o B.1.1 Véhicules de transport	0,5
• B.2 Achat/réception/expédition et entreposage	
o B.2.1 Achat/réception/expédition 1	1
o B.2.2 Entreposage 0,5	0
C) Équipement	
• C.1 Équipement général	
o C.1.1 Conception et installation	1
o C.1.2 Entretien et étalonnage de l'équipement 0,5	0,5
D) Personnel	
• D.1 Formation	
o D.1.1 Programme de formation générale en hygiène alimentaire	0
o D.1.2 Programme de formation technique	1
• D.2 Santé de personnel	
o D.2.1 Santé de personnel	0,5

Projet fin d'études

E) Assainissement et lutte contre la vermine et programme N&D <ul style="list-style-type: none"> • E.1 Assainissement et nettoyage <ul style="list-style-type: none"> o E.1.1 Programme d'assainissement o E.1.2 Programme de nettoyage et désinfection • E.2 Lutte contre la vermine <ul style="list-style-type: none"> o E.2.1 Programme de lutte contre la vermine 	 0.5 0.5 0.5
F) Rappel et retrait : <ul style="list-style-type: none"> • F.1 Programme de rappel <ul style="list-style-type: none"> o F.1.1 Plan de rappel o F.1.2 Codage et étiquetage des produits 1 	 0.5 1

Chaque sous-programme (Ex : D.1.2 Programme de formation technique) présente un point à évaluer par la méthode expliquée au dessus selon la norme marocaine spécifique aux PRPs.

➤ RESULTATS DE L'EVALUATION

Pour chaque PRP, le pourcentage de satisfaction aux exigences des principes généraux d'hygiène est calculé selon la norme marocaine NM08. 0. 000: 2003, comme suit :

$$\% \text{ Satisfaction du chapitre} = (\text{NPS} + (0.5 \times \text{NPPS})) \times 100 / \text{NCE}$$

NPS : Nombre de points satisfaisant ;

NPPS: Nombre de points partiellement satisfaisant ;

NCE : Nombre de critères d'évaluation.

Les résultats obtenus de la grille d'évaluation sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats de diagnostics des PRPs au sein de la société SILDA

Programmes pré requis	Points satisfaisants	Points moyennement satisfaisants	Points non satisfaisants	Nombre de critères d'évaluation	Résultats
A- Locaux	2	5	1	8	56,25 %
B- Transport et entreposage	0	3	0	3	50 %
C- Equipement général	0	2	0	2	75 %
D-Personnel	0	2	1	3	33,33 %
E-Assainissement et lutte contre la vermine	0	3	0	3	50 %
F-Retrait et rappel	1	1	0	2	75,00 %

➤ Analyse des PRPs :

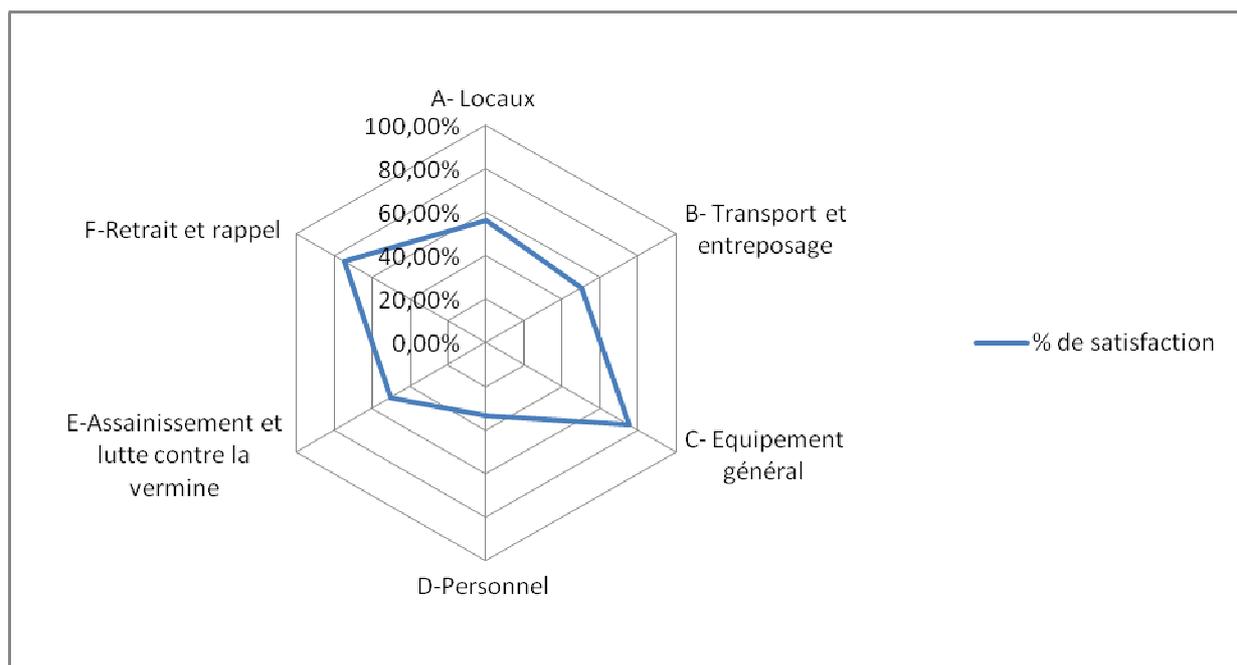


Figure 14 : Pourcentages de satisfaction des programmes pré-requis.

D'après la lecture du graphique en radar (figure 14) on conclut que les six chapitres des programmes préalables n'ont pas une satisfaction totale pour préparer un milieu favorable pour la mise en place de HACCP, la moyenne générale des PRPs est de 56,60 considéré comme une faible note pour que un système HACCP soit mis en place en après.

Pour l'analyse nous avons limité de trois chapitre en PRPs (A, D et E) comme étant les plus faibles dans notre situation.

PRP A : Locaux

Ce programme a montré un taux de satisfaction de 56,25% son état se résume dans les points suivants :

- Le bâtiment est construit loin de tout type de pollution industrielle, dans l'entrée de la zone industrielle.
- Les sols, les murs sont lisses, uniformes, construits avec des matériaux résistants, conçus de manière à éviter la contamination et sont faciles à nettoyer.
- Les portes donnant directement accès à l'unité de production ne sont pas toujours fermées.

En ce qui concerne la contamination croisée elle est essentiellement due au flux du personnel (voir : Annexe 3).

PRP D : santé de personnel

Ce programme a eu un pourcentage de satisfaction moyennement satisfaisant 33%, et ceci revient surtout au non respect des règles d'hygiène de la part aussi bien des opérateurs que des responsables. Il faut noter, la présence des écriteaux rappelant au personnel toutes les règles d'hygiène à respecter à savoir l'interdiction de fumer, boire, manger et de cracher dans les locaux de travail.

❖ Formation :

A l'embauche, on remarque l'absence d'une sensibilisation sur les pratiques hygiéniques de manipulation des aliments et l'hygiène du personnel. SILDA ne dispose pas d'un programme de formation continue sur les dangers reliés à la contamination des aliments par des agents pathogènes ou par des produits chimiques.

