

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA - Bejaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Spécialité : Production et transformation laitière



Réf:.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Mise en place de la méthode HACCP dans
la production d'un yaourt**

Présenté par :
HAYOUNE WALID & LOUBAR BILAL
Soutenu le : **12/09/2022**

Devant le jury composé de :

Mme. HAMRI S.	Prof	Professeur
M. BOUDRIES H.	Prof	Encadreur
Mme. MEDOUNI S.	MCA	Examineur

Année universitaire : 2021 / 2022

Dédicaces

*Avec l'aide d'Allah j'ai pu réaliser cet humble ouvrage que je dédie : A
mon père Makhlouf A ma mère Malika*

*; Qu'ils trouvent dans ce modeste travail l'expression de ma profonde
reconnaissance pour tous leurs sacrifices leurs encouragements et leur amour.
Tous les membres de la faculté qui n'ont cessé de m'encourager tout au long
de mes études supérieurs.*

*Tous mes amis qui n'ont cessé de me réconforter tout au long de ce projet.
A tous ceux qui me sont chers ...*

*Toute la promotion Sciences Alimentaires (QPSA, CG,
PTD)*

Dédicaces

Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire « Ya Allah ».

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère Rebiha, tu es l'exemple de dévouement qui m'a donné la vie, n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Que dieu la préserver et accorder bonne santé, longue vie et bonheur.

A mon père Tahar, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes frères, je souhaite que dieu vous garde, éclairer votre route et vous aider à réaliser vos rêves.

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères tout d'abord au bon DIEU de nous avoir donné le courage, la santé et toute la patience qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours.

Nos remerciements vont également à:

Notre encadreur Mr Boudries H d'avoir accepté de nous encadré, pour son suivie et ses orientations.

Le Président du jury Mme Hamri S. et le Membres du jury Mme Medouni S. pour l'honneur que nous ont faits pour évaluer notre travail.

Que tous ceux qui nous ont aidés, de près ou de loin, à mener à bout ce travail, trouvent ici l'expression de notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

Table de matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	

Partie I : Synthèse bibliographique

Introduction.....	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE YAOURT	
I.1. Historique	3
I.2. Définition	4
I.3. Différents types de yaourt	4
I.4. Composition du yaourt.....	5
I.5. Ferments lactiques et la fabrication du yaourt.....	5
I.5.1. Matière premières et ingrédients	5
I.5.1.1. Lait	6
I.5.1.2. Eau de reconstitution.....	7
I.5.1.3. Poudre de lait	7
I.5.1.4. Sucre	7
I.5.1.5. Arôme.....	7
I.5.1.6. Ferments lactiques.....	8
I.5.2. Fabrication du yaourt	8
I.5.2.1 Préparation de lait	8
I.5.2.2 Pasteurisation.....	9
I.5.2.3 Refroidissement.....	9
I.5.2.4 Ensemencement.....	9
I.5.2.5 Conditionnement	9
I.5.2.6 Incubation (fermentation).....	9
I.5.2.7 Arrêt de fermentation.....	10
I.5.2.8 Conservation	10
CHAPITRE 02 : GENERALITES SUR LE SYSTEME HACCP	
II.1. Définition de système HACCP	11
II.2. Objectifs du HACCP.....	11
II.3. Principaux avantages de système HACCP	12
II.4. Programme prérequis.....	12
II.5. Plan HACCP.....	13

II.5.1. Principes du système HACCP	13
II.5.2. Etapes de HAACP	15
Etape 1 : Constituer l'équipe HACCP	15
Etape 2 : Description du produit	15
Etape 3 : Déterminer son utilisation prévue.....	16
Etape 4 : Établir un diagramme des opérations	16
Etape 5 : Confirmer sur place le diagramme des opérations.....	17
Etape 6 : Analyse des dangers.....	17
Etape 7 : Détermination des points critiques pour la maîtrise	18
Etape 8 : Etablir les limites critiques pour chaque CCP.....	20
Etape 9 : Etablir un système de surveillance des CCP	20
Etape 10 : Etablissement des actions correctives	20
Etape 11 : Appliquer des procédures de vérification	20
Etape 12 : Tenir des registres et constituer un dossier.....	21
Etape 13 : vérifier que le système fonctionne	22
Etape 14 : Prévoir d'actualiser le système	22

Partie II : Expérimentale

CHAPITRE 03 : APPLICATION DES ETAPES DU SYSTEME HACCP DANS LA FABRICATION DU YAOURT FERME

III.1 Phase comprendre du système HACCP	24
ETAPE 1 : Définir le champ d'étude d'un yaourt	24
ETAPE 2 : Constituer l'équipe HACCP d'un yaourt	24
ETAPE 3 : Description de yaourt.....	25
ETAPE 4 : Identification de l'utilisation prévue	28
ETAPE 5 : Etablir le diagramme de fabrication du yaourt ferme.....	28
ETAPE 6 : Vérifier le diagramme de fabrication sur place.....	31
III.2 Phase d'Analyse du système HACCP.....	31
ETAPES, 7 et 8 : Analyser les dangers, Evaluation des risques, identifier les mesures Préventifs/ Détermination des point de contrôle critique (CCP) et (PRPo).....	31
III. 3 Phase de formaliser du système HACCP.....	36
ETAPES, 9/10 et 11 : Fixer un seuil critique pour chaque CCP/PRPo et mettre sur place Un Système de surveillance, et la détermination des mesures correctives.....	36
ETAPE 12 : Etablir un système documentaire.....	39
ETAPE 13 : Vérification et validation du système.....	39
ETAPE 14 : Revue du système HACCP.....	40

Conclusion.....41

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Liste des figures

figure	page
Figure N°01 : Observation au microscope électronique de l'espèce <i>Streptococcus thermophilus</i>	08
Figure N°02 : Observation au microscope électronique de l'espèce <i>Lactobacilles bulgaricus</i>	08
Figure N°03 : Arbre de décision codex alimentarius permettant de déterminer les PRPo et les CCP	19
Figure N°04 : Plan de travail du système HACCP	23
Figure N°05 : Diagramme de fabrication de yaourt ferme	29
Figure N°06 : Grille de criticité des dangers à contrôler	32

Liste des tableaux

Tableau	page
Tableau I : Différent types du yaourt et leurs caractéristiques	05
Tableau II : Informations servant à caractériser le produit à élaborer	16
Tableau III : Évaluation des dangers (Indice de criticité "C ")	18
Tableau IV : Caractéristiques physico-chimiques de lait cru	26
Tableau V : Caractéristiques physico-chimiques de poudre de lait 0%MG	26
Tableau VI : Fiche technique des ferments	27
Tableau VII : Caractéristiques Microbiologique du Yaourt	27
Tableau VIII : Caractéristiques physico-chimiques du Yaourt	27
Tableau IX : Valeur nutritionnelle de yaourt	28
Tableau X : Utilisation envisagé du produit yaourt ferme	28
Tableau XI : Types de dangers	31
Tableau XII : Evaluation de chaque danger et ces critères de choix	33
Tableau XIII : Identification des dangers, origine et ses causes, ainsi que l'évaluation des risques et ses mesures préventives dans la production du yaourt ferme.	34
Tableau XIV : L'installation des limites critiques, système de surveillance, et les mesures correctives de chaque CCP et PRPo du produit	37

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
ATB	Antibiotique
Aw	Activité d'eau
AD°	Acidité Dornique
BPF	Bonne pratique de fabrication
BPH	Bonne pratique d'hygiène
°C	Degré Celsius
CCP	Contrôle des points critiques
EST	Extrait Sec Total
FAO	Analyse du danger et contrôle des points critique
FIFO	First In First Out
G	Gravité
GMPS	Good Manufacturing Practices
HACCP	Système d'analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise
IC	Indice de criticité
ISO	Organisation internationale de standardisation
IG	Indice gravité du danger
J.O.R.A	Journal Officiel de la République Algérienne
MG	Matière Grasse
M	Danger Microbiologique
P	Danger Physique
PDCA	Plan-Do-Check-Act
pH	Potentiel Hydrogène
Po	Probabilité d'occurrence du danger
PRP	Programme pré-requis
PRPo	Programme pré-requis opérationnel
Q1	Question 1
Q2	Question 2
Q3	Question 3
Q4	Question 4
R	Risque
SMSA	Système de Management de la Sécurité des Aliments
t	Temps
ΔP	Pression différentielle

Introduction

Le lait et les produits laitiers occupent une place primordiale dans la ration alimentaire de la population algérienne. Au sein des produits laitiers, le yaourt est le plus populaire des consommateurs pour ses caractéristiques organoleptiques, du fait que le yaourt est majoritairement fabriqué à partir du lait cru, cette affection à consommer les produits laitiers, en général, a incité davantage les industriels à s'engager dans la fabrication des yaourts (**Yakhlef et al., 2010**)

Le yaourt, par lui-même, en plus de son importance nutritionnelle a été identifié pendant longtemps en tant que nourriture saine due à l'action bénéfique de ses deux bactéries vivantes (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*). Ces dernières concurrencent les bactéries pathogènes aussi bien dans l'aliment que dans l'environnement (**Tamime et Robinson, 2007**).

La sécurité sanitaire du consommateur est un enjeu de première importance pour la santé publique et le développement économique. La première affirmation est en grande partie liée au défaut quasi-généralisé d'hygiène et de salubrité qui touche à la fois la production, la transformation, le transport et la commercialisation des denrées alimentaires ainsi que la restauration collective. Les dangers en matière de sécurité sanitaire proviennent essentiellement des bactéries et des autres agents microbiens provenant d'une manipulation incorrecte des aliments (**Sarter, 2008**).

Afin d'accroître la sécurité des aliments, il est recommandé d'utiliser, chaque fois que possible, le système HACCP (**Hazard Analysis Critical Control Point**) tel qu'il est décrit dans le système d'analyse des risques-points critiques pour leur maîtrise (**Codex Alimentarius, 2011**).

Le système HACCP identifie des dangers spécifiques et détermine les mesures à adopter en vue de les maîtriser, et ceci dans le but d'actualiser la salubrité des aliments et d'assurer la qualité et la sécurité des produits alimentaires. C'est un outil de l'assurance qualité applicable à tous les risques associés aux denrées alimentaires (biologiques, physiques et chimiques), et de façon plus générale, à tout risque de déviation par rapport à un objectif déterminé. Cette

méthode permet d'identifier les dangers associés aux différents stades du processus de production d'une denrée alimentaire, et de définir les moyens nécessaires à leur maîtrise **(Alain, 2008)**.

Le but de notre étude est d'évaluer et de contribuer à l'application du système HACCP , dans le processus de fabrication de yaourt ferme, de la matière première jusqu'au produit fini, notre recherche est focalisée sur les points essentiels suivants:

- Définir le yaourt et montrer, les différentes étapes de processus de fabrication ;
- Présenter le système HACCP dans son intégrité et sa relation avec les notions relatives à la qualité ;
- Etablir les étapes du système HACCP appliquées dans la fabrication de yaourt ferme ;
- Identifier les dangers et ses mesures préventives pour leur maîtrise.

I.1. Historique

Originaire d'Asie, le mot yaourt (yoghourt ou yogourt) vient de yoghurmark, mot turc signifiant « épaissir » (**Tamime et Deeth, 1980**).

Les laits fermentés sont préparés depuis une époque très lointaine en Asie centrale, dans les pays méditerranéens et dans la plupart des régions d'élevage où ils constituent un mode de conservation du lait grâce à l'abaissement du pH en même temps qu'ils constituent un aliment très apprécié pour sa saveur. Longtemps restés certains de ces produits (comme le yaourt) connaissent depuis quelques années un développement considérable grâce à la mise en œuvre de procédés de fabrications industriels et aux progrès de la distribution (**Isanga et Zhang, 2006**).

Dans le sillage des découvertes de Louis Pasteur sur la fermentation lactique, de nombreux chercheurs s'intéressent aux micro-organismes présents dans le lait. En 1902, Ris et Khoury, deux médecins isolent la bactérie spécifique du yaourt « le bacille bulgare », analysent l'action acidifiante du lait caillé et suggèrent une méthode de production sûre et régulière (**Rousseau, 2005**).

Les yaourts et les produits fermentés frais, identifiés comme aliments bénéfiques pour la santé, sont aujourd'hui des produits de grande consommation. Ainsi, selon une enquête du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière, la production de yaourt et d'autres laits fermentés ne cesse de croître. La dynamique actuelle de ce marché oblige donc les industriels à formuler sans cesse de nombreux produits laitiers fermentés frais (**Enkeljda, 2004**).

L'intérêt pour la fabrication des yaourts a considérablement augmenté pour des raisons scientifiques et commerciales, et de nombreuses recherches ont prouvé leur intérêt bénéfique pour la santé. D'autres recherches portent également sur les caractéristiques sensorielles des yaourts, en particulier leurs propriétés texturales (**Sfakianakis et Tzia, 2014**).

I.2. Définition du yaourt

Le yaourt ou yoghourt est un produit fermenté d'origine animale à base de lait. Sa fabrication fait intervenir des bactéries lactiques dont l'action conduit à la formation d'acide lactique à partir du lactose ou sucre du lait et d'arômes. L'origine du mot date de 1798 et vient du turc yogurt, de yogurmak (pétrir) (**Righi, 2006**).

