

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université d'Ain Témouchent Belhadj Bouchaib
Faculté des sciences et de Technologie
Département d'agroalimentaire

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : **Science de la Nature et de la Vie**

Filière : **Sciences alimentaires**

Spécialité : **Agroalimentaire et contrôle de qualité**

Thème :

**MISE EN PLACE DU SYSTÈME HACCP DANS
UNE LAITERIE**

Soutenu le, **21 juin 2026**

Présenté par :

Ba Mouhamadou Amadou

Devant le jury composé de :

Dr. Bensalah Fatima	MCB	Université d'Ain Témouchent	Président
Dr. Chihab Mounir	MCA	Université d'Ain Témouchent	Examinateur
Dr. Khalfa Ali	MCA	Université d'Ain Témouchent	Examinateur
Dr. Senouci Azzeddine	MCB	Université de Ain Témouchent	Co-encadrant

Année universitaire 2025/2026

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au **Dr. Khalfa Ali**, maître de conférences à l'Université Belhadj Bouchaib d'Aïn-Témouchent, pour sa contribution inestimable à ma formation. Ses enseignements, tant pédagogiques que scientifiques, ont considérablement enrichi mon travail.

J'adresse également mes sincères remerciements aux membres du jury, **Dr. Chihab Mounir** et **Dr. Bensalah Fatima**. Leur expertise, leurs conseils avisés ainsi que leur disponibilité ont été d'une grande importance dans la réalisation de ce travail. Je leur suis profondément reconnaissant pour leur engagement et leur contribution.

Je tiens aussi à remercier l'ensemble des enseignants du département Agroalimentaire, en particulier ceux du parcours Sciences Alimentaires, ainsi que les étudiants de la promotion 2025-2026, pour leur collaboration et leur soutien.

Enfin, j'exprime ma gratitude à toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail. Leur aide et leurs encouragements m'ont été précieux.

DÉDICACE

Louange à Allah, le Tout-Puissant, pour Sa grâce infinie, Sa miséricorde et pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires à l'aboutissement de ce travail.

Je dédie ce mémoire à mes très chers parents, en témoignage de ma profonde reconnaissance pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices inestimables et leur soutien indéfectible tout au long de mon parcours. Puisse Dieu les préserver et les récompenser.

À mes frères et sœurs, pour leur affection, leurs encouragements constants et leur présence réconfortante dans les moments les plus exigeants.

À mes professeurs, pour la qualité de leur enseignement, leur rigueur scientifique et leur engagement à transmettre le savoir avec passion.

À mes camarades de classe, pour l'esprit de solidarité, les échanges enrichissants et les moments partagés qui ont marqué ce parcours.

À mon encadrant, Monsieur Ali Khalfa, à qui j'adresse ma sincère gratitude pour son encadrement rigoureux, sa disponibilité constante, ses orientations éclairées et ses conseils judicieux, qui ont été déterminants dans la réalisation de ce travail.

Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce mémoire.

الملخص

نظراً لقيمتها الغذائية العالية وقابليته للتلوث، يتطلب الحليب رقابة صارمة على المخاطر عبر كامل سلسلة الإنتاج. تتناول هذه الأطروحة تطبيق نظام تحليل المخاطر ونقاط التحكم الحرجة (HACCP) في وحدة لمعالجة الحليب، في سياق أصبحت فيه سلامة الأغذية قضية محورية في الصناعة الغذائية.

يعرض هذا العمل الأسس النظرية لنظام HACCP ، مع التركيز على مبادئه وأهدافه ومنهجية تطبيقه وفقاً لإرشادات الدستور الغذائي (Codex Alimentarius). كما يبرز الدور الأساسي لبرامج المتطلبات الأولية، ولا سيما ممارسات النظافة الجيدة (GHP) وممارسات التصنيع الجيدة (GMP) ، التي تشكل القاعدة لنظام HACCP فعال.

أفضى تحليل المخاطر البيولوجية والكيميائية والفيزيائية إلى تحديد نقاط التحكم الحرجة (CCP) في مراحل مختلفة من عملية إنتاج الحليب، خاصة البسترة، والتبريد، والتعبئة، والتخزين. ويُعد التحكم في هذه النقاط أمراً ضرورياً للوقاية من المخاطر الصحية وضمان جودة المنتج.