❖ Hygiène et santé :

Les ouvriers portent des vêtements protecteurs appropriés à leurs tâches, mais nous avons noté que la propreté de la tenue de travail est négligée par quelques employés, ainsi que il n'y a aucune exigibilité sur la porte des coiffes.

PRP E : Assainissement et lutte contre les nuisible et N&D

Avec un pourcentage de satisfaction de 50%, ce programme présentent les non conformités suivantes :

- Absence de vérification du programme de vérification d'efficacité de N&D.
L'amélioration doit tendre à prendre en compte les éléments suivants :
- Vérification de l'efficacité du programme de désinsectisation par la surveillance de la charge des insectes dans les tue-mouches.
- Contrôle de l'efficacité de nettoyage Et un enregistrement pour la vérification de l'efficacité du programme de N&D se basant sur les recommandations données dans le paragraphe (paragraphe de : Contrôle d'efficacité de nettoyage et désinfection).
- Mettre en œuvre des enregistrements informatisés et désigner un opérateur pour cette tâche.

2) Suivi du temps d'incubation de yaourt brassé :

Un suivi de trente lots de production (voir annexe : 4) de yaourt brassés a été réalisé pour les objectifs suivants :

- ✚ Déterminer s'il y a lieu un rapport entre la composition chimique en macroéléments (sucres, lipides, et protéines) de la matière première (lait cru) et le temps d'incubation nécessaire pour la fermentation de yaourt.
- ✚ Déterminer l'allure d'évolution de l'acidité en fonction du temps.
- ✚ Déterminer les causes de retard de fermentation de yaourt

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : suivi du temps de fermentation

	Acidité de lait	MG	Sucres	protéine	Durée d'incubation (h,min)
Moyennes	15,57	3,10	8,32	2,60	5,57
Max	16,5	3,4	8,63	2,7	10,45
Min	14,5	2,9	7,97	2,5	3,10
écart-type	0,469	0,125	0,154	0,067	2,12

A partir de ces données on peut dire que la composition de lait presque demeure constante cependant le temps de fermentation varie considérablement parfois il atteint les 10 heures. On peut expliquer ce retard par :

- Présence des antibiotiques dans le lait qui n'entrent pas dans le spectre de détection de test d'antibiotique de bêta-star adopté par le laboratoire de la société.

- **Présence des substances chimiques inhibitrices la fermentation (Ex : antiseptiques basiques)**
- Non respect de pourcentage des deux souches de bactéries lactiques de fermentation dans la préparation de mélange de ferments.
- **Présence des bactériophages dans le lait.**

Deux situations différentes sont illustrées dans les courbes suivantes :

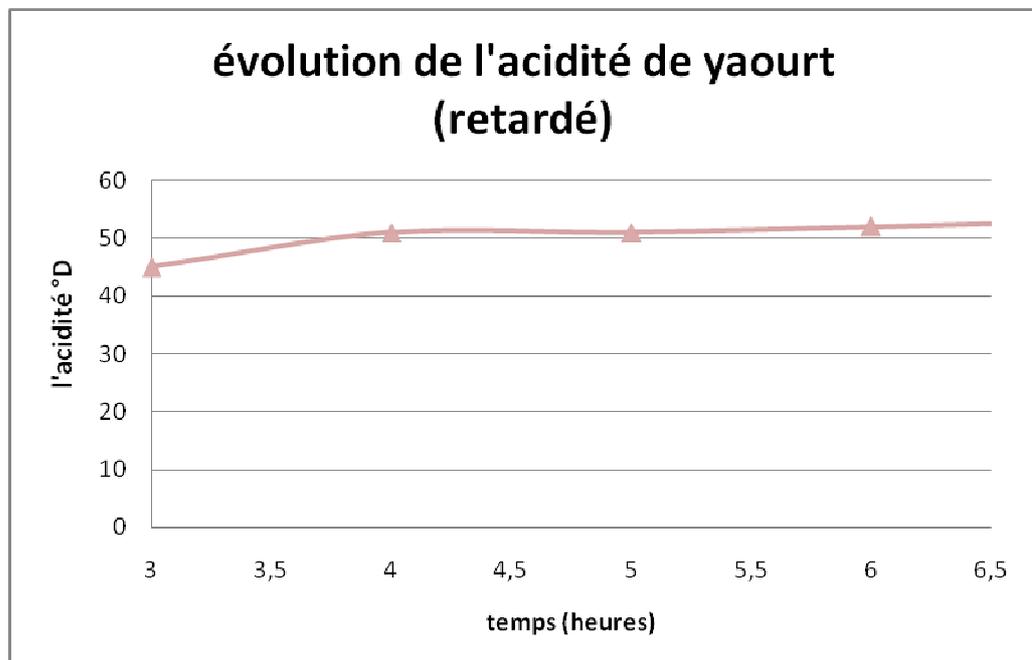
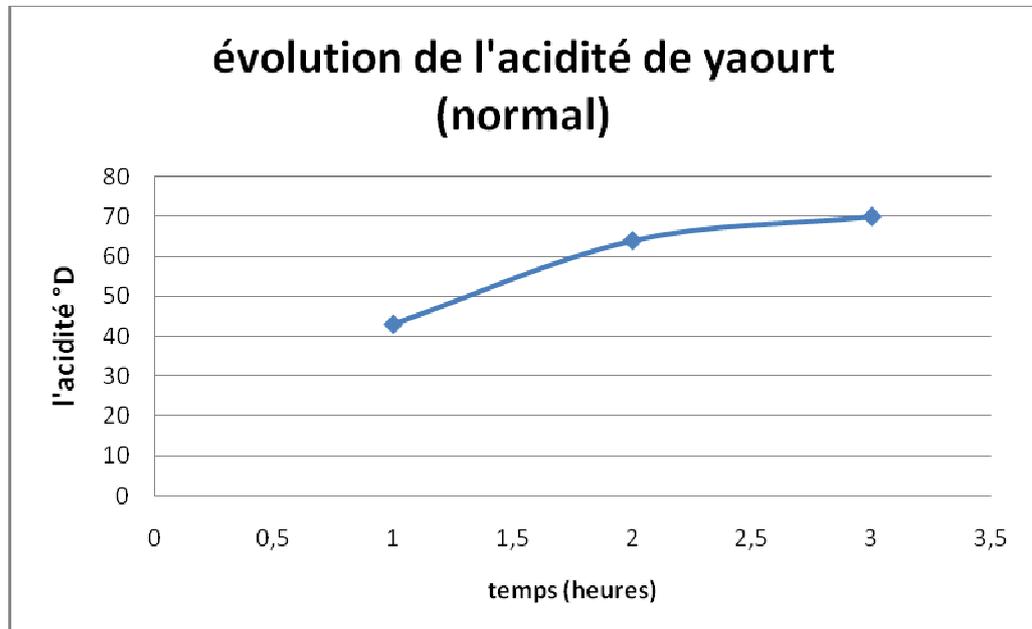


Figure 15: courbes d'évolution de l'acidité de yaourt

La première courbe montre une situation normale de la fermentation dans laquelle le produit a atteint l'acidité finale pendant 4 heures. Cependant la deuxième présente une situation où il y a un problème dans la fermentation que se traduit par une longue durée d'incubation.