Le *Codex Alimentarius*, norme n°A-11 (a) (1975) définit le yaourt comme : « Un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé ou concentré, ou partiellement écrémé, ou enrichi en extrait sec avec ou sans addition de lait en poudre, poudre de lait écrémé, etc. Les microorganismes du produit final doivent être viables et abondants. » Les yaourts sont principalement produits à partir de lait bovin, mais le lait d'autres mammifères peut également être utilisé. Les yaourts produits avec du lait provenant d'autres espèces que les bovins présentent des caractéristiques sensorielles et physicochimiques différentes, en raison des différences de composition du lait (**Tamime et Robinson, 2007**).

I.3. Différents types de yaourt

Le yaourt se fait selon plusieurs critères : selon la technologie de fabrication, la teneur en matière grasse et les ingrédients additionnés. Ses caractéristiques figurent au **Tableau I** ci-dessous:

Tableau I : Différent types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola, 2002)

Les différents types du yaourt	Caractéristiques
a) Selon la teneur en matière grasse : *Yaourt entier *Yaourt partiellement écrémé *Yaourt écrémé	*MG minimum 3% *MG moins de 3% et plus de 0,5% *MG maximale 0,5%
b) Selon la technologie de fabrication : *Le yaourt étuvé ou ferme *Le yaourt brassé *Le yaourt à boire	*Ce sont des yaourts naturels ou aromatisés, qui ont une texture ferme à surface lisse incubé et refroidi en pot. *Il présente une texture presque fluide, amené à une consistance crémeuse après coagulation, incubé en cuve et refroidi avant le conditionnement. *Similaire au type brassé mais dont le coagulum est réduit à l'état liquide avant conditionnement.
c) Selon les additifs alimentaires : *Yaourt aromatisé *Yaourt fruité *Yaourt light	*Addition d'arôme. *Addition de fruit. *Addition d'édulcorant sans sucre.

I.4. Composition de yaourt

La majorité des yaourts et des laits fermentés commercialisés est préparée à partir de lait enrichi en poudre de lait. De ce fait, ils sont plus riches en protéines, calcium, et en lactose que le lait. Ces produits peuvent être plus ou moins sucrés. Leur teneur en saccharose varie alors de 7 à 12 % (Scientifique de Syndifrais, M., 1997).

I.5 Ferments lactiques et la fabrication du yaourt

I.5.1. Matières premières et ingrédients

➤ Matières premières :

- Lait et/ou produits dérivés du lait.
- Eau potable utilisée lors de la reconstitution ou de la recombinaison.

➤ Ingrédients autorisés :

- Cultures de micro-organismes inoffensifs, y compris ceux qui sont spécifiés aux laits fermentés ;
- Autres micro-organismes adéquats et inoffensifs (pour les boissons à base de lait

fermenté);

- Chlorure de sodium ;
- Ingrédients non laitiers tels qu'ils sont listés dans les laits fermentés aromatisés;
- Eau potable (pour les boissons à base de lait fermenté) ;
- Lait et produits laitiers (pour les boissons à base de lait fermenté) ;
- Gélatine et amidon utilisés dans :
 - Les laits fermentés thermisés après fermentation ;
 - Les laits fermentés aromatisés ;
 - Les boissons à base de lait fermenté ; et
 - Les laits fermentés nature s'ils sont autorisés par la législation nationale en vigueur dans le pays de vente au consommateur final ;

à condition qu'ils ne soient ajoutés que dans des quantités fonctionnellement nécessaires en conformité avec les bonnes pratiques de fabrication, en tenant compte de toute utilisation des agents stabilisants/épaississants. Ces substances peuvent être ajoutées soit avant soit après les ingrédients non laitiers (**Codex Stan 243, 2003**).

Au sens de l'arrêté précité relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation, les ingrédients qui peuvent être ajoutés au yaourt sont: lait sec, lait écrémé en poudre, babeurre non fermenté, lactosérum concentré, lactosérum sec, protéines lactosériques, protéines lactosériques concentrées, protéines lactières hydrosolubles, caséine alimentaire, caséinates fabriqués à partir de produits pasteurisés, sucre, denrées alimentaires conférant une saveur spécifique, notamment les fruits (frais, en conserve, surgelés, en poudre), les pulpes de fruits, les jus de fruits, les confitures et marmelades de fruits, le chocolat, les ingrédients aromatisants naturels.

Les sucres et autres denrées alimentaires conférant une saveur spécifique peuvent être ajoutés au yaourt dans la limite de 30% en poids du produit fini (**J.O.R.A, 1998**).

I.5.1.1. Lait

Le yaourt est préparé essentiellement avec du lait pasteurisé, du lait reconstitué ou recombinaé pasteurisé, écrémé ou non, du lait concentré ou du lait sec écrémé ou non, ou de la crème pasteurisée ou un mélange de deux ou plusieurs de ces produits . La réglementation Algérienne interdit l'incorporation, en tant que produit de substitution, de matières grasses et/ou protéiques d'origine non laitière .La teneur minimale en matière sèche laitière non

grasse du yaourt doit être égale à 8,2 % masse par masse (**J.O.R.A 1998**).

I.5.1.2. Eau de reconstitution

C'est une eau qui répond aux critères de potabilité au sens bactériologique et physicochimique et doit subir un traitement de déminéralisation partielle pour être apte à la recombinaison du lait (**Luquet, 1990**).

I.5.1.3. Poudre de lait

Une bonne poudre de lait doit présenter les qualités suivantes

- Aptitude à la reconstitution de façon à obtenir facilement un liquide homogène exempt des particules macroscopiques.
- Absence de saveurs anormales.
- Absence des germes pathogènes (salmonelles- staphylocoques), des toxines et des micro-organismes capables de nuire à sa conservation ou à son utilisation.
- Absence de modification de structure, de sa composition physico-chimique, de sa valeur nutritionnelle et ses aptitudes technologiques (**Loupien, 1995**).
- Le lait en poudre industriel écrémé contient au minimum 34 grammes de protéines de lait pour 100 grammes d'extrait sec dégraissé. Le lait en poudre industriel entier contient au minimum 26 grammes de protéines de lait pour 100 grammes d'extrait sec dégraissé. Le lait en poudre industriel contient au maximum 4 % d'humidité et 0,15 % d'acide lactique (**J.O.R.A, 2000**).

I.5.1.4. Sucre

Le sucre utilisé pour la fabrication du yaourt est généralement du saccharose, qui est principalement le seul agent sucrant utilisé dans l'alimentation et qui rend la consistance du yaourt plus lisse, plus fine, plus élastiques et joue le rôle de fixateur d'arômes (**Covri, 1997**).

D'après l'arrêté relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation le ou les sucres ajoutés sont l'hydrate de carbone et/ou de l'édulcorant autorisé par la réglementation Algérienne (**J.O.R.A, 1998**).

I.5.1.5. Arôme

C'est l'un des additifs utilisés dans les produits laitiers, les arômes de synthèse sont ajoutés à des doses très faibles, soit de d'ordre 1/1 000, et ne doivent pas être alcoolisés. En revanche, les arômes naturels sont ajoutés à des doses plus élevées, soit 0,05% ou bien 0,25 % dans le produit fini (**Covri, 1997**). La réglementation algérienne exige que les ingrédients

aromatisants soit naturels (J.O.R.A, 1998).

I.5.1.6. Ferments lactiques

Les souches utilisées pour la fermentation du yaourt sont :

Lactobacillus bulgaricus : qui apporte au yaourt son acidité. *Lb. bulgaricus* est un bacille Gram positif, immobile, asporulé, micro aérophile. C'est une bactérie thermophile, très exigeante en calcium et en magnésium et sa température optimale de croissance est d'environ 42°C. Cette bactérie a un rôle essentiel dans le développement des qualités organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty et al., 2000).

Streptococcus thermophilus : qui développe les arômes (Covri, 1997). *St. thermophilus* est une cocci Gram positif, anaérobie facultative, non mobile on le trouve dans les laits et les fromages (Dellaglio et al., 1994). C'est une bactérie thermorésistante, sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques. Elle est aussi résistante au chauffage à 60 °C pendant 30 minutes (Dellaglio et al., 1994). Le rôle principal de *St. Thermophilus* est la fermentation du lactose du lait en acide lactique et en plus de son pouvoir acidifiant, elle est responsable de la texture dans les laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait par production de polysaccharides (composés de galactose, glucose, arabinose et de mannose (Bergamaier, 2002), la forme des deux bactéries sont illustrée dans les figures N°1 et N°2 ci-dessous.

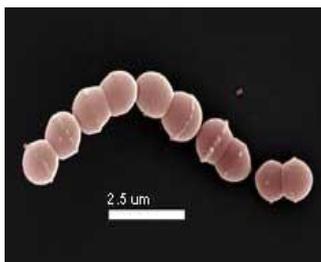


Figure N°01 : Observation au Microscope électronique de l'espèce *Streptococcus thermophilus*



Figure N°02: Observation au Microscope électronique de l'espèce *Lactobacilles bulgaricus*

I.5.2 Fabrication du yaourt

La fabrication du yaourt se déroule en plusieurs étapes principales, est représentée ci-dessous, (Annexe 1)

I.5.2.1 Préparation de lait

Cette étape est facultative. On peut ajouter 2 à 3% de poudre de lait (20 à 30g par litre de

lait) pour accroître la consistance et obtenir des yaourts bien fermes. Plus on ajoute de poudre de lait, plus le yaourt est ferme. On choisira de la poudre de lait écrémé, moins chère et tout aussi efficace que la poudre de lait entier. On veillera à conserver la poudre de lait dans un endroit frais et sec (**Christine, 2017**).

I.5.2.2 Pasteurisation

La température de pasteurisation en cuve avec agitateur varie entre 90°C à 95°C ; L'opération quelques secondes. Plus le lait est contaminé, plus la température et le temps de pasteurisation seront importants (**Christine, 2017**).

I.5.2.3 Refroidissement

Après chauffage, le lait est refroidi à 45°C cette température est maintenue lors de la fermentation (**Mehtoun, 2014**).

I.5.2.4 Ensemencement

C'est l'inoculation dans le lait des deux germes spécifiques du yaourt, *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* à des rapports 1/2 pour le yaourt nature et jusqu'à 1/10 pour les yaourts fruités. La quantité de culture ajoutée au lait peut être influencée par l'activité des germes, le temps et la température d'incubation. Ainsi, pour les températures d'incubation de (40 à 50°C), le taux d'ensemencement se situe entre 1 et 3%. En outre, la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait et l'activité du levain doit atteindre en fin d'incubation 85 à 90°D (**Luquet., 1990**).

la répartition des germes doit être bonne et régulière dans le lait et l'activité du levain doit atteindre en fin d'incubation 85 à 90°D (**Guyot, 1992**).

I.5.2.5 Conditionnement

Le conditionnement des yaourts s'effectue dans deux types d'emballages, en verre ou en plastique. Ainsi, afin que l'opération suivante d'étuvage puisse démarrer dans les meilleures conditions, il est nécessaire de maintenir la température du lait en pots à 45°C (**Luquet, 1990**).

I.5.2.6 Incubation (fermentation)

Durant cette étape, on assiste au développement de l'acidité du yaourt. Celle-ci est sous la dépendance de la température et la durée de fermentation des germes ensemencés. Ainsi, il est

préférable d'appliquer une température proche de celle optimale de développement de *Streptococcus thermophilus* soit (42 à 45°C), plutôt que celle proche de l'optimum du *Lactobacillus bulgaricus* (47 à 50°C). En générale les *Streptocoques* assurent le départ de la fermentation lactique. Cette température voisine de (42 à 45°C), est considérée comme étant la température symbiotique optimum entre les *Streptocoques thermophilus* et *Lactobacilles bulgaricus* (Luquet, 1990).

I.5.2.7 Arrêt de fermentation

Il est nécessaire de bloquer l'acidification des yaourts par l'application d'un refroidissement rapide à la température de +4° à +5°C, ce qui inhibe l'activité des bactéries lactiques (Lemoonnier, 1989).

I.5.2.8 Conservation

Le yaourt doit être conservé au réfrigérateur. Sa consommation doit intervenir avant la date de péremption figurant sur l'emballage (24 jours après la fabrication). Lorsqu'un récipient est ouvert, il convient de consommer son contenu rapidement pour éviter l'installation de moisissures (Dupin et al., 1992).

II. Définition de système HACCP

C'est l'abréviation du Hazard Analysis and Critical Contrôle Points qui pourrait être traduite en français par analyse des risques et maîtrise des points critiques. C'est une approche systématique en production alimentaire utilisée comme un moyen pour assurer la sécurité des produits finis (**Daham, 2000**).

Le système HACCP est une démarche préventive, spécifique et responsabilisant qui doit permettre d'assurer la qualité des denrées alimentaires dans le contexte d'une démarche qualité globale, il consiste en un contrôle rigoureux depuis l'arrivée de la matière première jusqu'à l'expédition du produit fini. Le recours à une approche fondée sur les principes de ce système permettra ainsi d'anticiper ou de prévenir les problèmes avant qu'ils ne surviennent (**Sneed et al., 2007**).

Lorsqu'il est correctement appliqué, le HACCP permet de contrôler toutes les étapes (ou points) du process alimentaire qui pourrait être sources des risques qu'ils soient d'origine microbiologiques, physiques ou chimiques. La partie analyse des risques (H.A.) se rapporte à une étude systématique des ingrédients, le produit alimentaire, les conditions de transformation (process) de manutention, de stockage, de transport, de distribution et d'utilisation par le consommateur. Cette analyse permet d'identifier les points critiques dans le diagramme de fabrication. L'application du système a été mise au point et s'est développée pour servir de base à un contrôle officiel des produits alimentaires, ainsi que pour l'établissement de normes de salubrité pour le commerce international. Le HACCP est considéré comme l'un des instruments les plus efficaces et les plus utiles pour accroître l'innocuité des aliments (**Sneed et al., 2004**).