تُظهر النتائج أن تطبيق نظام HACCP يُحسن إدارة المخاطر، ويعزز الجودة الصحية والغذائية لمنتجات الألبان، كما يقوّي ثقة المستهلك. وعليه، يُعد HACCP أداة أساسية لإدارة فعّالة لسلامة الأغذية في الصناعات اللبنية.

الكلمات المفتاحية : HACCP ، سلامة الأغذية، الصناعة اللبنية، نقاط التحكم الحرجة، الجودة الصحية.

RÉSUMÉ

Le lait, en raison de sa richesse nutritionnelle et de sa forte sensibilité aux contaminations, nécessite une maîtrise rigoureuse des risques tout au long de la chaîne de production. Ce mémoire traite de la mise en place du système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) dans une laiterie, dans un contexte où la sécurité sanitaire des aliments constitue un enjeu majeur pour l'industrie agroalimentaire.

Ce travail présente les fondements théoriques du système HACCP, en mettant l'accent sur ses principes, ses objectifs et sa démarche de mise en œuvre conformément aux recommandations du Codex Alimentarius. Il met également en évidence le rôle essentiel des programmes prérequis, notamment les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, qui constituent la base indispensable à l'efficacité du système.

L'analyse des dangers biologiques, chimiques et physiques a permis d'identifier les points critiques de contrôle (CCP) au niveau des différentes étapes du procédé laitier, en particulier la pasteurisation, le refroidissement, le conditionnement et le stockage. La maîtrise de ces points critiques est essentielle pour prévenir les risques sanitaires et garantir la qualité des produits.

Les résultats montrent que l'application du système HACCP permet d'assurer une meilleure gestion des risques, d'améliorer la qualité sanitaire et nutritionnelle des produits laitiers et de renforcer la confiance des consommateurs. Ainsi, ce système constitue un outil incontournable pour une gestion efficace de la sécurité alimentaire dans les laiteries.

Mots-clés : HACCP, sécurité alimentaire, industrie laitière, CCP, qualité sanitaire.

ABSTRACT

Due to its high nutritional value and susceptibility to contamination, milk requires strict control of hazards throughout the production chain. This thesis deals with the implementation of the HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) system in a dairy processing unit, in a context where food safety has become a major concern in the agri-food industry.

This work presents the theoretical foundations of the HACCP system, focusing on its principles, objectives, and implementation approach according to Codex Alimentarius guidelines. It also highlights the essential role of prerequisite programs, particularly Good Hygiene Practices (GHP) and Good Manufacturing Practices (GMP), which form the basis for an effective HACCP system.

The analysis of biological, chemical, and physical hazards led to the identification of Critical Control Points (CCP) at different stages of the dairy process, especially pasteurization, cooling, packaging, and storage. Controlling these critical points is essential to prevent health risks and ensure product quality.

The results show that the implementation of the HACCP system improves risk management, enhances the sanitary and nutritional quality of dairy products, and strengthens consumer confidence. Therefore, HACCP represents a key tool for effective food safety management in dairy industries.

Keywords : HACCP, food safety, dairy industry, CCP, sanitary quality.

Liste des abréviations

% : Pour cent (pourcentage).

°C : Unité degré Celsius.

5M : Milieu, Main d'œuvre, Matériel, Méthode, Matière.

B : Biologie

BPF : Bonnes pratiques de fabrication.

BPH : Bonnes pratiques d'hygiène.

C : Chimique

CCP : Point critique pour la maîtrise (Critical Control Point).

CIP : Cleaning in place

CRIQ : Centre de recherche industrielle du Québec

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FDA : Food and Drug Administration

FIFO : First in First out

HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point.

IAMSF : internationale des spécifications microbiologiques pour les aliments

IAMFES : l'Association internationale des hygiénistes du lait, des aliments et de l'environnement

ISO : International Standards Organisation.

NASA : National Aeronautics and Space Administration.

NEP : Nettoyage en Place. (Jeantet, 2006; Vignola, 2002)

P : Physique

PME : petites et moyennes entreprises

PRP : Programme préalable.

PRPO : Programmes prérequis opérationnels.