Projet fin d'études

La solution adopté dans cette situation c'est de réaliser une rotation des ferments utilisés. Ceux sont des ferments de même souche mais ils se différent par leurs groupes phagiques. La chose qui permet éliminer le danger de la prolifération des virus.

Une autre chose à indiquer c'est la moyenne l'efficacité de test dépistage des antibiotiques (B-star) adopté par la société.

Le tableau suivant montre une comparaison des seuils de sensibilités entre plusieurs méthodes de détection des antibiotiques incluant le Béta star [11]:

Tableau 9: Sensibilité des différents tests de dépistages aux antibiotiques (les valeurs sont exprimées en µg/ml)

	LMR Europe	Delvo SP	Delvo X Press	Penzym	Charm II	Snap	Copan milk	β-STAR
Pénicilline	4	2 - 2,5	2-4	4-9	3	2-3	2	2-4
Amoxicilline	4	4	4-8			6	2	2-4
Ampicilline	4	5	4-6	3-7	2	6-10	2	2-4
Cloxacilline	30	15-25	30-40	30-100	30	30	15	5-10
Tétracycline	100	100-600	Nd	Nd	30	30	250-500	Nd
Néomycine	500	100-2000	Nd	Nd	10	Nd	1000	Nd
Céfalonium	32	5-25	4	10-20	*	*	*	7,5
Céftiofur	100	4-8	*	*	*	6	50	2
Céfalxine	20	40-100	25-50	20-25	*	*	*	*
Spiramycine	200	200	Nd	Nd	50	Nd	>800	Nd
Tylosine	50	10-100	Nd	Nd	50	Nd	50	Nd

Nd : non détecté, * : donnée non connue.

Comme il est indiqué dans la colonne de B-star nous observons que ce test il est incapable de détecter quelques types des antibiotiques cas de Tétracycline.

3) Contrôle d'efficacité de nettoyage et désinfection :

Il ne suffit pas de choisir un **programme de nettoyage et désinfection** et de l'appliquer, mais il faut aussi s'assurer de son efficacité. Cette dernière est évaluée suite à des contrôles préétablis qui permettent d'une part de s'assurer que le programme de nettoyage et désinfection est effectivement appliqué et d'autre part de s'assurer qu'il est efficace.

Le **contrôle du nettoyage et désinfection se fait** à l'aide de trois outils :

Le premier outil consiste à un travail de suivi et de contrôle visuel afin de s'assurer de la propreté des locaux, machines et ustensiles ;

Le second outil consiste à la réalisation des tests microbiologique afin de s'assurer que le programme de désinfection demeure efficace en éliminant le maximum de charge microbienne formés sur les surfaces des équipements.

Projet fin d'études

Après **nettoyage et désinfection**, la charge microbienne des surfaces est estimée en balayant la surface à analyser à l'aide d'un écouvillon (figure 16) stérile qui est ensuite transféré dans de l'eau distillée stérile pour dilution. Les germes sont dispersés à l'aide d'un mixeur Vortex et la numération est réalisée après ensemencement d'un milieu de culture et son incubation à une température donnée selon le type des germes recherchés.

Une autre technique, largement utilisée dans les **industries agroalimentaires**, repose sur l'utilisation des **lames gélosées** (figure 16). Ces derniers sont des fines couches de milieu de culture sur support en plastique rigide ou flexible. Elles sont appliquées soit directement à la surface à analyser soit indirectement après écouvillonnage et mise en suspension de la flore prélevée par l'écouvillon. Le trempage de la **lame gélosée** dans le liquide de suspension permettra de dénombrer la flore qu'il renferme.



Ecouvillon

lame gélosée

Figure 16 : Outils de contrôle microbiologique de N&D

Les micro-organismes indicateurs de l'hygiène et leurs milieux de culture sont :

Tableau 10 : quelques microorganismes indicateurs d'hygiène et leurs milieux de culture

Types de bactéries recherchées	Milieux de culture utilisés
Coliformes totaux et fécaux	Gélose lactosée au Désoxycholate
Levures et Moisissures	Gélose glucosée au Chloramphénicol
Entérobactéries (E.Coli)	milieu gélose glucosée biliée au cristal violet et rouge neutre (VRBG)
La flore totale Mésophile (FMAT)	PCA (Plate Count Agar)

La troisième consiste à réaliser des tests de dosage acido-basiques pour vérifier la concentration des produits de nettoyage et mesure de la température :

- ✚ Dosage de la soude acoustique avec l'acide sulfurique
- ✚ Dosage de l'acide nitrique avec la soude
- ✚ Vérification de la température de chaque produit de nettoyage avant l'utilisation et après l'utilisation

Donc il faut élaborer et appliquer des programmes adéquats pour réaliser ces tests de vérifications considérés très importants pour assurer l'efficacité de système de nettoyage et désinfection.

4) Application de la méthode HACCP :

1) Equipe HACCP :

Lors de la constitution nous avons ciblé les personnes qui participent dans le process de fabrication de yaourt brassé, aussi le caractère de polyvalence a été pris en considération.

L'équipe est constituée de 4 personnes :

Tableau 11 : les responsabilités des membres dans l'équipe

Personne	Responsabilité dans l'équipe
Directeur technique	Validation des tâches des autres membres, animation entre les membres de l'équipe
Responsable de production et laboratoire	Etablissement du diagramme de fabrication,
Stagiaire	L'étude de la démarche HACCP et élaboration de documentation Et évaluation des PRPs
Technicien de laboratoire	Participation à l'analyse des dangers Participation à la vérification du diagramme de fabrication

2) Description de produit et son utilisation prévue :

Nous avons réalisé une description de yaourt brassé fabriqué dans la société d'accueil comme suit :

Désignation de produit	Yaourt brassé ATIAB
Caractéristiques importantes du produit finis	pH= 4,6-4,8
	Degré de Brix = 22-25%
	Acidité : 70-80 °D
Caractéristiques de la matière première	Lait de vache exempte des antibiotiques
	Acidité = 14-17 °D
	Densité = 1,028-1,034
Ingrédients	Amidons, poudre de lait, sucres, additif alimentaire de conservation « Natamycine » (E235), arômes, ferments lactiques
Emballage	Pot en plastique et couverture en film alimentaire de polymix
Poids net	110 g pour ATIAB, 60g pour KATAKIT
Instructions pour la distribution	Garder à température inférieure à 6 °C
Durée de conservation	30 Jours

L'utilisation prévue	Consommation humain direct, tous les âges
-----------------------------	---

3) Elaboration et vérification de digramme de fabrication :

La vérification de diagramme de fabrication sur place n'a décelé aucune différence avec le diagramme déjà établis par la société, juste nous avons ajouté quelques retouches à ce digramme il s'agit, des désignations des entrants dans quelques étapes et aussi les moments où les contrôles de qualité sont effectués. (Voir annexe N° 3)

4) Enumération et analyse des dangers

Dans cette étape, nous avons identifié et répertorié tous les dangers potentiels liés à chaque étape de la production, puis nous avons évalué chacun de ces dangers et recherché les mesures, les moyennes et les dispositions nécessaires à les maîtriser.