II.1. Objectifs du HACCP

Les différents contrôles (chimiques, physiques ou microbiologiques) qui sont effectués seulement sur les produits finis, ne peuvent pas fournir l'assurance qualité souhaitée. Les essais en cours de fabrication, à des points bien définis et bien choisis peuvent être conçus pour que l'assurance qualité augmente (**Amgar, 1992**).

De nos jours le système HACCP permet de gérer la sécurité et la qualité de toutes les denrées alimentaires. Il vise à contrôler la fabrication du produit depuis l'achat des matières

premières jusqu'à la consommation du produit. Le procédé de fabrication peut mettre en jeu jusqu'à 80 étapes différentes et il est impossible de les contrôler toutes. Il s'agit donc de localiser les étapes les plus dangereuses potentiellement pour pouvoir ensuite les maîtriser (**Bonnefoy et al., 2002**).

L'utilisation du système HACCP permet de prémunir contre les problèmes d'hygiène de sécurité et d'éviter leur récurrence. C'est également un moyen de preuve pour répondre aux attentes des clients et de favoriser le dialogue entre partenaires d'une même filière (**Rige et al., 2004**).

II.2. Principaux avantages du système HACCP

Bien que l'adoption du systèmes HACCP dans le monde soit attribuable principalement à la protection accrue de la salubrité des aliments qu'elle offre aux consommateurs, la mise en œuvre d'un système HACCP fructueux comporte d'autres avantages pour l'industrie alimentaire en général, ces avantages sont cités ci-dessous :

- i. Sensibilisation accrue à la salubrité des aliments
- ii. Amélioration de la confiance des acheteurs et des consommateurs
- iii. Maintien ou amélioration de l'accès aux marchés
- iv. Protection contre la responsabilité civile
- v. Réduction des frais d'exploitation
- vi. Surveillance efficace
- vii. Amélioration de la qualité et de l'uniformité des produits
- viii. Réduction du gaspillage (**Elliott et al., 2005**).

II.3. Programme pré requis

Les programmes préalables sont mis en œuvre avant les plans HACCP parce qu'ils permettent de contrôler un grand nombre de risques généraux qui, pour cette raison, n'ont pas à être visés dans un plan HACCP, ce qui rend le système plus efficace et plus facile à appliquer (**Jenner et al., 2005**).

Le programme pré requis est un ensemble de conditions et activités de base nécessaires au sein de l'organisme et tout au long de la chaîne alimentaire pour préserver la sécurité des denrées alimentaires (**ISO 22000, 2018**). Avant d'aborder les principes du système HACCP,

parlons des programmes préalables qu'un établissement doit avoir instaurer avant de mettre en œuvre ce système. Des exigences des programmes préalables correspondent à des pratiques connues aussi sous d'autres noms « principes généraux d'hygiène alimentaire », « bonnes pratiques d'hygiènes », « bonnes pratiques de fabrication » , «bonnes pratiques alimentaires », « bonnes pratiques industrielles », « GMP's »(Good Manufacturing Practices). Le respect de ces exigences assure des conditions propices à la production ou à la fabrication d'aliments salubres et, par conséquent, « soutiennent», l'implantation du système HACCP (**Boutou, 2008**).

II.4 Plan HACCP

Le plan HACCP décrit le système de contrôle, de surveillance et de vérification pour chaque point critique identifié (**Benzouai et al., 2007**). Il doit être documenté et contenir les informations suivantes (**AFNOR, 2005**) :

- ❖ Le ou les dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires à maîtriser pour chaque CCP (Critical Control Point).
- ❖ La ou les mesures de maîtrise.
- ❖ La ou les limites critiques.
- ❖ La ou les procédures de surveillance.
- ❖ La ou les corrections à entreprendre en cas de dépassement des limites critiques.
- ❖ Responsabilités et autorités.
- ❖ Le ou les enregistrements de la surveillance.

Système HACCP = Programmes préalables + plan HACCP (**Troy et al., 2005**).

II.4.1. Principes du système HACCP

Avant d'appliquer le système HACCP à une unité agro-alimentaire, cette dernière devrait fonctionner conformément au Code d'usages international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire (**Codex Alimentarius, 2004**).

- ❖ La méthode HAACP repose sur les sept principes suivants (**AFNOR, 2006**) :

Principe 1 : Procéder à une analyse des dangers

Trois actions essentielles sont à mener dans ce premier principe :

- ❖ Identifier tous les dangers associés à toutes les étapes de la production : de la matière première au produit fini ;
- ❖ Evaluer la probabilité d'apparition de ces dangers ;
- ❖ Identifier les mesures préventives nécessaires à leur maîtrise.

Principe 2 : Déterminer les points critiques pour la maîtrise des dangers

Un point critique ou CCP est un stade auquel une surveillance peut être exercée et est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité de l'aliment ou le ramener à un niveau acceptable.

Principe 3 : Etablir des limites critiques

Des limites critiques sont notamment définies comme critères pour définir les niveaux acceptables et inacceptables. Un seuil critique représente les limites utilisées pour juger si une opération permet d'obtenir des produits sains à la suite de l'application correcte des mesures préventives. En d'autres termes, des seuils critiques doivent être satisfaits pour garantir qu'un CCP est maîtrisé.

Principe 4 : Etablir un système de surveillance des CCP

Ce système de surveillance doit s'assurer de la maîtrise effective des CCP. Il s'agit de surveiller par des séries programmées d'observations ou de mesures de paramètres (autocontrôles) que les limites ne sont pas dépassées. Ces autocontrôles doivent être définis et mis en place et leurs conditions de réalisation doivent être déterminées et documentées.

Principe 5 : Etablir les actions correctives

Il s'agit de déterminer les mesures à prendre lorsque les résultats de la surveillance exercée au niveau des CCP indiquent une perte de maîtrise (devenir des produits, actions à mener immédiatement sur le procédé défaillant).

Principe 6 : Etablir des procédures de vérification

Il s'agit de tests complémentaires destinés à confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement. Ceci revient à s'assurer que tous les points critiques pour la maîtrise sont bien identifiés et bien surveillés.

Principe 7 : Etablir un système documentaire

Le système documentaire est constitué par l'ensemble des procédures et enregistrements appropriés couvrant l'application des six premiers principes.

II.4.2. Etapes de HAACP

La mise en place du système HACCP est basée sur douze étapes. Les étapes se résument aux points suivants :

Etape 1 : Constituer l'équipe HACCP

L'entreprise de transformation des produits alimentaires devrait s'assurer qu'elle dispose d'experts et de techniciens spécialisés dans le produit en cause pour mettre au point un plan HACCP efficace. En principe, elle devrait constituer à cet effet une équipe pluridisciplinaire. Si de tels spécialistes ne sont pas disponibles sur place, il faudrait s'adresser ailleurs, par exemple aux associations manufacturières et industrielles, à des experts indépendants ou aux autorités réglementaires, ou consulter les ouvrages et les indications portant sur le système HACCP (y compris les guides HACCP propres à chaque produit). La portée du plan HACCP doit être définie.

Cette portée doit décrire le segment de la chaîne alimentaire concerné ainsi que les classes générales de dangers à couvrir (par exemple, couvre-t-il toutes les classes de dangers ou uniquement certains dangers). Un individu ayant une formation adéquate et qui est en possession de ce genre de documents d'orientation peut être en mesure de mettre en œuvre le système HACCP dans l'entreprise (**Codex Alimentarius, 1989**).

Etape 2 : Description du produit

Il est nécessaire de procéder à une description complète du produit, notamment de donner des instructions concernant sa sécurité d'emploi telles que compositions, structure physique/chimique (y compris Aw, pH, etc...) traitements microbicides/statiques (par ex. traitements thermiques, congélation, saumure, salaison, etc...), conditionnement, durabilité, conditions d'entreposage et méthodes de distribution.

Dans les entreprises dont la production est diversifiée, par exemple les traiteurs, il peut se révéler utile de se concentrer sur des groupes de produits qui présentent des caractéristiques similaires ou sur des phases de fabrication dans le but de mettre au point un plan HACCP.

Elle doit être réalisée afin de regrouper toutes les informations qui permettront de caractériser le produit à élaborer (**Quittet et Nelis, 1999**). Un petit exemple est représenté donc le tableau ci-dessous

Tableau II : Informations servant à caractériser le produit à élaborer (Bonne et al., 2005).

<p>Matières premières</p>	<p>-Définitions. -Présentation : Volume, type de conditionnement. -% de chaque matière première utilisée, caractéristiques physico-chimiques (pH, viscosité). -Concentration des solutions et des additifs (ex. sel denitrite). -Température de stockage. -Durée de vie. -Traitement, préparation, mise en œuvre.</p>
<p>Produit intermédiaire et le produit fini</p>	<p>-Caractéristiques générales : dénomination, composition, volume, structure. -Physico-chimiques : pH, conservateurs. -Emballage. -Etiquetage, durée de vie et stockage.</p>

Etape 3 : Déterminer son utilisation prévue

L'utilisation attendue du produit doit se référer à son usage normal par le consommateur. L'équipe HACCP doit spécifier les informations techniques, réglementaires et commerciales en relation avec le produit en question. Ces dernières englobent :

- ❖ Les groupes de consommateurs ciblés, tout en prenant en considération les personnes vulnérables ;
- ❖ Les modalités normales et les instructions d'utilisation du produit ;
- ❖ La durabilité attendue (Canon, 2008 ; Bouchriti, 2010).

Etape 4 : Établir un diagramme des opérations

Ce diagramme comprendra toutes les étapes opérationnelles pour un produit donné. Il est possible d'utiliser le même diagramme des opérations pour plusieurs produits lorsque ceux-ci subissent une transformation identique. En appliquant le système HACCP à une opération donnée, il faudra tenir compte des étapes qui la précèdent et qui lui font suite (Codex

Alimentarius, 1989).

Le diagramme de fabrication doit :

- ❖ Représenter schématiquement toutes les étapes de fabrication depuis la réception des matières Premières jusqu'à l'expédition du produit fini ; ainsi que leurs interactions ;
- ❖ Etre clair et suffisamment détaillé ;
- ❖ Contenir tous les intrants, les contacts et les points de recyclage (**FAO, 2001**).

Etape 5 : Confirmer sur place le diagramme des opérations

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 (**Codex alimentarius, 2005**).

Etape 6 : Analyse des dangers

Cette étape représente le premier principe du système HACCP. Elle permet de lister tous les dangers pouvant survenir à chaque étape du processus de fabrication : réception, production, transformation, stockage et distribution. Ces derniers varient d'un produit à un autre et d'une société à une autre (**Salghi, 2010**).

a) Les groupes de dangers

Les types de dangers à considérer sont d'ordre :

- **Chimique** : tous les produits chimiques risquant d'entrer en contact avec le produit (résidus de nettoyage, antibiotiques, allergènes, etc.) ;
- **Physique** : l'ensemble des corps étrangers susceptibles de contaminer le produit (métal, bois, carton, verre, plastique, etc.) ;
- **Biologique et microbiologique** : d'une part, les types d'êtres vivants pouvant être à l'origine de la contamination et, d'autre part les microorganismes et les toxines pouvant contaminer et/ou se développer dans les matières premières et/ou le produit fini (germe indicateurs d'hygiène tels que les coliformes, germes pathogènes tels que *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, etc.) (**Perret du cray, 2008**).

b) L'Évaluation des dangers (Analyse des risques)

Une évaluation qualitative (conséquence, gravité) et, éventuellement, quantitative

(probabilité d'apparition, fréquence) des dangers doit être effectuée (Salghi, 2010). À titre d'exemple, une grille d'évaluation (Tableau III) peut être utilisée.

Tableau III : Évaluation des dangers (Indice de criticité "C ") (Blanc, 2006).

Gravité	Fréquence	Probabilité d'une Non détection	Note
Grave	Importante	Importante	5
Moyenne	Moyenne	Moyenne	3
Faible	Faible	faible	1

L'Évaluation = (gravité du danger) x (fréquences d'apparition de la cause du danger) x (probabilités de non détection de la cause du danger) ou $C = G \times F \times D$.

Tous les dangers dont $C > 27$ ($3 \times 3 \times 3$) représentent des risques qui peuvent devenir des CCPs. De ce fait, ils doivent passer par l'arbre de décision (Blanc, 2006).

c) L'établissement des mesures de maîtrise

L'évaluation est suivie par l'établissement des mesures de maîtrise qui sont des actions, activités, ou facteurs nécessaires pour éliminer les dangers ou réduire leur probabilité d'apparition à un niveau acceptable. Ces dernières sont définies à partir :

- _ Des causes identifiées et de leur évaluation ;
- _ Des moyens et ressources de l'entreprise (matériel, technique, personnel).
- _ Les mesures de maîtrise doivent être formalisées sous forme de procédures ou d'instructions (Boutou, 2008).

Etape 7 : Détermination des points critiques pour la maîtrise

Les points critiques pour la maîtrise (CCP) correspondent à une matière, un lieu, une étape opérationnelle, une procédure dont la maîtrise est essentielle pour prévenir ou éliminer un danger ou pour le réduire à un niveau acceptable. Autrement dit, un CCP est un point dont la perte de maîtrise entraîne un risque inacceptable pour le consommateur (Bariller, 1997).