SMSA : Système Management des denrées.

T° : Température.

TQM : Total Quality Management

WHO : World Health Organization

Listes des tableaux

Tableau 1 : Hygiène des circuits produits de base	14
Tableau 2 : Hygiène et désinfection des surfaces	15
Tableau 3 : le plan de travail en 12 étapes	26
Tableau 4 : Fiche technique composant les données relatives au lait pasteurisé et lait fermenté.....	27
Tableau 5 : Fiche technique composant les données relatives au fromage et matières grasses laitières.	28
Tableau 6 : Différents types de dangers alimentaires en fonction de leurs origines.....	31
Tableau 7 : inventaire de la diversité (à l'échelle des genres) des bactéries et levures dans des laits crus.	33
Tableau 8 : Les dangers identifiés, leurs origines et leurs mesures de maîtrise	36
Tableau 9 : Les points critiques identifiés	37

LISTES DES FIGURES

Figure 1 : Diagramme d'ishikawa.....	21
Figure 2 : Description de l'arbre de decision.....	22

SOMMAIRE

Table des matières

INTRODUCTION.....	1
Chapitre I. Généralités sur le système HACCP	4
I.1 Historique et origine du système HACCP	5
I.2 Définition du HACCP	6
I.3 Objectifs du système HACCP	6
I.4 Importance du HACCP dans l'industrie laitière	7
I.5 Avantages et limites du système HACCP	8
Chapitre II. Programmes préalables à la mise en place du HACCP	10
II.1 Bonne pratique d'hygiène (BPH).....	11
II.2 Bonnes pratiques de fabrication (BPF)	12
II.3 Nettoyage et désinfection	12
Nettoyage automatique et semi-automatique (CIP ou NEP).....	12
II.4 Hygiène du personnel.....	16
1. État de santé	16
2. Maladies et blessures	16
3. Propreté personnelle.....	17
4. Comportement personnel	17
5. Visiteurs et personnes extérieures à l'établissement	18
II 5. Maintenance et étalonnage des équipements	18
1. Maintenance des équipements	18
2. Étalonnage des instruments de mesure	18
II.6. Lutte contre les nuisibles	19
Chapitre III. Principes fondamentaux du système HACCP	20
III.1. Analyse des dangers.....	21
III.2. Détermination des points critiques pour la maîtrise	22
III. 3. Établissement des limites (seuils) critiques	23
III.4. Procédure de surveillance de la maîtrise des CCP	23
III.5. Détermination des actions correctives	23
III.6. Procédure de vérification	23
III.7. Documentation et enregistrement	23

Chapitre IV. Démarche de mise en place du HACCP selon le Codex Alimentarius	24
IV.1. Constituer une équipe de HACCP au niveau d'une laiterie	26
IV.2. Description des produits laitiers	27
IV.3. Identification d'utilisation prévue	28
IV.4. Élaboration du diagramme de fabrication	29
IV.5. Vérification sur site du diagramme de fabrication	29
IV.6. Analyse des dangers à chaque étape du procédé	29
IV.7. Détermination et validation du CCP dans une laiterie	31
Chapitre V. Spécificités du système HACCP dans l'industrie laitière.....	32
V.1. Caractéristiques microbiologiques du lait	33
1. Les principaux germes et bactéries intéressants le lait	33
V.2. L'importance des microorganismes du lait	34
2.1 . La flore indigène ou originelle	34
2.2. La flore contaminante.....	34
2.3. La flore d'altération.....	34
2.4 La flore pathogène	35
V.3. Sources de contamination du lait.....	35
3.1. Contamination par l'animal.....	35
3.2. Contamination au cours de la traite	35
3.3. Contamination au cours du transport.....	35
V.4. Dangers biologiques, chimiques et physiques liés au lait.....	36
V.5. Étape critique de la transformation laitière	37
V.6. Impact du traitement thermique sur la qualité nutritionnelle du lait.....	39
6.1. Principes fondamentaux de la pasteurisation et de la stérilisation	39
6.2. Impact sur la qualité nutritionnelle du lait.....	39
V.7. Rôle du HACCP dans la préservation de la qualité sanitaire et nutritionnelle....	40
CONCLUSION.....	42
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	44

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Dans un contexte marqué par la mondialisation des échanges alimentaires, l'intensification des systèmes de production et l'exigence croissante des consommateurs en matière de qualité sanitaire, la maîtrise de la sécurité alimentaire s'impose comme un enjeu stratégique majeur pour l'industrie agroalimentaire, en particulier pour le secteur laitier.