Tous les dangers raisonnablement prévisibles liés à la sécurité du produit, ainsi que leurs niveaux acceptables sont prit en considération :

❖ **Méthodologie de l'évaluation :**

L'évaluation des dangers a été faite en calculant l'indice de criticité défini comme suit :

Criticité = Gravité x Fréquence d'apparition x Non détectabilité

Nous avons opté pour la notation une échelle de 1 à 4.

Tableau 12 : échelle de notation pour évaluation des dangers

Notation	Gravité	Fréquence	Détectabilité
1	Gravité mineur sur la santé du consommateur	Très faible probabilité d'apparition du danger. (une fois par an)	Facile (1 heure pour détecter au maximum)
2	Gravité majeur : Cas isolés, aucunes incidences durables	Apparition occasionnelle (une fois par mois)	Moyennement détectable (environ 48 heures)
3	Critique : Nombreuses personnes touchées, incidences durables ou à long terme	Forte probabilité (une fois par semaine)	Non détectable
4	Catastrophique: Mort d'homme, ou maladie chronique	Très forte probabilité	

La valeur de criticité minimale que nous avons définie est de 10. Tout danger dépassant cette limite critique est considéré comme danger significatif, est seuls qui seront traités dans la détermination de points critiques de contrôle CCP.

Projet fin d'études

Etape	nature	danger	causes	Criticité				Mesures préventives
				F	G	D	C	
Réception	B	<ul style="list-style-type: none"> - Lait très altéré par des coliformes (surtout pathogènes) ou des bactéries lactiques - Présence des cellules somatiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque d'hygiène dans les opérations de la traite et de la collecte de lait - Lait non refroidi rapidement après la traite, - Mauvaise nettoyage des citernes de ramassage 	3	3	2	18	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisation des éleveurs et les gents responsables de la collecte sur l'importance d'hygiène - Vérifier l'efficacité des refroidisseurs dans les centres - Bien Nettoyer les camions de ramassage de lait
	Ch	<ul style="list-style-type: none"> - Présence des antibiotiques (β-lactames) dans le lait. - Présence des produits chimiques (inhibiteurs de fermentation : base ou acide chimiques) - Mouillage 	<ul style="list-style-type: none"> - le non respect du délai d'attente après le traitement - addition des produits chimique pour diminuer l'acidité (fraude) - l'addition de l'eau 	3	3	2	18	<ul style="list-style-type: none"> - Exiger un cahier de charges - construction progressive d'une liste de fournisseurs agréés - Sensibiliser les éleveurs à la gravité des pratiques déloyales
	Ph	<ul style="list-style-type: none"> - Corps étrangers (poils, pierres, bois...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Absence ou mauvaise filtration au niveau des centres collecte - Mauvaise nettoyage des camionnes de ramassage 	4	2	1	8	
Dégazage et filtration 1	B	<ul style="list-style-type: none"> - Contamination par des bactéries pathogènes ou d'altération 	<ul style="list-style-type: none"> - Nettoyage et désinfection incomplets 	1	3	3	9	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter le plan de N&D - Sensibiliser aux bonnes pratiques d'hygiène
	Ch	<ul style="list-style-type: none"> - Résidus des produits de N&D - Odeurs indésirables dans le lait 	<ul style="list-style-type: none"> - Non respect de plan de N&D - Mauvaise contrôle de dégazeur 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter le plan de nettoyage - Sensibiliser aux bonnes pratiques d'hygiène
				2	2	1	4	

Projet fin d'études

Refroidissement 1	Ph	- Passage des corps étrangers	- Rupture ou colmatage aux niveaux des filtres	4	3	1	12	- Contrôler les filtres et les changer si nécessaire
	B	- Contamination par des bactéries pathogènes	- Mauvaise N&D des refroidisseurs	3	3	2	18	- Application stricte de programme de N&D
	Ch	- Résidus des produits de N&D	- non respect de programme de N&D	1	3	1	3	- Vérifier l'efficacité de plan de N&D
Stockage temporaire	B	- Prolifération des bactéries psychrophiles (<i>Listeria monocytogene...</i>)	- Temps d'attente très long - Mauvaise refroidissement - Non respect de plan de N&D	3	2	2	12	- Bien organiser les opérations de production - Respecter les BPH
	Ch	- Résidus des produits de N&D	- Non respect de plan de N&D	2	2	2	8	- Vérifier l'efficacité de plan de N&D
préparation de mix	B	- Contamination par des coliformes ou bactéries pathogènes	- Non respect de bonnes pratiques d'hygiène	2	3	3	18	- Respecter les BPH
	Ph	- Passage des corps étrangers (ficelles, parties d'emballage...)	- Négligence par des personnes et non respect des BPH	2	3	1	6	- Désigner une personne bien qualifiée de réaliser cette étape
	Ch	- Résidus des produits de N&D - La quantité ajoutée de l'additif alimentaire E235 (supérieure au normal)	- Non respect de plan de N&D - Non respect des bonnes de fabrication	2	2	2	8	- Respecter le plan de N&D - Désigner une personne bien qualifiée de réaliser cette étape
Filtration 2	Ph	- Passage des impuretés	- filtres défectueux	2	3	3	18	- Entretien régulier des filtres
	Ch	- Résidus des produits de N&D	- Non respect de plan de N&D	2	2	2	8	- Respecter le plan de N&D

Projet fin d'études

Homogénéisation	B	- Contamination par des bactéries pathogènes	- Mauvaise pratique de N&D	2	3	2	12	- Respecter les BPH
	Ch	- Résidus des produits de N&D - Résidus de lubrifiant	- Non respect de plan de N&D - Mauvaise entretien d'homogénéisateur	2 1	2 3	2 3	8 9	- Respecter le plan de N&D - Utilisation de lubrifiant alimentaire
Pasteurisation	B	- Survie les germes pathogènes et les germes d'altération	- Mauvaise contrôle et maîtrise de la couple temps-température	3	4	2	24	- Respect de BPH - Etalonnage des capteurs de T° et l'entretien régulier des échangeurs
	Ch	- Résidus des produits de N&D	- Non respect de plan de N&D	2	2	2	8	- Respecter le plan de N&D - Vérification de l'efficacité de N&D (voir paragraphe...)
Refroidissement 1 (42-45°C)	B	- Recontamination de lait à la sortie de pasteurisation	- Non respect des BPH - Nettoyage incomplet	1	3	2	6	- Formation de personnel responsable de pasteurisation aux BPH
	Ch	- Résidus des produits de N&D	- Non respect de plan de N&D	2	2	2	8	- Vérification de l'efficacité de N&D (voir paragraphe...)
Fermentation	B	- Contamination par des bactéries acidophiles	- Non respect des BPH	1	4	3	12	- Respecte le plan de N&D - Contrôler l'hygiène de personnel et des cuves de fermentation
	Ch	- Résidus de produits de N&D	- Non respect de plan de N&D	2	2	2	8	- Vérifier l'efficacité de plan de N&D
	Ph	- L'accès des corps étrangers au moment de l'ajout des l'arôme et les ferments	- Non respect de BPH	2	3	3	18	- Respecter les BPH - Désigner une personne bien qualifiée de réaliser cette étape