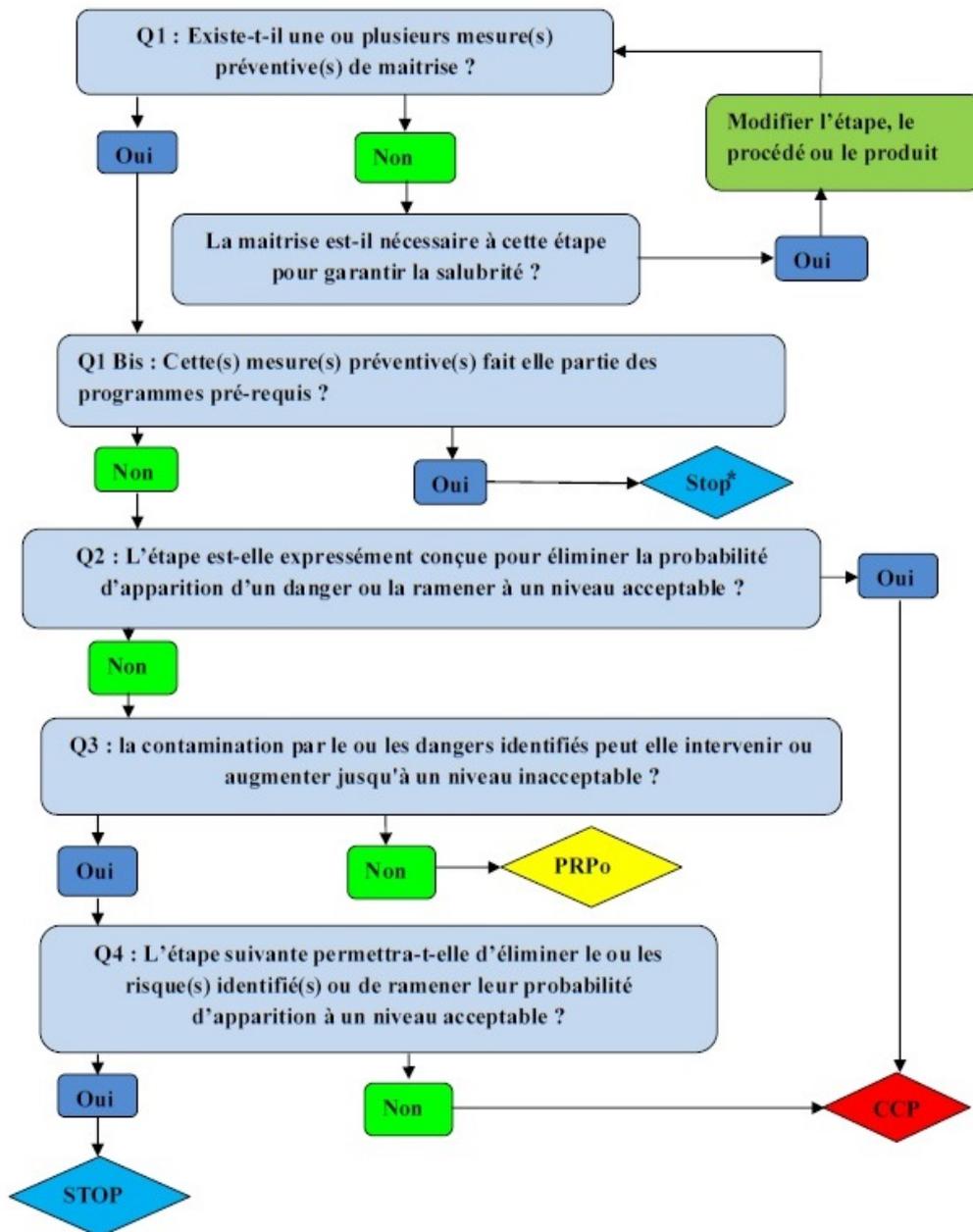


Figure N°03 : Arbre de décision du Codex Alimentarius permettant de déterminer les PRPo et les CCP (Codex Alimentarius, 2003)

Etape 8 : Etablir les limites critique pour chaque CCP

Il faut établir pour chaque CCP les limites critiques dont le respect garantit leur maîtrise. Une limite critique est la valeur qui sépare l'acceptable de l'inacceptable au regard de la sécurité du produit. Parmi les critères choisis, on cite la température, la durée, la teneur en humidité, le pH, le nombre de microorganismes, ainsi que des paramètres organoleptiques comme l'aspect, la texture, et la consistance. (Jouve, 1996).

Etape 9 : Etablir un système de surveillance des CCP

Il s'agit de vérifier les exigences formulées pour le CCP. L'idéal est une surveillance en continu permettant d'avoir des informations en temps réel mais c'est souvent impossible. La surveillance est donc souvent discontinue, et il est nécessaire de définir le nombre et la fréquence des opérations de surveillance.

Il peut s'agir d'observations visuelles (nettoyage), de mesures physico-chimiques ou d'analyses microbiologiques. Cette surveillance doit être décrite par des procédures opérationnelles avec une définition des responsabilités. Les résultats doivent être enregistrés et interprétés (Jeantet et al., 2006).

Etape 10 : Etablissement des actions correctives

Le système doit permettre de prendre immédiatement les mesures correctives qui s'imposent lorsque les résultats de la surveillance montrent qu'un CCP n'est pas maîtrisé (Huss, 1996). Elles doivent permettre la gestion ou la correction de la non-conformité et rétablir la maîtrise au niveau du point critique. Des actions spécifiques doivent être développées pour chaque CCP (Curt, 2002). Ainsi les actions correctives définissent le devenir du produit non conforme et doivent permettre le retour aux conditions normales de production (Bariller, 1997).

Etape 11 : Appliquer des procédures de vérification

Etablir un plan d'action corrective. Ce sont les actions qui doivent être immédiatement entreprises lorsque le système de surveillance révèle la perte ou l'absence de maîtrise d'un CCP.

Dans le contexte du système HACCP, des actions correctives spécifiques doivent être prévues pour chaque CCP de façon à pouvoir réagir aux écarts lorsqu'ils surviennent. Les

actions entreprises doivent permettre de vérifier que le CCP a été à nouveau maîtrisé. Elles doivent également prévoir la destination à donner au produit affecté. Les écarts et les procédures prévoyant la destination à donner au produit doivent être documentés dans les dossiers HACCP.

Des actions correctives doivent également être mises en œuvre lorsque les résultats de la surveillance effectuée indiquent une tendance à la perte de la maîtrise d'un CCP. Il convient d'intervenir pour comprendre le contrôle du processus, avant que les écarts ne conduisent à un danger au niveau de la sécurité (**Codex Alimentarius, 1993**).

Etape 12 : Tenir des registres et constituer un dossier

Deux types de documents doivent être créés

- Les documents des éléments de décision, correspondant à l'étude HACCP (plan HACCP).
- Les documents qui décrivent le fonctionnement du système d'équipe qui doit établir la documentation concernant l'étude HACCP.

Cette documentation concerne:

- ❖ D'une part, l'étude elle-même et comporte deux phases. Phase de conception (étapes de 1 à 11) et phase de vérification et révision (étape 13 et 14).
- ❖ D'autre part, la présentation générale du système par un plan ou manuel sécurité (documentation descriptive). Les règles et dispositions qui découlent du plan à appliquer incluent les procédures d'instructions (documentation opérationnelle). Les preuves de l'application se rapportent aux différents enregistrements (documentation démonstrative).

Cet ensemble documentaire nécessite d'être lui-même maîtrisé par les règles pratiques :

- Rédaction.
- Approbation et visa.
- Identification, codification.
- Diffusion contrôlée.
- Mise à jour et classement archivage. (**Bai et al., 2007**).

Ce système documentaire est inclus dans le système documentaire de l'assurance qualité lorsqu'elle existe.

L'ensemble de la documentation doit être en conformité avec les dispositions de maîtrise documentaire existant dans l'entreprise, relative à l'élaboration, la validation, la diffusion, les mises à jour et modifications du système d'assurance qualité

Etape 13 : Vérifier que le système fonctionne

Cette phase consiste à définir les activités, méthodes, tests à mettre en œuvre pour vérifier que le système HACCP (somme des étapes précédentes) fonctionne efficacement ; en d'autres termes, la vérification correspond à la validation du système prévu ou mis en place et à la détermination de son aptitude à satisfaire les exigences de sécurité.

La vérification peut revêtir deux aspects :

- Vérification «systématique» ou validation primaire du système.
- Vérification «de nécessité», à conduire chaque fois qu'une situation nouvelle impose de reconsidérer (voire de remettre en cause) l'analyse effectuée ou le système mis en place (nouvelles informations scientifiques, épidémiologiques ; Changement de standards ; toute modification des conditions de production).

Dans tous les cas, il appartient à l'équipe HACCP d'organiser la vérification (modalité, périodicité ; activités à mettre en œuvre ; méthodes à utiliser) et d'en formaliser les procédures. Toute activité de vérification entreprise doit enfin, donner lieu à l'établissement d'un rapport.

La mise en œuvre de la vérification entraîne la détermination des besoins d'actions, d'amélioration des conditions de production et/ou d'actions de correction du système HACCP mis en œuvre. (Jouve, 1996).

Etape 14 : prévoir d'actualiser le système

Un système documentaire pratique et précis est essentiel pour l'application du système HACCP. Il comportera deux types de documents :

- _ La documentation sur le système mis en place = procédure modes opératoires, instructions de travail se référant aux points 1 à 13 ci-dessus. Ces documents constituant «le plan HACCP». Ils sont avantageusement regroupés dans un manuel HACCP.
- _ Les enregistrements (résultats, observations, relevés de décision...). Les raisons du système HACCP doivent intervenir à intervalles réguliers, programmés, et chaque fois qu'un élément nouveau le justifie.

Il y a lieu à définir les circonstances qui doivent les déclencher :

- La périodicité des révisions systématiques.
- L'évaluation de l'impact d'un changement, avant qu'il n'intervienne.
- Les modifications des matières premières et formulation du produit.
- La modification des conditions de fabrication.
- La modification des conditions de stockage et de distribution.

- L'inefficacité constatée lors de la vérification (étape 13).
- Ces modalités doivent être documentées et prévoir :
 - Les fréquences des révisions.
 - Les conditions de la revue.
 - Les documents à utiliser.
 - Les enregistrements de cette révision. (Taylor et al., 2005).

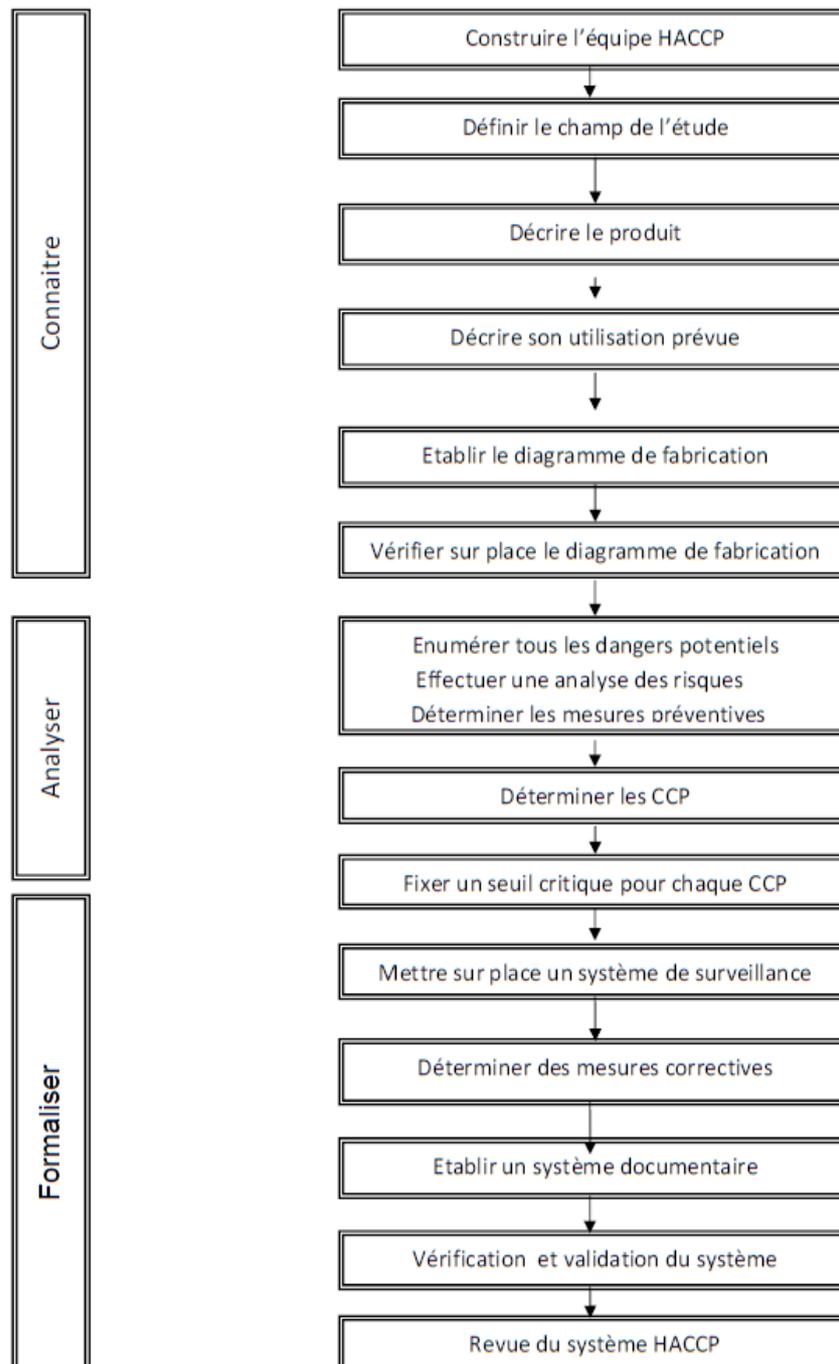


Figure N°04 : le plan de travail du système HACCP

III. Phase comprendre du système HACCP

Consiste à l'initialisation de l'étude HACCP, elle est composée de six étapes suivantes:

ETAPE 1 : Définir le champ d'étude d'un yaourt

En tenant compte par exemple : du produit ou de la famille de produits, du type de danger considéré, de la totalité ou d'une partie du procédé de fabrication ... Une maîtrise complète de la sécurité sanitaire ... ne sera atteinte que lorsque chaque opération intervenant dans sa fabrication aura été prise en compte. Dans la réalité, des contraintes de commodité ou de temps disponible conduisent à regrouper ces opérations en groupes par décomposition du procédé de fabrication en séquences élémentaires (**Bonne et al., 2005**).