En effet, le lait, en tant que matrice biologique hautement nutritive et instable, constitue un substrat particulièrement propice au développement de micro-organismes d'altération et de germes pathogènes, ce qui le rend intrinsèquement vulnérable aux contaminations tout au long de la chaîne de production, depuis la traite jusqu'à la consommation (**Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006**).

La notion de sécurité alimentaire dans l'industrie laitière ne se limite pas à la simple conformité aux exigences réglementaires ; elle s'inscrit dans une approche systémique intégrant l'identification, l'évaluation et la maîtrise des dangers biologiques, chimiques et physiques susceptibles d'affecter la salubrité des produits.

Cette approche repose sur l'application rigoureuse des programmes prérequis, notamment les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, ainsi que sur l'adhésion aux référentiels internationaux élaborés par des instances telles que la Codex Alimentarius Commission, qui établit les principes généraux d'hygiène alimentaire et constitue une base normative essentielle pour la gestion de la sécurité sanitaire des denrées alimentaires (**Codex Alimentarius, 2003**).

Dans ce cadre, la sécurité alimentaire apparaît comme un processus dynamique et multidimensionnel, impliquant une maîtrise continue des conditions de production, de transformation, de stockage et de distribution (**Jeličić et al., 2009 ; Henson et al., 1999**).

Face à la complexité croissante des procédés technologiques et à la diversité des sources de contamination, les approches traditionnelles de contrôle qualité, fondées principalement sur l'analyse du produit fini, montrent leurs limites en matière de prévention des risques. Dès lors, l'adoption d'un système structuré, fondé sur une démarche préventive et scientifique, devient indispensable. C'est dans cette optique que le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) s'est imposé comme un outil de référence à l'échelle internationale.

Recommandé par des organisations telles que la FAO et l'WHO, le HACCP repose sur une méthodologie analytique visant à identifier les dangers significatifs, à déterminer les points

critiques pour leur maîtrise (CCP) et à mettre en place des mesures de surveillance et de correction appropriées **(FAO/WHO, 2009)**.

Dans le contexte spécifique de l'industrie laitière, le recours au système HACCP se justifie pleinement par la nécessité de maîtriser des étapes critiques telles que la réfrigération du lait cru, les traitements thermiques (pasteurisation, stérilisation) et les conditions de transformation, où les défaillances peuvent engendrer des risques sanitaires majeurs. En outre, la variabilité de la qualité microbiologique du lait à la production, associée aux contraintes liées à la chaîne du froid et à la complexité des procédés de transformation, renforce la pertinence d'une approche préventive structurée **(Jeantet, 2006 ; Jeličić *et al.*, 2009 ; Henson *et al.*, 1999)**.

Le HACCP permet ainsi non seulement d'anticiper les risques, mais également d'optimiser les performances des systèmes de production en intégrant une logique d'amélioration continue **(FAO/WHO, 1997 ; Vierling, 1998)**.

Justification du choix du système HACCP pour les produits laitiers **(Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997)**.

Le lait et les produits laitiers sont des aliments très nutritifs mais aussi très sensibles aux contaminations microbiologiques, chimiques et physiques tout au long de la chaîne de production. Malgré l'application des bonnes pratiques d'hygiène, des risques peuvent persister, notamment lors des étapes critiques comme la collecte, la transformation et le stockage **(Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006)**.

Dans ce contexte, la mise en place d'un système efficace de gestion des risques devient indispensable pour garantir la sécurité des produits. Le système HACCP, recommandé par des organismes internationaux tels que la FAO et l'WHO, est considéré comme une approche préventive essentielle.

Toutefois, son application dans l'industrie laitière peut rencontrer certaines difficultés liées à la complexité des procédés et au respect des conditions d'hygiène **(Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997)**.