Projet fin d'études

Refroidissement 2 (13-15°C)	B	- Contamination par des bactéries pathogène - Surcroissance des bactéries lactiques	- Non respect de BPH - Mauvaise contrôle de température d'eau glacée	2 2	4 3	2 2	16 12	- Elaborer un programme de N&D spécial pour les refroidisseurs - Contrôler le température dans les refroidissement
	Ch	- Résidus de produits de N&D	- Non respect de programme	2	2	2	8	- Respecter le programme de N&D élaboré
Conditionnement	B	- Contamination par des bactéries	- Utilisation d'emballage contaminé	2	3	2	12	- Contrôler le stockage d'emballage - Réaliser une aseptisation par UV d'emballage avant son utilisation
	Ch	- Traces de lubrifiant - Résidus d'air dans l'étape de formage des pots	- Mauvaise entretien de la machine de conditionnement	1 1	2 2	3 3	6 6	- Utilisation d'une graisse alimentaire - Etablir une programme de maintenance préventive
	Ph	- Pièce métalliques	- Négligence par les techniciens de machine	2	2	3	12	- Formation des techniciens aux BPH
Stockage en froid	B	- Développement des bactéries	- Non respect de Température de stockage - Perte de chaleur par effet d'ouverture de porte - Stockage prolongé dans les chambres froides	2	3	2	12	- Maintenance préventive pour unités de production de froid - Fermeture instantané des ports des chambres froides après l'entrée des produits - respecter la règle FIFO

5) Détermination des points critiques pour le contrôle :

Nous avons réalisé cette étape pour les dangers ayant une criticité supérieure à 10 en répondant les questions de l'arbre de décision établie par le comité de codex-Alimentarius (Annexe : 6)

Etape	Danger	Nature	Q1	Q2	Q3	Q4	CCP ou Non	Commentaires
Réception	Présence de bactéries (pathogènes) ou lactiques	B	Oui	Oui	-	-	Oui CCP1B	- Cette étape réduit l'occurrence de ce danger par le refus des lots non conformes - Une coagulation de lait au niveau de pasteurisation peut entraîner à un dommage de pasteurisateur
	Présence des résidus antibiotiques	Ch	Oui	Oui	-	-	Oui CCP1Ch	- Aucune étape ultérieure ne peut éliminer le danger
Dégazage et filtration1	Passage des corps étrangers	Ph	Oui	Non	Oui	Oui	Non	- Présence d'une filtration ultérieure peut éliminer le danger
Refroidissement 1	Contamination par des bactéries pathogènes	B	Oui	Non	Non	-	Non	- La pasteurisation peut éliminer ce danger
Stockage temporaire	Prolifération des bactéries psychrophiles	B	Oui	Non	Non		Non	- La pasteurisation peut éliminer ce danger
préparation de mix	Contamination par des coliformes ou bactéries pathogènes	B	Oui	Non	Non		Non	- La pasteurisation peut éliminer ce danger
Filtration 2	Passage des impuretés	Ph	Oui	Non	Oui	Non	Oui CCP2Ph	- Aucune étape ultérieure ne peut éliminer le danger
Homogénéisation	Contamination par des bactéries pathogènes	B	Oui	Non	Oui	Oui	Non	- La pasteurisation peut éliminer ce danger
Pasteurisation	Survie les germes pathogènes et les germes d'altération	B	Oui	Oui	-	-	CCP3B	- La pasteurisation est le seul traitement thermique capable de détruire toute flore pathogène existante de le lait

Projet fin d'études

Fermentation	- Contamination par des bactéries acidophiles	B	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH permet de maîtriser le danger sans souci
	- L'accès des corps étrangers au moment de l'ajout des l'arôme et les ferments	Ph	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH permet de maîtriser le danger sans souci
Refroidissement 2 (13-15°C)	- Contamination par des bactéries pathogène	B	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH permet de maîtriser le danger sans souci
	- Surcroissance des bactéries lactiques	B	Oui	Non	Oui	Non	Oui CCP4B	- Non maîtrise de cette étape peut nous conduire à un produit fini très acide donc très chargé par des bactéries lactiques
Conditionnement	- Contamination par des bactéries	B	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH permet de maîtriser le danger sans souci
	- Pièce métalliques	B	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH permet de maîtriser le danger sans souci
Stockage en froid	- Développement des bactéries	B	Oui	Non	Non	-	Non	- Le respect de BPH et l'organisation de stockage permettent de maîtriser le danger

6) Etapes : 8,9 et 10 de HACCP

Les 3 étapes de 8 à 10 sont résumés sous forme d'un tableau qui constituera par la suite un guide (plan) HACCP pour l'entreprise d'accueil afin des maîtriser les CCPs détectés dans la ligne de production de yaourt brassé, mais il faut réaliser des vérifications de plan par l'application de l'étape 11 qui vient directement l'ordre après ces trois étapes pour but d'améliorer le système HACCP établi.

Etape	Détermination des limites critiques			Système de surveillance				Mesures correctives
	Danger/ CCP N°	Paramètre à surveiller	Seuil critique	Méthode	Fréquence	Lieu	Enregistrements	
Réception du lait cru	Présence de bactéries (pathogènes) ou lactiques CCP 1B	La température du lait, L'acidité du lait	$T < +8^{\circ}\text{C}$ $14^{\circ}\text{D} < \text{Acidité} < 17^{\circ}\text{D}$	Analyse chimique (Dosage de l'acidité du lait par la méthode détaillée auparavant)	Chaque réception, chaque compartiment de camion	Laboratoire des analyses physicochimie de la société	Fiche des analyses du lait cru Bon livraison Registre de réception	Identification et écartement du lait non-conforme (inacceptable)
	Présence des résidus antibiotiques CCP1Ch	Antibiotiques (β -lactames)	Absence des AB	Analyse de dépistage des antibiotiques par méthode B-star	Chaque réception, pour chaque compartiment de camion	Laboratoire des analyses bactériologique de la société	Registre de réception Fiches des analyses du lait cru	écartement du lait non-conforme (inacceptable)
Filtration 2	Passage des impuretés CCP2Ph	Qualité de filtres	Pas de corps étrangers	Vérification de l'état des filtres	Chaque réception de lait	Espace de réception	Fiche de nettoyage et désinfection de filtres	Changement des filtres