- ❖ **Produit** : Nos recherches portent sur l'évaluation et l'amélioration du système HACCP (matériaux, ingrédients et emballages) utilisé dans la production de produits laitiers (le yaourt ferme).
- ❖ **Dangers concernés**
 - **Dangers microbiologiques**
 - Contamination, prolifération des micro-organismes infectieux (*Coliformes*, *Staphylococcus aureus*, Levures, Moisissures, *Salmonella*)
 - La présence des toxines *E. coli* possédant une ou plusieurs toxines (cytotoxine hémotoxine et entérotoxine)
 - **Dangers physiques**
 - Présence de corps étrangers : insectes, cheveux, débris de plastique, de métal, de verre
 - **Dangers chimiques**
 - Polluants : (polluant eau de source ; des matières premières)
 - Des résidus
- ❖ **Objectif**
 - Assurer la sécurité et la salubrité du produit fini
 - Mise en place d'un système HACCP

ETAPE 2 : Constituer l'équipe HACCP d'un yaourt

- ❖ **Responsable de l'équipe HACCP** (responsable de sécurité sanitaire) sa principale mission est la mise à jour de l'étude HACCP avec l'équipe et d'assurer que le système est bien appliqué.
- ❖ **Responsable de la production** l'entretien de l'hygiène du personnel, formation aux

Chapitre 03 Application des étapes du système HACCP dans la fabrication du yaourt ferme

compétences pour atteindre les objectifs de vitesse de production, la réception des matières premières / activités de prétraitement et coordination avec le centre d'achat.

- ❖ **Responsable de la qualité** : un responsable de chaque périmètre est défini:
 - Responsable de conditionnement
 - Responsable processus de fabrication,
 - Responsable laboratoire (qui s'occupe de la matière première et du produit fini), chargé du contrôle des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du produit alimentaire.

- ❖ **Technicien microbiologie** Assure la réalisation des analyses de microbiologie alimentaire (pesée, ensemencement, incubation, lecture).

- ❖ **Responsable de Maintenance** : surveiller le bon fonctionnement du Matériel et intervenir en cas de dysfonctionnement.

- ❖ **Responsable Neptune** : responsable d'expertise de nettoyage des équipements, machines,...

- ❖ **Responsable d'Energie** : Production d'air, eau glacée, eau chaude, vapeur,...

- ❖ **Responsable général de magasin**
 - Responsable de l'achat des articles ou des marchandises ainsi que de l'entrée en stock de tous les matériaux entrants.
 - Responsable de la qualité des produits achetés.
 - Responsable de la sortie et de l'entrée des véhicules pour les matières premières.
 - Coordonner avec le directeur, le responsable de la production, le responsable du contrôle de la qualité.

ETAPE 3 : Description du yaourt

Lorsque l'équipe HACCP est formée, un seul produit est sélectionné pour le développement du programme HACCP, une description complète du produit doit être préparée, cette description inclue principalement :

- ❖ Le nom du produit
- ❖ Les ingrédients et la composition

- ❖ Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques
- ❖ Le type d'emballage
- ❖ Les traitements subis (FAO, 1997).

a) Matières premières et ingrédients

❖ **Lait cru**

Ses caractéristiques sont mentionnées dans le **tableau IV** suivant :

Tableau IV : Caractéristiques physico-chimiques de lait cru

A. Caractères chimique de produit	
Dénomination	Lait cru entier
composition	<ul style="list-style-type: none"> • Eau 85,5-89,5% • Matière grasse 2,4-5,5% • Protéines 2,9-5,0% • Glucides 3,6-5,5% • Minéraux 0,7 0,9%
La structure	Liquide
B. Caractéristiques physique de produit	
Paramètre	Valeur
Aspect	Liquide opaque
Couleur	Blanchâtre
Odeur	Non désagréable
Gout	Normal

❖ **Poudre de lait**

Tableau V: Caractéristiques physico-chimiques de poudre de lait 0%MG

Caractéristiques	Lait en poudre 0% MG
Teneur en MG%	1,25 % maximum
Teneur en eau %	4 % maximum
pH	6,6
Dispersibilité	70 % minimum
Lactose	52 % maximum
Protéines	34 % minimum (37%) moyen

❖ Ferments

Tableau VI: Fiche technique des ferments

Objet	Description
Description	Culture thermophile pour la fabrication du yaourt
Taxonomie	<i>Lactobacillus delbrueckii sub sp. Bulgaricus</i> <i>Streptococcus thermophilus</i>
Caractéristiques physiques	Couleur : Blanc, Forme : Granulat
Méthode de production	Lyophilisation

Tableau VII : Caractéristiques microbiologiques du yaourt

FLORE A CONTROLE	RESULTATS (UFC/g)	LIMITES MICROBIOLOGIQUES (UFC/g) (JORA, 2017)	
		m	M
Coliformes totaux	Absence	1	/
Coliformes thermo tolérants	Absence	/	/
Entero Bacteriaceae	Absence	10	10 ²
Staphylocoques à coagulase +	Absence	10	10 ²
Listeria monocytogenes	Absence	100	
Salmonella	Absence	Absence dans 25gr	

M : maximum, m : minimum, UFC/g: unité formant colonie

Les analyses microbiologiques ont montré l'absence totale des bactéries pathogènes, ce qui signifie les bonnes qualités alimentaires et organoleptiques du yaourt

Tableau VIII : Caractéristiques physico-chimiques du yaourt

EST : extrait sec totale %	12,54 % en moyenne
pH : potentiel d'hydrogène	4,4 ~ 4,6 pH
l'acidité Dornic (A°D)	84°D

Tableau IX : La valeur nutritionnelle de yaourt (Elisabeth, 2008)

	Lait	Yaourt Nature
Calories pour 100g	66	84
Matière sèche non grasse	8,7	13,1
% protéines	3,2	4,8
Riboflavine mg/100g	0,15	0,22
Ca ++ mg / 100g	120	180
P mg/100g	95	142
K+ mg/100g	160	240

ETAPE 4 : Identification de l'utilisation prévue

Tableau X : Utilisation envisagé du produit yaourt ferme

Objet	Description
Durée d'utilisation par le consommateur	45 jours
Conditions de conservation pour le consommateur	Réfrigération de 4 à 6°C
Conditions de conservation pour le distributeur	Réfrigération de 4 à 6°C
Population ciblée par le produit	est destiné à la consommation humaine, consommé à froid, sauf les nourrissons, personnes allergiques
Utilisation attendue par le consommateur	-Consommation directe -Utilisation dans des préparations culinaires

ETAPE 5 : Etablir le diagramme de fabrication du yaourt ferme

1) Diagramme de fabrication

Le diagramme de fabrication du yaourt préparé couvre chaque produit, catégorie de produits ou processus. Il montre tous les aspects de l'opération de transformation des aliments dans le cadre du système HACCP, de la réception des matières premières à la transformation, au stockage et à la distribution. Le diagramme ci-dessous représente les différentes étapes de fabrication du yaourt ferme :

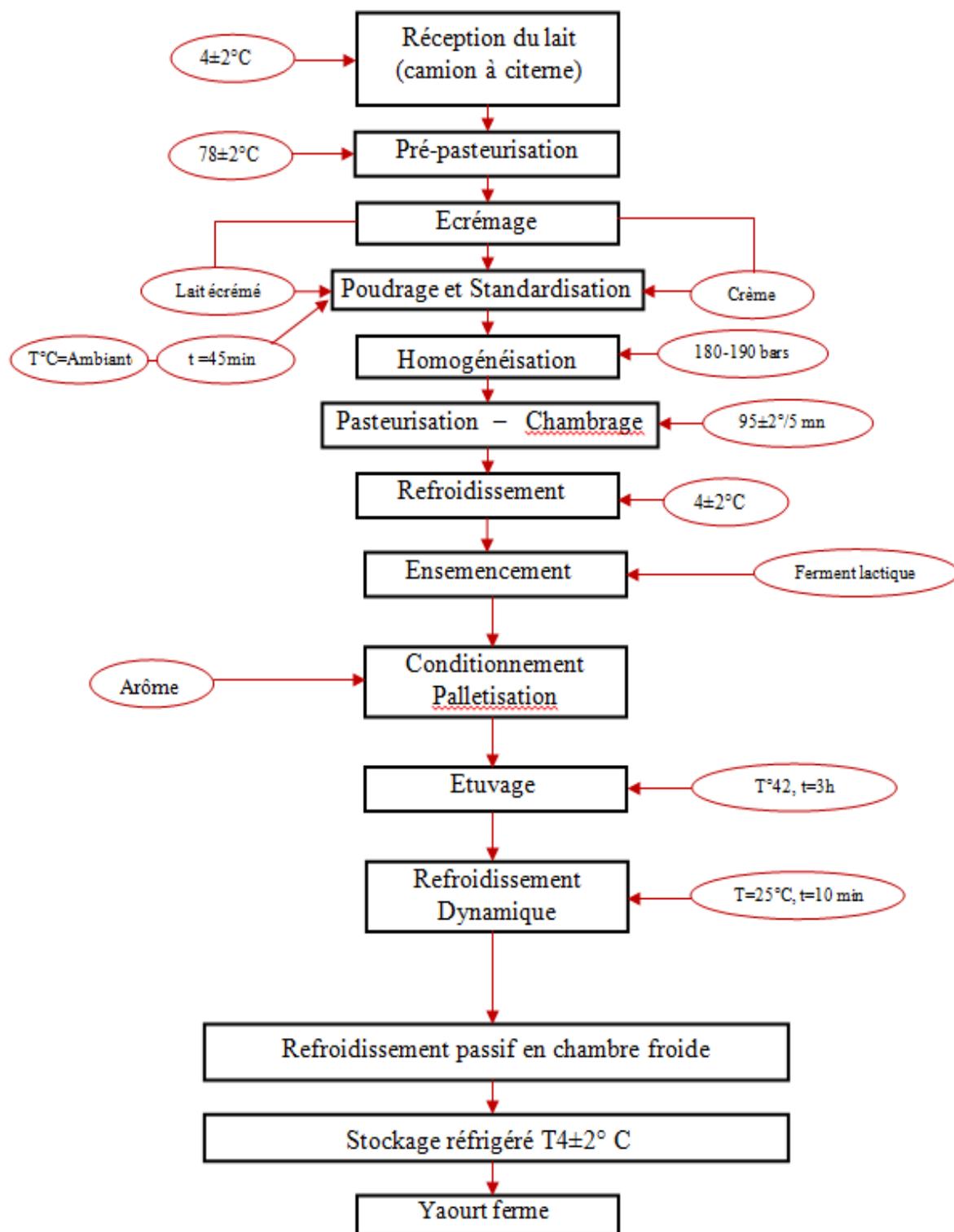


Figure N°05 : Diagramme de fabrication de yaourt ferme

2) Description des étapes de fabrication du yaourt ferme

Partie 1 : Réception du lait cru, pré pasteurisation, écrémage :

Le lait cru réceptionné dans le centres de collecte par des camions frigorifiques stockés a ($4\pm 2^{\circ}\text{C}$), après le lait est filtré pour éliminer tout corps étrangère (poils, cailloux, etc...), ensuite versés le lait dans des cuves stockage pour maintenir cette température de conservation à 4°C , le prétraitement Permet de réduire la charge bactérienne, après il subit une centrifugation pour obtenir deux-produits :

- ❖ Lait écrémé, Lait écrémé allégé ($<0.5\text{MG}$), puis il subit un refroidissement pour éviter le développement bactérienne
- ❖ La crème fraîche : riche en MG elle est également à celle de lait écrémé, elle est refroidie pour même but d'éviter le développement bactérien

Partie 2 : Poudrage, standardisation, traitement thermique (Homogénéisation, pasteurisation), Refroidissement, Ensemencement

- ❖ **Poudrage** : Lait écrémé en poudre va être mélangé avec d'autres ingrédients ; De la crème fraîche est ajouté pour standardiser en matières grasses, eau, sucre, lait en poudre pour ajuster les protéines.
- ❖ **Standardisation** : La base de lait est normalisée pour la teneur en matières grasses, extrait total, protéines. Un système de filtration peut être utilisé pour éliminer les particules résiduelles, suivi d'une étape de refroidissement
- ❖ **Traitement thermique** : Le mélange est préchauffé, puis s'homogénéise, puis pasteurisé l'homogénéisation permet aux bulles de graisse de se briser en fines gouttelettes pour obtenir une bonne pasteurisation du produit et éviter la flottabilité de la graisse dans le produit fini. Le produit est pasteurisé à $95 \pm 2^{\circ}\text{C}$ pour diminuer la charge microbienne
- ❖ **Refroidissement** : Le mélange refroidi a une température de 4°C a l'aide d'un échangeur à plaque
- ❖ **Ensemencement** : Cette étape consiste à l'injection les ferments lactiques, puis le mélange versé Dans le tank, Remuer lentement pour avoir une solution uniforme des ferments dans le lait. Par conséquent, le lait va t'être stocké pendant une période de deux heures nécessaire pour ranimer les ferments

Partie 3 : Conditionnement du mélange

- ❖ **Conditionnement** : le mélange est dosé dans des pots par la conditionneuse, l'addition des arômes s'effectue directement après le remplissage, sodée grâce à des opercules
- ❖ **Palettisation** : les produits sont placés dans des cartons puis sur des palettes, en les retournant pour permettre la stérilisation des couvercles par la température du produit

- ❖ **Etuvage (incubation)** : après fermeture des opercules, les palettes sont placées dans une chambre chauffée à une température $38 \pm 1^\circ\text{C}$, jusqu'à maturation du produit
- ❖ **Refroidissement rapide (arrêt de la fermentation)** : Les palettes sont rapidement transportées en chambre froide et maintenues à 2 à 3°C pendant 2 à 3 heures pour éviter la fermentation et l'acidification du produit.
- ❖ **Stockage** : Les flacons ont ensuite été stockés sous forme de palettes en chambre froide à 4°C pendant 24 h pour augmenter la rigidité par le froid.