Chapitre I. Généralités sur le système HACCP

I.1 Historique et origine du système HACCP

Le système HACCP est aujourd'hui largement considéré comme une référence en matière de sécurité sanitaire des aliments. Il est reconnu à l'échelle internationale comme une approche systématique et préventive permettant d'identifier, d'évaluer et de maîtriser les dangers biologiques, chimiques et physiques susceptibles d'affecter les denrées alimentaires. Contrairement aux méthodes traditionnelles reposant principalement sur l'inspection et l'analyse des produits finis, cette approche privilégie l'anticipation et la prévention des risques tout au long du processus de production.

L'origine du système HACCP repose sur deux concepts majeurs. Le premier est lié aux travaux de W. E. Deming, dont les théories sur la gestion de la qualité ont largement contribué à l'amélioration de la qualité des produits japonais dans les années 1950. Ces travaux ont conduit au développement du concept de gestion de la qualité totale (Total Quality Management – TQM), qui vise à améliorer la qualité des produits durant toutes les étapes de la production tout en réduisant les coûts.

Le second concept correspond au développement du système HACCP lui-même. Celui-ci a été élaboré dans les années 1960 grâce à une collaboration entre la société Pillsbury, l'armée des États-Unis et l'Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace (NASA). Cette coopération avait pour objectif de produire des aliments parfaitement sûrs destinés aux astronautes lors des missions spatiales.

La NASA souhaitait mettre en place un programme de type « zéro défaut » afin de garantir la sécurité sanitaire des aliments consommés dans l'espace. Dans ce contexte, la société Pillsbury a développé le système HACCP, qui repose sur la maîtrise des dangers dès les premières étapes du processus de production plutôt que sur le contrôle du produit final **(FAO, 2001 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997).**

Le concept HACCP a été présenté publiquement pour la première fois par la société Pillsbury lors d'une conférence sur la sécurité sanitaire des aliments en 1971. Par la suite, en 1974, la Food and Drug Administration (FDA) des États-Unis a appliqué les principes du HACCP dans l'élaboration de la réglementation concernant les aliments faiblement acides.

À partir des années 1980, de nombreuses entreprises du secteur agroalimentaire ont adopté cette approche afin d'améliorer la sécurité sanitaire des aliments **(FAO, 2001).**

En 1985, l'Académie nationale des sciences des États-Unis a reconnu que l'approche HACCP constituait la base de l'assurance de la sécurité sanitaire des aliments dans l'industrie alimentaire. Par la suite, plusieurs organisations professionnelles, telles que la Commission internationale des spécifications microbiologiques pour les aliments (ICMSF) et l'Association internationale des hygiénistes du lait, des aliments et de l'environnement (IAMFES), ont recommandé la généralisation du système HACCP pour garantir la sécurité sanitaire des denrées alimentaires **(FAO, 2001 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).**

I.2 Définition du HACCP

Le terme HACCP est l'acronyme anglais de "Hazard Analysis Critical Control Point", traduit en français par « Analyse des dangers et points critiques pour leur maîtrise ». Il s'agit d'une approche scientifique visant à améliorer la sécurité sanitaire des aliments, depuis la production primaire jusqu'à la consommation finale **(Quittet *et al.*, 1999).**

Le système HACCP a pour objectif principal d'identifier et d'évaluer les dangers potentiels liés aux différentes étapes du processus de fabrication des denrées alimentaires, ainsi que de déterminer les mesures nécessaires pour assurer leur maîtrise **(Mesbah, 2004).**

Cette démarche permet non seulement d'évaluer les risques, mais aussi de mettre en place des mesures de contrôle fondées sur la prévention, plutôt que sur le simple contrôle du produit fini **(FAO, 1997).**

Les actions de maîtrise dans le cadre d'un plan HACCP sont appliquées tout au long du processus de production, en particulier aux étapes critiques appelées points critiques pour la maîtrise (CCP). Cela permet de détecter rapidement toute anomalie et d'apporter des corrections immédiates avant les phases finales de transformation et de conditionnement.