Projet fin d'études

Pasteurisation du lait	<p>Survie les germes pathogènes et les germes d'altération CCP 3B</p>	<p>La température de pasteurisateur</p> <p>Bactériologie de produit pasteurisé</p>	<p>90°C-5 min</p> <p>CT < 10ufc/1ml Absence de CF et LM</p>	<p>Contrôle les instruments de mesure de température en réalisant un programme d'étalonnage,</p> <p>Analyse microbiologiques de produits pasteurisé</p>	<p>Chaque pasteurisation</p>	<p>salle de pasteurisateur</p> <p>Laboratoire des analyses microbiologique de la société</p>	<p>Fiche de suivé la température de Pasteurisateur</p> <p>Fiche des analyses microbiologique</p>	<p>_ refaire le traitement thermique pasteurisation automatique du lait s'il y a lieu une sous-pasteurisation</p> <p>_ Retirer le produit de marché si les résultats des analyses microbiologiques dépassent légèrement les limites acceptables</p>
Refroidissement 2 (13-15°C)	<p>Surcroissance des bactéries lactiques CCP4B</p>	<p>La température d'eau glacée entrant aux refroidisseurs,</p> <p>Et température de produit fini sortant des refroidisseurs</p>	<p>$1 < T_E < 2^\circ\text{C}$</p> <p>$13 < T_S < 15^\circ\text{C}$</p>	<p>Mesure de température d'eau glacée à l'aide de thermomètre à distance</p>	<p>Chaque opération refroidissement de produit fini</p>	<p>La salle de fermentation de yaourt</p>	<p>Fiche de contrôles de température d'eau glacée,</p>	<p>Laisser le yaourt en refroidissement au sein de cuves équipées par des parois d'échange thermique pendant quelques heures</p>



Conclusion générale

Le présent travail a pour objectif l'étude de la mise en place de l'HACCP dans la laitière SILDA spécialisée dans la production de lait et ses dérivés sur la ligne de fabrication de yaourt brassé.

Nous avons commencé par un diagnostic des bonnes pratiques d'hygiène dans l'entreprise qui sont les préalables indispensables avant toute mise en place d'un système HACCP. En ce qui concerne les équipements généraux et le programme de retrait, le bilan général est plutôt satisfaisant. Cependant cette évaluation nous a permis de dégager un certain nombre de non-conformités par rapport aux exigences liés au personnel, aux locaux, au transport-entreposage et surtout à l'assainissement et lutte contre la vermine présente et N&D. En outre, l'entreprise ne dispose pas des programmes écrits nécessaires pour produire un produit salubre, en plus de l'absence de programme de formation de bonnes pratiques d'hygiène.

Les causes de retard de la fermentation ont été mises en évidence. Ce retard est dû principalement à la présence des éléments inhibiteurs soit des résidus des antibiotiques qu'ils sont mal détectés par le test de dépistage utilisé B-star, ou bien des traces de produits de nettoyage et désinfection dans les cuves de fermentation qui ont le pouvoir inhibiteur de la croissances de ferments.

L'application des étapes de HACCP sur la ligne de production de yaourt a décelé la présence de cinq CCP :

CCP1 B : Présence de bactéries (pathogènes) ou lactiques dans l'étape de réception

CCP1Ch : Présence des résidus antibiotiques dans l'étape de réception

CCP2Ph : Passage des impuretés dans l'étape de filtration 2

CCP3B : Survie les germes pathogènes et les germes d'altération dans l'étape de pasteurisation

CCP4B : Surcroissance des bactéries lactiques dans l'étape de refroidissement.

Pour maîtriser ces CCPs nous avons établis un plan de surveillance et une liste des actions correctives selon les moyens disponibles dans l'entreprise, mais nous proposons de les améliorer pour renforcer le plan HACCP et assurer mieux la salubrité des produits par l'investissement de nouvelles méthodes et techniques d'analyse et contrôle de qualité et outils d'enregistrement :

- Utilisation de test de dépistage de Chram 2 au lieu de B-star.
- Vérifier l'efficacité de programme de N&D par les analyses physico-chimiques et microbiologiques
- Informatiser l'enregistrement des programmes établis (de N&D et lutte contre la vermine, de rappel des produits..) pour faciliter les tâches pour les opérateurs ainsi que renforcer la traçabilité des actions réalisés à l'interne.

Références bibliographiques

➤ Ouvrages et articles (électroniques et papier)

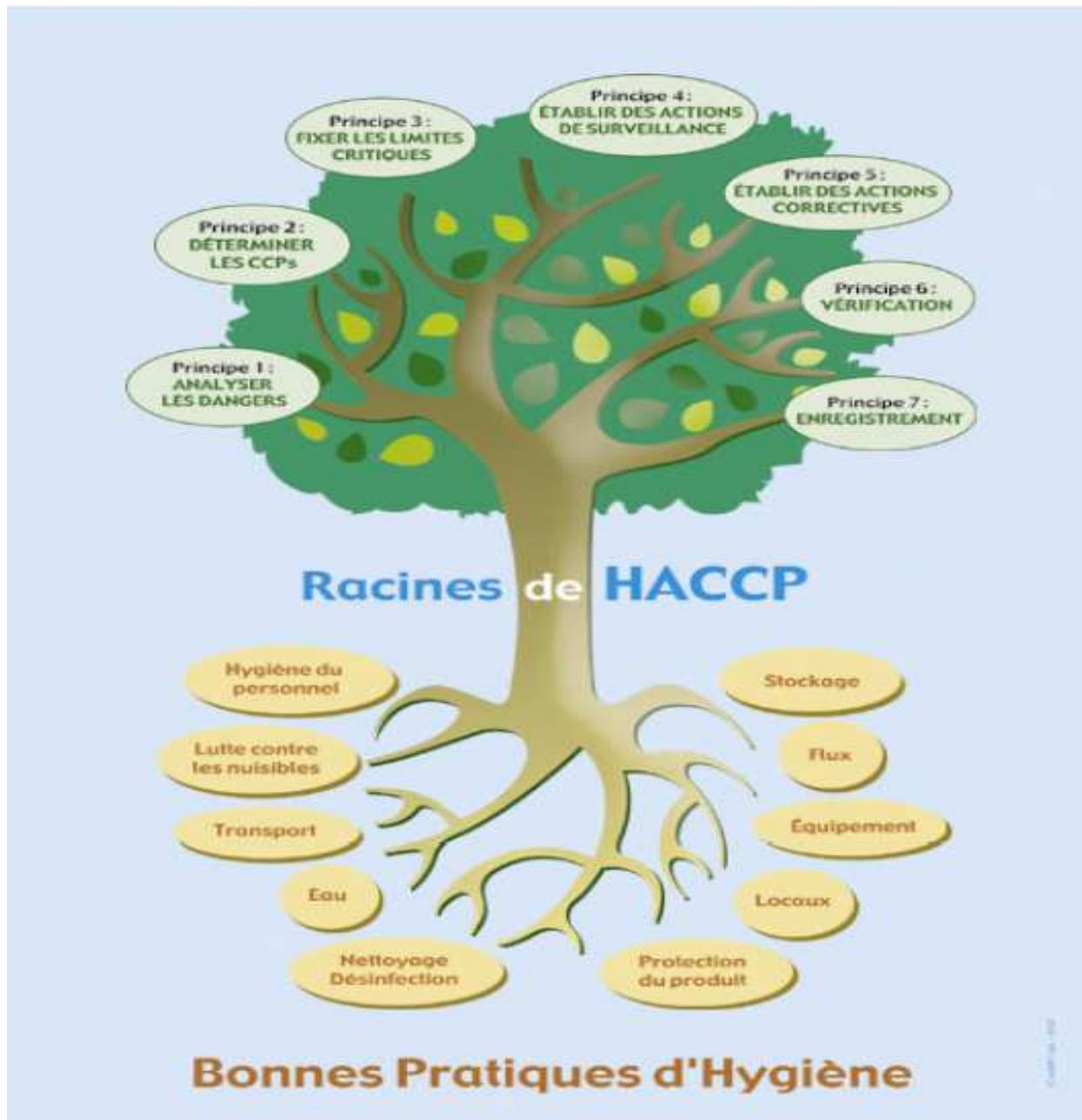
[1] S .POUGHEON et J.GOURSAUD ,2001 « Le lait caractéristiques physicochimiques » In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6 (566 pages).