ETAPE 6 : Vérifier le diagramme de fabrication sur place

Après la mise en place du diagramme de séquence de production, Le responsable qualité et les membres de l'équipe HACCP ont soigneusement vérifié le schéma de processus sur le terrain pour s'assurer de leur authenticité.

II. Phase d'Analyse du système HACCP

ETAPE, 7/8 : Analyser les dangers, Evaluation des risques, identifier les mesures Préventifs/ Détermination des point de contrôle critique (CCP) et (PRPo) :

III.1. Identifier les dangers

Pour l'identification des dangers et de leurs causes, il est plus pratique d'utiliser le diagramme d'Ishikawa ou la méthode 5M qui permet d'identifier trois types de dangers, ces dangers sont répartis dans le tableau XI ci-dessous

Tableau XI : types de dangers

Microbiologique	Chimique	Physique
Le micro-organisme d'altération (bactéries, levures, Moisissures) Les pathogènes végétatif : (<i>E. coli</i> , <i>Salmonella spp</i> , <i>streptococcus aureus</i>) Les pathogène sporulé : (<i>Clostridium Botulium</i> , <i>Bacillus cereus...</i>)	Tous les liquides secondaires utilisés dans les utilités, ou tout autre équipement et peuvent entrer en contact avec le produit, donc Dangereux pour les consommateurs (produits de nettoyage NEP, désinfection, lubrifiants) Métaux lourds pesticides, résidu vétérinaire (antibiotique, Hormones)	Tout objet dur, Tranchant et pointu corps étrangers (métal, verre, fil, plastique, cheveux, poussière, sac d'emballage, traitement thermique) objets personnels (étouffement, coupures, dents cassées)

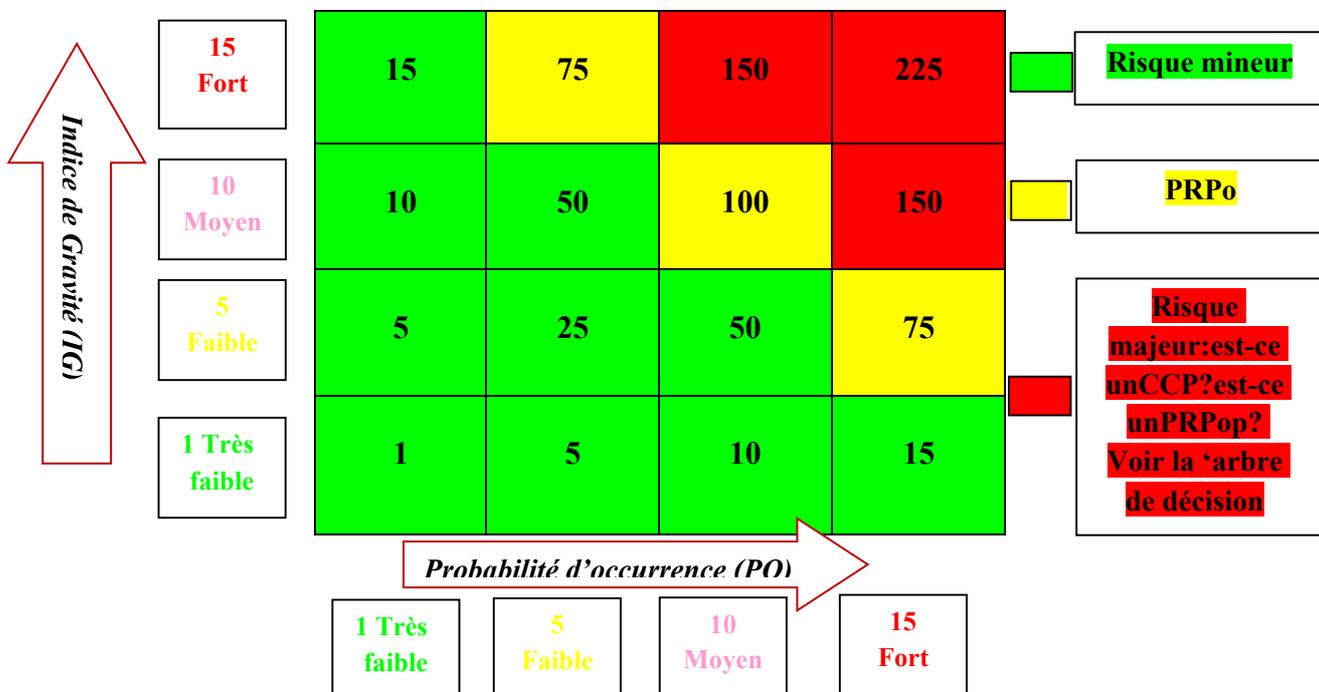
III.2. Evaluation des risques

L'évaluation des risques comprend la détermination de la probabilité d'occurrence de chaque danger identifié, ainsi que la gravité du danger. Cette évaluation doit permettre à l'équipe de sélectionner les risques clés afin de hiérarchiser les moyens de contrôle à appliquer. L'évaluation des risques est essentiellement basée sur une notation de risque combinée à trois facteurs

1/Sa **gravité**, mesurée par l'Indice de Gravité (**IG**) du danger ;

2/Sa **probabilité d'occurrence(PO)**(fréquence d'apparition) ;

3/L'**indice de criticité (IC)** est calculé en multipliant les deux facteurs précédent (**IGxPO**),et permet d'attribuer une note de 1 à 225. Ainsi les Risques Majeurs sont identifiés avec un indice de criticité compris entre 75 et 225.



FigureN°07 : Grille de criticité des dangers à contrôler

La (Figure N°06) peut être lu comme des intervalles d'indice de criticité

- ❖ De 1 à 50 : le classement de risque est de moindre importance, cependant le péril avec un IC compris entre 1 et 50 peut être géré en fonction de l'usine et de savoir-faire de la laiterie.
- ❖ De 75 à 100 : le risque est maîtrisé en PRPo (pré-requis opérationnels), c'est une étape de production où risque doit être maîtrisé pour assurer la qualité de produit, il peut être géré comme un CCP.
- ❖ De 150 à 225 : le risque est considéré comme principal nous utilisons l'arbre décisionnel de codex alimentarius (Figure N°03) pour la déterminer s'il s'agit d'un CCP qui doit être contrôlé et maîtrisé pour la sécurité alimentaire. Ces intervalles peuvent être récapitulés dans

un tableau (**Tableau XII**)

Tableau XII : Evaluation de chaque danger et ces critères de choix

	Gravité (G)	probabilité d'occurrence (PO)
1	Aucun effet	Très faible une fois par année
5	Gène ressentie par le consommateur (diarrhée bénigne, fatigue, maladie remédiable)	Un cas par mois ou plusieurs fois
10	Maladie réversible Troubles assez grave pouvant entraîner un examen médical	Une fois par semaine ou plusieurs fois par mois
15	Trouble grave entraînant une hospitalisation, pouvant entraîner la mort Maladie irréversible	Une fois par jour ou plusieurs fois par semaines

III.3.Mesures préventives

Ensemble de mesures visant à éviter un événement prévisible et susceptible de causer un préjudice à un individu ou à la communauté. La « hiérarchie » des dangers et leur manifestation conduisent à deux niveaux de dangers qui sont associés à deux précautions

Pour les dangers et/ou conditions à **faible impact**, des contrôles simples tels que les bonnes pratiques sont appliqués

Pour les dangers et/ou les conditions d'**impact élevé**, de bonnes pratiques doivent être appliquées, en prenant des mesures préventives pour éliminer ou réduire le danger à un niveau acceptable. Elle concerne tous les processus de fabrication qui les emmène à la réduction ou à l'élimination des risques spécification des paramètres et/ou conditions de production, mesures de gestion du personnel, etc...

Tableau XIII : Identification des dangers, origine et ses causes, ainsi que l'évaluation des risques et ses mesures préventives dans la production du yaourt ferme.

<u>Etape</u>	<u>Classe du Danger</u>	<u>Danger</u>	<u>Cause (5M)</u>	<u>Evaluation Des Risques</u>			<u>Origine de Danger</u>	<u>Arbre Des Décisions</u>					<u>Décision final PRPo/CCP</u>	<u>Mesures préventives</u>
				<u>G</u>	<u>F</u>	<u>IC</u>		<u>Q1</u>	<u>Q2</u>	<u>Q3</u>	<u>Q4</u>	<u>Q5</u>		
Réception Du Lait	M	<ul style="list-style-type: none"> – Croissance des bactéries végétatives – Toxines 	<ul style="list-style-type: none"> – Main D'ouvre 	15	5	75	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise pratique de BPH – Manutention des matières lères (non-respect de la T° de stockage Pendant le transport) 	Oui	Non	Non	Oui	Oui	PRPo	<ul style="list-style-type: none"> – Refuser toute matière lère douteuse provenant des fournisseurs non agréé – Respect des BPH – Surveiller la T° ambiante des locaux
	C	<ul style="list-style-type: none"> – Résidu d'antibiotique 	<ul style="list-style-type: none"> – Matériel – Méthode – Milieu – Matière 1^{er} 	15	10	150		Oui	Non	Non	Oui	Non		
Pré pasteurisation Et Ecrémage	M	<ul style="list-style-type: none"> – Présence d'agent pathogène – Contamination microbienne et résidu 	<ul style="list-style-type: none"> – Matériel – Main D'ouvre – Méthode 	15	5	75	<ul style="list-style-type: none"> – Non-respect des paramètres du (T°, le temps, débit) 	Oui	Non	Non	Oui	Oui	PRPo	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvais maitrise des barèmes (temps/ T°)
Poudrage Et Standardisation	P	<ul style="list-style-type: none"> – Corps étrangère 	<ul style="list-style-type: none"> – Matériel – Main D'ouvre – Méthode 	10	10	100	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise application des BPH – absence des filtres 	Oui	Non	Non	Oui	Oui	PRPo	<ul style="list-style-type: none"> – Installation d'un filtre non percée – vérifier les filtres périodiquement 24h
Homogénéisation Et Pasteurisation	M	<ul style="list-style-type: none"> – Recontamination par des micro-organismes pathogènes 	<ul style="list-style-type: none"> – Matériel – Main D'ouvre – Méthode – Milieu 	15	10	150	<ul style="list-style-type: none"> – Mauvaise réglage des paramètres (débit, T°, le temps, la pression) – pasteurisateur défectueux 	Oui	Non	Non	Oui	Non	CCP	<ul style="list-style-type: none"> – vérification et étalonnage de la sonde de T°C – maîtrise de BPH/BPF – maintenance des matériels

Chapitre 03 Application des étapes du système HACCP dans la fabrication du yaourt ferme

Etape	Classe du Danger	Danger	Cause (5M)	Evaluation Des Risques			Origine de Danger	Arbre Des Décisions					Décision final PRPo/CCP	Mesures préventives
				G	F	IC		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5		
Refroidissement	M	- Contamination par les germes d'altération	- Matériel - Main - D'ouvre - Méthode	15	5	75	- Plaques percées et détériorées - Non-respect des paramètres (Pression, T°)	Oui	Non	Non	Non	stop	PRPo	- Application de plan de nettoyage et analyse des eaux - La maîtrise des BPH/BPF
Ensemencement	M	- Recontamination par des germes d'altération et sporulés	- Matériel - Main - D'ouvre - Méthode - Milieu	15	5	75	- Une centrale de traitement d'Air défectueux - La nature des ferments	Oui	Non	Non	Non	stop	PRPo	- La stérilisation des tanks - La maîtrise des BPH/BPF
Conditionnement et palettisation	M	- Recontamination par les micro-organismes	- Matériel - Main - D'ouvre - Méthode - Milieu	10	10	100	- dysfonctionnement de la hotte A flux laminaire - Air contaminant	Oui	Non	Non	Non	stop	PRPo	- lavage CTA - Brosser et nettoyer l'intérieur des caissons et remplacer les filtres - Maintenance de bloc de la soudure et ses paramètres
Etuvage	M	- la mauvaise maturation des ferments lactique	- Main - D'ouvre - Méthode - Matériel - Matière 1er	15	10	150	- Irrespect des techniques et condition de ensemencement et ses paramètre (Ph, temps, T°) - La nature Matière 1 ^{er} (antibiotique) - La nature des ferments	Oui	Non	Non	Oui	Non	CCP	- Vérification des paramètres d'ensemencement (Ph, T°, temps) - Respect des BPH
Stockage à froid 4°C	M	- Prolifération de la flore d'altération	- Matériel - Main - D'ouvre - Milieu	10	10	100	- Chambre froide défectueux - Non-respect des mesures de vérification	Oui	Non	Non	Oui	Oui	PRPo	- La surveillance et la régulation de la T° de système de refroidissement - Bonne pratique de BPH

III. Phase de formaliser du système HACCP :

ETAPE, 9/10/11 : Fixer un seuil critique pour chaque CCP/PRPo et mettre sur place un système de surveillance, et la détermination des mesures correctives

III.1. Limites critique

Une limite critique est la valeur qui sépare l'acceptable de l'inacceptable. Elle correspond aux valeurs extrêmes acceptables au regard de la sécurité du produit. Un plan d'échantillonnage simple par attribut est une procédure de contrôle consistant à prélever au hasard un échantillon de taille donnée dans le lot. Les unités prélevées sont ensuite inspectées et classées comme conformes ou non conformes. Dépendant des informations recueillies, une décision est pris et le lot est accepté ou refusé (Jaupi, 2002).