- [2] V. RAHALI, et J.L. MENARD, 1991, Influence des variantes génétiques de la B-lactoglobuline et de la k-caséine sur la composition du lait et son aptitude fromagère. Lait 71: 275–297.
- [3] Jeantet, R.; Croguennec, T.; Mahaut, M.; Schuck, P.; Brulé, G. 2008. Les produits laitiers (2e éd.). Ed. Tec & Doc Lavoisier. Paris, p : 185
- [4] S.GHAOUES -2011- Mémoire de master « Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérie » -république Algérienne. Faculté castantina.
- [5] C.BÉAL et I. SODINI. Fabrication des yaourts et des laits fermentés, ©Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire, Paris Grignon 2010
- [6] Manuel de transformation du lait/Chapitre 11 (Yaourt & dérivés), 2007 ©tétra-pack. P : 244.
- [7] A. BELOUAS. Lait : 2,3 milliards de litres produits en 2013, Revue de « La vie éco » : spécial à l'agriculture, 2014, page : 49.
- [8] O. BOUTOU. 2008 , « De l'HACCP à l'ISO 22000 management de la sécurité des aliments ». 2e édition, © AFNOR, page 24,134.
- [11] L. BOULTIF « Optimisation des paramètres de détection et de quantification des résidus d'antibiotiques dans le lait par chromatographie liquide haute performance (HPLC) », 2010, faculté des sciences de la nature et de la vie, faculté des sciences de la nature et de la vie, république algérienne. Pages 46, 55.
- [12] ACIA. Grille d'évaluation pour l'audit des programmes préalables PASA, (2012). P : 10
- [13] Brouillet, 2002 « Résidus de médicaments dans le lait et tests de détection » Revue : Bulletin des GVT n°15. Mai-Juin 2002, p. 25-41.
- [14] F. Archibald, (2000), The presence of coliform bacteria in Canadian pulp and paper mill water systems - a cause for concern? Water Quality. Canada, 35:1-22.) ARTICLES: C.fécaux.
- **Sites Web :**
- [9] www.fao.org/docrep/013/i0201f/i0201f11.pdf (Chapitre 11 Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise (HACCP))
- [10] <http://www.asepex.sn/Documents-utiles.html> ; site de L'agence sénégalaise de promotion des exportations.
- [15] <http://www.afnor.org>