III.2.Limites opérationnelles

Si la surveillance révèle un glissement vers la perte de maîtrise au niveau d'un CCP, le responsable peut agir pour prévenir cette perte de maîtrise avant que la limite critique ne soit dépassée. La limite qui déclenche cette action préventive est appelée «limite opérationnelle» et ne doit pas être confondue avec une limite critique (Lupien, 1997).

III.3.Un système de surveillance

La surveillance est la mesure ou l'observation planifiée d'un CCP par rapport à ses limites. Commentaire. Le programme de surveillance doit pouvoir détecter la perte de contrôle du PCC. Par conséquent, Il est donc important de spécifier, la procédure, la fréquence et la Personne responsable de la surveillance

Ce système est un ensemble d'observation et/ou de mesure qui permettent de surveiller les mesures de contrôle critique, ce système peut détecter une production incontrôlée et assurer la sécurité de produit.

III.4. Des actions correctives

Etant donné que l'importance de système et prévenu les problèmes des mesures correctives, doivent être pris pour éviter tout écart par rapport au ccp. Elle doit être prise après tout écart pour assurer la sécurité de produit et empêcher la réapparition de l'écart.

Tableau XIV : L'installation des limites critiques, système de surveillance, et les mesures correctives de chaque CCP et PRPo du produit

Etape	Classe de danger	Etape 9 : Fixation des seuils critiques		Etape 10 : Système de surveillance			Etape 11 : Installation des mesures correctives
		Cible	Limite critique	Procédure	Fréquence	Personale responsable	Actions correctives
Réception du lait	M	$T= 4\pm 2^{\circ}\text{C}$	$T > 6^{\circ}\text{C}$	_ Surveiller la T°C de stockage $4\pm 2^{\circ}\text{C}$	_ A Chaque arrivée de la matière 1 ^{ère}	_ Responsable de qualité	_ Analyse physico-chimique, organoleptique, microbiologique du lait
	C	Absent	Dominant	_ Delvo test et β start	_ A chaque réception	_ Responsable de production	_ Eliminer le lait cru
Pré pasteurisation et Ecrémage	M	$T=78\pm 2^{\circ}\text{C}$	$T < 72^{\circ}\text{C}$	_ Chaque dose pasteurisé	_ Test microbiologique du lait pasteurisé	_ Responsable de production _ Responsable de maintenance	_ Ajustement et surveillance des paramètres du pré pasteurisation
Poudrage standardisation	P	Filtre conforme	Filtres intégrés et non percés	_ Vérifier et contrôler les filtres	_ A chaque 24h	_ Responsable de production _ Responsable de maintenance _ Responsable de qualité	_ Confirmer l'accord parfait des filtres
Homogénéisation pasteurisation	M	$T^{\circ}88 \leq 95 \leq 97^{\circ}\text{C}$ $t=5\text{min}$	$\leq 93^{\circ}\text{C}$	_ Contrôler la T°C, Pression, débit	_ Surveillance	_ Responsable de production _ Responsable de maintenance _ Responsable de qualité	_ Arrêt de pasteurisation _ Rejeté de produit à l'égout
Refroidissement	M	$\Delta P < 0,2$ bar $T= 4\pm 2^{\circ}\text{C}$	$\Delta P > 0,2$	_ Vérification de la température à la sortie de refroidissement et la différence de pression	_ En continue	_ Responsable de qualité _ Responsable de production	_ Recyclage de produit

Etape	Classe de danger	Etape 9 : Fixation des seuils critiques		Etape 10 : Système de surveillance			Etape 11 : Installation des mesures correctives
		Cible	Limite critique	Procédure	Fréquence	Personne responsable	Actions correctives
Ensemencement	M	Flux laminaire $0,45 \pm 0,005$ m/s	Ensemencement avec des conditions d'asepsie	_ Contrôler le bon fonctionnement de la hotte à flux laminaire	_ Chaque ensemencement	_ Responsable de qualité _ Responsable de production	_ Bloquer le produit _ Jusqu'au l'obtention des résultats
Conditionnement Palletation	M	La qualité de produit	Absence des levures et moisissure et <u>Listeria monocytogene</u>	_ Analyse Microbiologique _ Contrôle de l'hygiène et plan de nettoyage	_ Tous les 60 min	_ Responsable de production _ Responsable de maintenance _ Technicien microbiologique	_ Arrêt de production _ Filtration de l'air _ Accumulation de produit et déplacer les palettes
Etuvage	M	$T=38^{\circ}\text{C}$ $\text{Ph} \leq 4,60$	$T 38 \pm 1^{\circ}\text{C}$ $\text{Ph} > 4,70$ $\text{Ph} < 4,50$	_ Surveiller la T° et le Ph	_ Surveillance	_ Responsable de production _ Responsable de qualité	_ Rejeter le produit _ allonger la durée d'étuvage pour certains produits moins acides
Stockage à froid	M	$T= 4 \pm 2^{\circ}\text{C}$	$T > 6^{\circ}\text{C}$	_ Contrôler la $T^{\circ}\text{C}$ de stockage permanente $T= 4 \pm 2^{\circ}\text{C}$	_ Chaque 2h	_ Responsable de production _ Responsable de qualité	_ Renforcer le BPH _ séparer le produit non conforme

ETAPE 12 : Etablir un système documentaire

Un registre montre l'historique du procédé, la surveillance, les déviations et les actions correctives (incluant le rejet du produit). Il peut se présenter sous forme de graphes de production, registre écrit, registre informatisé. Il doit être complet, actualisé, correctement remplis et précis (FAO, 1997).

Il comporte deux types de documents :

- La documentation sur le système mis en place : procédures, modes opératoires, instructions de travail se référant aux points 1 à 11 ci-dessus. Ces documents constituent le «plan HACCP ». Ils sont avantageusement regroupés dans un « manuel HACCP ».

- Les enregistrements (résultats, observations, rapports, relevés de décisions...) se référant aux points 1 à 11 du plan de travail (Jouve, 1994) Il y a une dizaine d'intercalaires quelquefois qui sont répartis, ils recueillent toutes les données appropriés, À propos de tout ce qui se passe au sein de l'entreprise en rapport avec le système HACCP.

- Généralité
- Matière première
- Plans HACCP
- Enregistrements
- Analyses
- Audits
- Législation
- Documentation
- Divers

Tous les registres et documents de contrôle sont communément conservés au cours des 2 ans pour les services d'inspection.

ETAPE 13 : vérification et validation du système

- Vérification du système HACCP

Les méthodes de test et de vérification, y compris l'échantillonnage et les tests aléatoires, peuvent être utilisées pour déterminer si le système HACCP fonctionne correctement et tel que prévu. Les activités de vérification incluent:(FAO, 1997)

- ❖ La validation du plan HACCP
- ❖ Les systèmes d'audit du HACCP
- ❖ L'étalonnage de l'équipement
- ❖ L'échantillonnage et l'analyse ciblés

– **Validation du système HACCP (FAO, 2001)**

La validation est l'action qui permet d'évaluer si un plan HACCP, établi pour un produit et un procédé donnés, identifie et maîtrise correctement tous les dangers significatifs de sécurité sanitaire des aliments ou les réduit à un niveau acceptable. La validation du plan HACCP doit inclure:

- ❖ La révision de l'analyse des dangers
- ❖ La détermination des CCP
- ❖ La justification du choix des limites critiques, par exemple sur des bases scientifiques et selon la législation alimentaire en vigueur
- ❖ La détermination de l'adéquation et de la validité des activités d'évaluation, des actions correctives, des procédures d'enregistrement et des activités de vérification

ETAPE 14 : Revue du système HACCP

Un examen du système HACCP est une évaluation formelle, menée par les autorités nationales, le système HACCP est conforme à sa politique de maîtrise des risques prévue. L'objectif principal d'une révision du système HACCP est toujours de tenir compte de la ligne de production et des bonnes pratiques d'hygiène (BPH), et il est recommandé de documenter les modifications apportées et quand elles ont été apportées. Lors de l'examen d'un système HACCP, il faut s'assurer que :

- Vérifier tous les CCP
- Les contrôles mis en place sont appropriés
- Documenter tout changement apporté aux lignes de production ou aux activités de l'entreprise.

Conclusion

La sécurité des consommateurs est fondamentale pour l'industrie alimentaire et la clé de cette dernière est le renforcement de l'application des règles d'hygiène pendant tout le processus de fabrication jusqu'à la commercialisation

Le système HACCP est un objet de protection internationale par le codex alimentarius, ainsi y est identifiable et aussi intelligible mondialement, La méthode HACCP est accordable avec l'installation du système de management de la qualité.

Ce système a nous permis d'identifier et de maîtriser 3 types de dangers lors de la production du yaourt (chimiques, physique, microbiologique) qui peuvent agir comme inhibiteur dans la qualité hygiénique Grâce à l'analyse de tous les dangers du yaourt ferme et à l'utilisation d'un arbre de décision ISO 22000, pour nous aider à identifier les CCP et le PRPo.

Après avoir dressé un schéma de la production du yaourt de l'entreprise, nous avons listé à chaque étape tous les points critiques CCP qui sont (la réception du lait, Homogénéisation et pasteurisation, étuvage), ensuite on 'a démontré les mesures préventives, et leurs actions correctives dans le but de les ramener à un niveau acceptable.

la réalisation a été très bénéfique et avantageux, cela nous a permis d'acquérir des nouvelles compétences. Qu'ils nous seront utiles dans le futur avenir.

Références Bibliographiques

A

AFNOR. (2005). ISO 22000-2005 : Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires - Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. -Paris : AFNOR.-32 p. AFNOR. Ed. La plaine Saint-Denis, France. ISBN 2-12-440110-6.

AFNOR. (2006). NF V01-001, Méthodologie pour l'élaboration des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP, Mars.

AFNOR. (2006). 60204-1. Sécurité des machines-Équipement électrique des machines-Partie 1: règles générales. Paris-La Défense, fév. 1993.p 105.

Amgar, A. (1992). Le système : composant de la sécurité alimentaire. In : Microbiologie prédictive et HACCP. Paris. Ed: ASEPET, Laval. p 239.

B

Bai, L., M. Cheng-lin., Y, Yin-sheng., Z, Shu-kuan., G, Shun-long. (2007). Implementation of HACCP system in China :A survey of food enterprises involved. Food Control, 18, Pp 1108–1112.

Barillet, J. (1997). Sécurité alimentaire et HACCP ; in : « Microbiologie Alimentaire : Techniques de laboratoire ». Ed. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.

Benzouai, M., Mouss, L.H., Smadi, H. (2007). La maîtrise de la qualité dans l'industrie agroalimentaire, étude de cas. In 4th International Conference on computer Integrated Manufacturing CIP.

Bergamaier, D. (2002). Production d'exopolysaccharide par fermentation avec des cellules Immobilisées de lactobacillus rhamnosus RW 959dansunmilieu à base de perméat de lactosérum ; thèse de doctorat, université de Laval, canada.

Blanc, D. (2006). ISO 22000, HACCP et sécurité des aliments : Recommandations, outils, FAQ (Frequently Asked Questions) et retours de terrain. AFNOR.

Boutou, O. (2008). De l'HACCP à l'ISO 22000: Management de la sécurité de aliments. (2ème éd.), les Editions AFNOR, 11 rue de francis pressensé, 93571 La Plaine Saint-Denis, France.

Bonnefoy, C., Guillet, F., Leyral, G., Verne-Bourdais, É. (2002). Microbiologie et Qualité dans les industries agroalimentaires. Ed : Loin. Pp 225.

Bonne, R., Wright, N., Camberou, L. et Boccas, F. (2005).Lignes directrices sur le HACCP, les Bonnes Pratiques de Fabrication et les Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les PME : Manuel complet pour évaluer vos pratiques d'hygiène et votre plan HACCP.

Bouchriti, N. (2010). Le système HACCP : Hasard Analysis Critical Control Point ; Analyse des Dangers et Maîtrise des Points Critiques. Département HIDAOA, Institut Agronomique et Vétérinaire (IAV) Hassan II, Rabat, Maroc.

C

Canon, K. (2008). Plan de maîtrise sanitaire et HACCP ; rubrique Agroalimentaire : Techniques de l'ingénieur.

Christine, R. (2017). Transformer les produits laitiers frais à la ferme, 3 ème Ed : Educagri, Dijon Cedex

Cidil et Inra. (2009). Du lait aux produits laitiers. – Paris France : Cidil. p 19.

Codex Alimentarius. (1975). Normes n°A 11(A).- Rome :FAO/OMS.p : 86.

Codex Alimentarius. (1993). Alinorm93/13 A 2 ème session de la commission FAO/OMS du codex Alimentarius GENEVE.