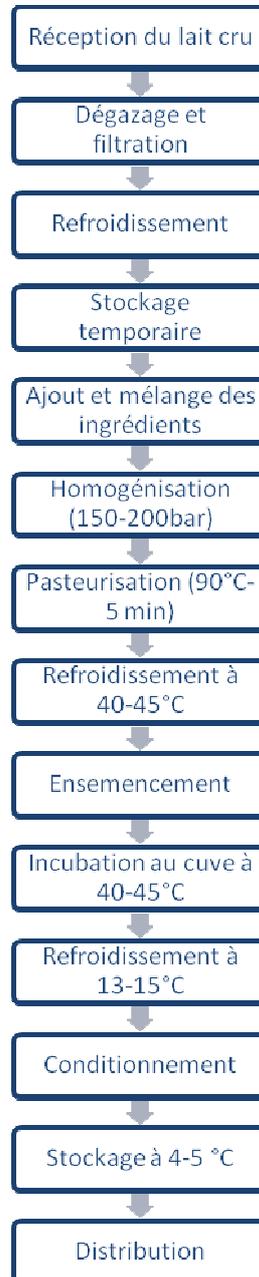
Annexes

Annexe 1 : Arbre symbolique des bonnes pratiques d'hygiène

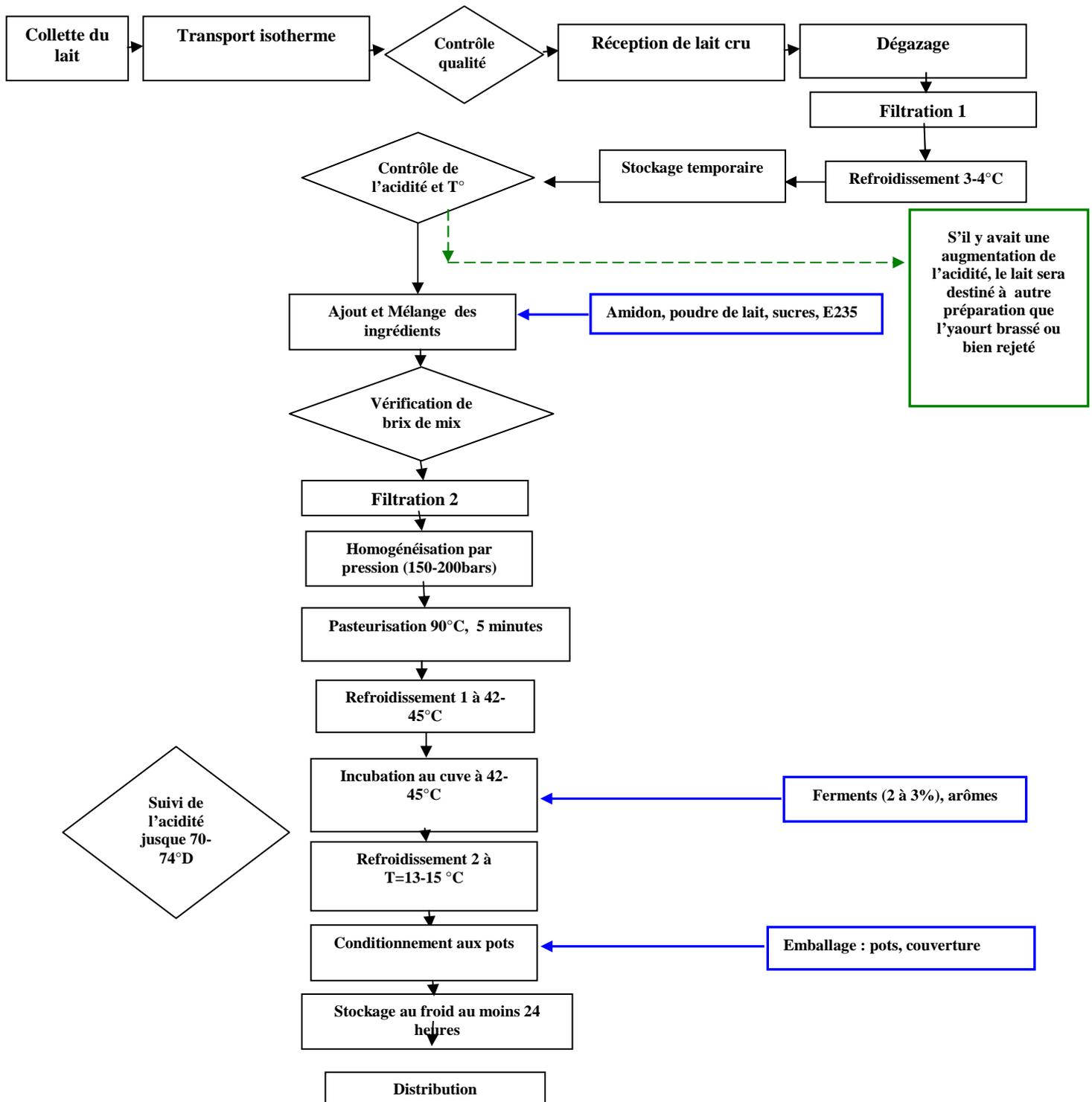




Annexe 2 : Diagramme de fabrication de yaourt brassé

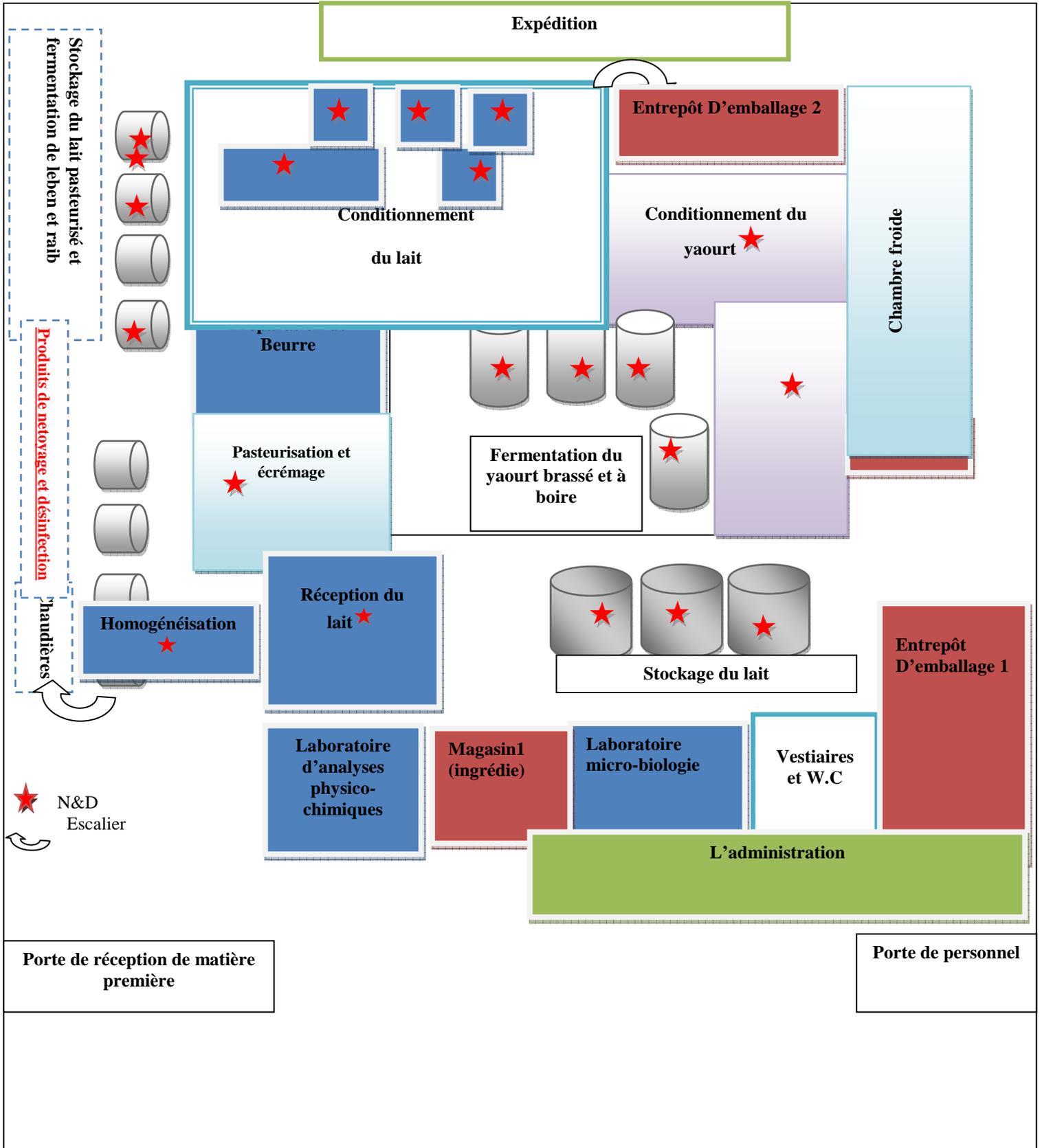


Annexe 3 : diagramme de fabrication après vérification





 **Annexe 4: Plan du site**





 **Annexe 5:** Résultats du suivi de temps de fermentation de yaourt brassé

Ech	A (°D)	composition de 100G de lait en			évolution de l'acidité de yaourt (heures)							durée d'incubation (h,min)
		MG	Sucres	Pr	H2	H3	H4	½H1	½H2	½H3	½H4	
1	16	3,2	8,36	2,6	43	64	70					4,15
2	14,5	3,2	8,32	2,6	40	56	65	68				4,15
3	15	3,1	8,39	2,6	35	63	69					3,30
4	15,5	3	7,97	2,5		60	68					3,40
5	16	3,4	8,39	2,6		40	45	51	51	52	53	8,40
6	16	3,2	8,28	2,6	50	63		70				4,35
7	15,5	3,3	8,49	2,7		60	67					3,25
8	15,5	3,3	8,33	2,6		44	67					4,05
9	16	3	8,13	2,5	33	46	59	66	70	74		6,00
10	15,5	3,1	8,39	2,6	35	55			70	73		6,05
11	15	3	8,54	2,7	39	66	70					4,05
12	15,5	3,1	8,07	2,5	39	52	60	65				5,40
13	15	3,1	8,19	2,6	34		44	54	61	65		5,20
14	15	3,2	8,43	2,7	45	62	66					3,40
15	16	3	8,38	2,6		43	52	54	54		56	8,45
16	15,5	3	8,33	2,6	29	36	46		48		50	9,40
17	15,5	3	8,37	2,6	33	40	57	70			75	6,45
18	15,5	3	8,39	2,6		33	42		62	68		5,35
19	15,5	2,9	8,1	2,5		43		59		66	70	6,00
20	15	3	8,14	2,5		44		69	74	77	79	5,45
21	16	3,2	8,29	2,6		40			53		55	10,30
22	16	3,1	8,37	2,6		38		63	69			4,25
23	16	3	8,63	2,7	43	60	67					3,10
24	15,5	3,3	8,45	2,7	45	50	60	62	63	64	67	7,30
25	15	3,1	8,33	2,6	40	65	68					3,30
26	16	3	8,19	2,6		41		49		52	56	10,45
27	16	3,2	8,24	2,6		36	40	55	65		70	6,10
28	16,5	3,1	8,56	2,7			68					3,40
29	16	2,9	8,46	2,7			38		55	67	69	6,40
30	15	3,1	8,13	2,5		36		44	65		68	6,20



 *Annexe 6 : Arbre de décision*