Codex Alimentarius. (2003). Code d'usages internationaux recommandés, Principes généraux d'hygiène et système d'analyse des risques et points critiques pour leur maitrise-CAC/RCP 1-1969 Rév 4.

Codex Alimentarius. (2011). Principes généraux d'hygiène alimentaire CAC/RCP 1-1969.Pp : 20- 39.

Covri. (1997). Evénement : les yaourts, les laits fermentés. p148.

Curt, C. (2002). Méthode d'analyse, d'évaluation et de contrôle des propriétés sensorielles en conduite de procédé alimentaire : Application à la fabrication du saucisson sec. Thèse de doctorat en génie des procédés. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires. Masson, France.

D

Daham, H. (2000). HACCP, Définitions, principes et mise en place.

Dellaglio, F., de Roissart, H., Torriani, S., Curk, M. C. and Janssens, D. (1994). (Caractérisation générale des bactéries lactiques, Tec &Doc 'Eds) Loriga. Pp : 1-25-116.

Dupin, H., Cup, J.L., Maleviak, M.I., Leynaud-rouaud, C., et Berthier A.M. (1992). Alimentation et nutrition humaine. Ed : esf, paris. p 1515.

Dupuis, C., Tardif, R., Verge, J. (2002).Hygiène et sécurité dans l'industrie laitière, Ed. Polytechnique, Québec, Canada.

E

Elisabeth, V. (2008). Aliment et boisson : filière et produits 3 ème édition. p 33.

Enkelejda, P. (2004). Interactions physico-chimiques et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé : quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la flaveur, thèse de doctorat en science des aliments. INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE PARISGRIGNON.

F

FAO.WHO. (1997). (Codex alimentarius commission). Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) system and guide lines for its application. Annex to CAC/RCP 1.

FAO. (1998). Food Quality and Safety Systems - A Training Manual on Food Hygiène and the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) System. Publishing Management Group, FAO Information Division, Rome.

FAO. (2001). Systèmes de qualité et de sécurité sanitaire des aliments. Manuel de formation sur alimentaire et le système d'analyse des risques-points critiques pour leur maîtrise. Rome. p133.

G

Gosta, B. (1995). Produit laitiers de culture. In .Manuel de transformation du lait. Edition: téta pack Processing systems AB. Sweden.

Guyot, P. (1992). Les yaourts D.L.G. foods .Tec.

H

Huss, H.H. (1996). Harmonisation des spécifications internationales dans le cadre de systèmebasé sur le HACCP .Rapport d'une réunion F.A.O d'expert. Vancouver. Nada.

I

Isanga, J., et Zhang, G. (2006). Production and Evaluation of Some Physicochemical Parameters of Peanut Milk Yoghurt. A.G.B.

ISO 22000, (2018).ISO 22000 et démarche HACCP. Site web: <http://www.isor.fr/ref/iso-22000-haccp.html>

J

Jenner, T., Elliott, M., Menyhart, C., et Kinnear, H. (2005).Document d'accompagnement Avantage HACCP. Centre d'information du gouvernement, MAAO, Canada.

Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., Brule, G. (2006). Science des aliments : biochimie microbiologie - procédé – produits, volume 1 : stabilisation biologique et physicochimique, Ed. TEC et DOC, Paris, P 383.

Loupien, J. (1995). Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine tome11 P 97.

J.O.R.A. (1998). Arrêté interministériel du 16 Joumada Ethania 1419 correspondant au 7octobre1998 relatif aux spécifications techniques des yaourts et aux modalités de leur mise à la consommation (J.O n°86).

J.O.R.A. (2017). Journal Officiel de la République Algérienne, N 24 : Obligations Générales.

Jouve, J.L. (1996). La qualité microbiologique des aliments maîtrise et critères 2^{ème} Edition: polytechnica, food microbiology.

L

Lemoinier. (1989). Les laits fermentés Ed :I.S.P n°2.

Leory, F., Degeest, B., etVuyst, L.D. (2002).A novel area of predictive modeling: describing the functionality of beneficial microorganisms in foods. International journal of Food Microbiology.

Loones, A. (1994). Laits fermentés par les bactéries lactiques. In: Bactéries lactiques. Edition : Lorica, Paris, France.

Lupien, J.R. (1997). Systèmes de qualité et de sécurité sanitaire des aliments FAO, Service de la qualité et des normes alimentaires, division de l'alimentation et de la nutrition.

Luquet, F.M. (1985). Laits et produits laitiers : transformations et technologies Ed, techniques et documentation.

Luquet, F.M. (1990). Les produits Laitiers Transformation et technologie. 2e édition lait et produits laitiers vache, brebis, chèvre. Tech-doc Apria Lavoisier.

Luquet, F.M., Corrieu, G. (2005). Bactéries lactiques et pro-biotiques. Edition: Tec et doc. Lavoisier. Londres, Paris, New York. P304.

M

Marty Teyssset, C., De la Torr, F., et Garel J. R. (2000).Increased production of hydrogen peroxide by *lactobacillus delbruekii subsp. bulgaricus* upon aeration: involvement, applied and environment microbiology.66(1).

Mechtoun, A. (2014). Essai de fabrication d'un yaourt naturel aromatisé par un sirop de romarin

P

Perret du Cray, S. (2008). Présentation de la démarche HACCP. Chambre de Commerce et d'Industrie (C.C.I.)/Service Développement des Entreprises, Arras, France.

Q

Quittet, C., Nelis, H. (1999). HACCP pour PME et artisans, Secteur produits laitiers- Tome 1.

R

Rige, F., Cardon, F., et Doussin, J.P. (2004). Gestion et prévention des risques alimentaires. Suisse. Ed : WEKA.

Righi, M. (2006). Microorganismes en action : le yaourt.

Rousseau, M. (2005). La fabrication du yaourt, les connaissances. INRA.

S

Salghi, R. (2010). Système HACCP selon les exigences du programme d'amélioration et de salubrité des aliments du Canada (PASA), Partie 1 : Programmes Préalables. Université IBN ZOHR, Ecole nationale des sciences appliquées (ENSA) AGADIR, Maroc.

Sarter, (2008). Organisation institutionnelle du contrôle de la qualité sanitaire des denrées alimentaires à Madagascar, P5.

Scientifique de Syndifrais, M. (1997). Yaourts, laits fermentés. *Le Lait*, 77(3), 321-358.

Sfakianakis, P., Tzia, C. (2014). Conventional and Innovative Processing of Milk for Yogurt Manufacture ; Development of Texture and Flavor: A Review. *Foods*, 3(1).

Sneed, J., Strohbehn, C., Glimoe, S. (2007). Impact of mentoring on food safety, *Journal of American Dietetic Association*

T

Tamime, A.Y., Deeth, H.C. (1980). Yogurt: technology and biochemistry. *Journal of Food protection*.

Tamime, A. Y., Robinson, R. K. (2007). Tamime and Robinson's yoghurt: science and technology. Cambridge: Wood head Publishing LTD.

Taylor, E., et Kane, K. (2005). A new method of HACCP for the catering and food service industry. *Food control*.

V

Vignola, C.I. (2002). Science et technologie du lait : transformation du lait. Ed Lavoisier, Paris.

Y

Yakhlef, H., Madani, T., Ghozlan, F. et Bir, B. (2010). Rôle du matériel animal et de l'environnement dans l'orientation des systèmes d'élevage bovins en Algérie; in : « la filière lait en Algérie » Communication au 8^{èmes} journées des sciences vétérinaires, 18 et 19 avril. École nationale supérieure vétérinaire d'Alger.

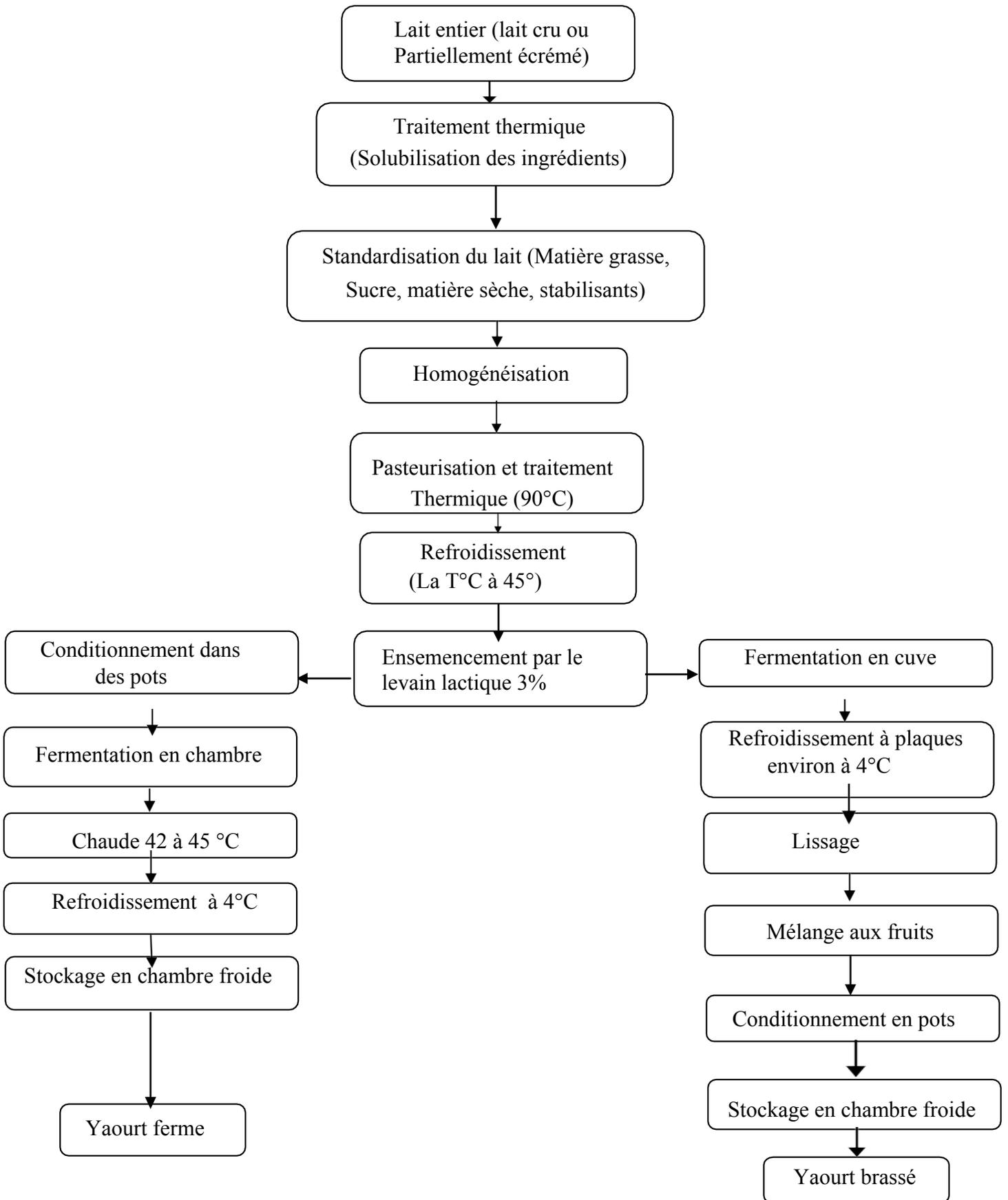


Diagramme de fabrication du yaourt ferme et brassé

Résumé : Afin d'améliorer la sécurité sanitaire du consommateur, l'industrie agroalimentaire a adopté des bonnes pratiques d'hygiène et a mis en place des méthodes préventives visant à assimiler, évaluer et contrôler les dangers, afin de réduire à zéro le risque d'infection. Notre étude consiste à l'application des différentes étapes de système HACCP sur toute la longueur de la chaîne de production du yaourt ferme en tenant compte des normes internationales et de la réglementation nationale, Tout en évaluant la mise en place des programmes préalables. Une analyse des dangers de la production du yaourt ferme (dès la réception des matières premières, jusqu'à la consommation des produits finis) et des programmes prérequis, nous a permis de découvrir trois CCP (un CCP chimique et deux microbiologiques), ainsi que 7 PRPO (un PRPO physique et 6 PRPO microbiologiques).

Ceci est réalisé à l'aide de l'arbre décisionnel ISO 22000 et sur la base des informations collectées des différentes étapes de fabrication. Ces résultats peuvent également démontrer l'efficacité du système HACCP pour lutter contre les risques sanitaires, pour que l'industrie laitière puisse continuer à fabriquer des produits hygiéniques.

Mot clés : HACCP, sécurité alimentaire, Yaourt ferme, CCP, OPRP.

Abstract: In order to improve consumer sanitary safety, the food industry has adopted good hygiene practices and implemented preventive methods aimed at assimilating, evaluating and controlling hazards, in order to reduce the risk of contamination to zero 'infection. Our study consists of the application of the different stages of the HACCP system along the entire length of the firm yogurt production chain, taking into account international standards and national regulations, while evaluating the implementation of prerequisite programs. An analysis of the dangers of the production of firm yoghurt (from the reception of the raw materials, until the consumption of the finished products) and of the prerequisite programs, enabled us to identify three CCPs (one chemical and two microbiological CCP), as well than 7 OPRPs (one physical and 6 microbiological OPRPs).

This is carried out using the ISO 22000 decision tree and on the basis of the information collected on the various manufacturing stages. These results can also demonstrate the effectiveness of the HACCP system in combating health risks, so that the dairy industry can continue to produce hygienic products.

Keywords: HACCP, food safety, firm yogurt, CCP, OPRP.