Ainsi, le système HACCP constitue une méthode efficace pour anticiper les dangers susceptibles d'affecter la santé du consommateur et pour y remédier de manière proactive **(Motarjemi & Van Schothorst, 1999).** Le système HACCP représente un outil essentiel de gestion de la qualité, basé sur l'identification des dangers et la mise en œuvre de mesures adaptées pour garantir leur maîtrise **(Mesbah, 2004).**

I.3 Objectifs du système HACCP

Le système HACCP repose sur une approche préventive destinée à garantir la salubrité des denrées alimentaires. Il s'appuie sur une démarche méthodique et vérifiable permettant

d'identifier les points critiques dans le processus de production et de mettre en place des dispositifs de surveillance afin de prévenir les risques sanitaires **(Quitter & Nelis, 1999)**.

L'objectif principal de cette méthode est d'assurer la maîtrise des dangers pouvant affecter la sécurité des aliments et, par conséquent, de protéger la santé des consommateurs. Elle vise également à améliorer la qualité des produits et à prévenir les incidents pouvant compromettre la sécurité alimentaire **(Cuinier, 2004)**.

Ainsi, la mise en place du système HACCP poursuit plusieurs objectifs essentiels **(Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997) :**

- Garantir la sécurité et la qualité des denrées alimentaires ;
- Prévenir les problèmes liés à l'hygiène et limiter leur réapparition dans les processus de production ;
- Renforcer la confiance des consommateurs et des partenaires de la filière agroalimentaire en assurant une meilleure traçabilité et une communication efficace entre les différents acteurs **(Rige et al., 2004) ;**
- Favoriser la coopération entre les entreprises du secteur agroalimentaire et les autorités chargées du contrôle sanitaire **(Chiardia & Bousquet, 1994) ;**
- Assurer la maîtrise du processus de production depuis la réception des matières premières jusqu'à la consommation finale du produit ;
- Identifier les étapes critiques du procédé de fabrication afin de cibler les phases présentant des risques potentiels et de mettre en place des mesures de maîtrise adaptées **(Guillet, Bonnefoy et al., 2002)**.

I.4 Importance du HACCP dans l'industrie laitière

La thèse d'**Arnaud Fabrice Goue (2017)** examine l'influence du système HACCP sur les performances industrielles et commerciales des petites et moyennes entreprises (PME) agroalimentaires. Les PME du secteur agroalimentaire sont confrontées à divers défis, tels que le respect des exigences de sécurité sanitaire des aliments, la satisfaction des attentes des clients et la concurrence avec les grandes entreprises.

L'objectif de cette étude est, d'une part, de démontrer que le HACCP contribue significativement à la sécurité alimentaire, à la satisfaction client et à l'accès aux marchés locaux et internationaux, et d'autre part, de proposer des recommandations pour optimiser l'efficacité de ce système dans les PME **(Goue, 2017 ; FAO/WHO, 1997)**.

L'étude adopte une approche empirique portant sur les PME agroalimentaires du Québec, issues de la base de données du Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ). Les résultats statistiques montrent que l'implémentation du HACCP a un impact positif et significatif sur la sécurité sanitaire des aliments et la satisfaction des clients, et qu'elle favorise également l'accès aux marchés étrangers, notamment européens. Ces résultats mettent en évidence le rôle stratégique du HACCP pour améliorer la compétitivité et la performance globale des PME agroalimentaires (**Goue, 2017**).

I.5 Avantages et limites du système HACCP

Le système HACCP est reconnu pour offrir de nombreux bénéfices dans la gestion de la sécurité sanitaire des aliments. Il adopte une approche préventive visant à maîtriser les dangers avant qu'ils ne surviennent, ce qui réduit les risques de contamination et de maladies d'origine alimentaire, plutôt que de se limiter aux contrôles du produit fini. Cette prévention systématique permet également d'optimiser l'utilisation des ressources et de minimiser les pertes liées aux rappels ou rejets de produits (**Food Safety and Quality Institute, 2025**).

De plus, l'adoption du HACCP favorise l'accès aux marchés et renforce la confiance des consommateurs, car la certification HACCP est souvent exigée par les distributeurs et partenaires commerciaux internationaux. Elle contribue également à la conformité réglementaire et à une meilleure structuration de la documentation et des enregistrements de sécurité sanitaire (**Food Safety and Quality Institute, 2025 ; FAO/WHO, 1997**).

Par ailleurs, une mise en œuvre efficace du HACCP améliore la culture de sécurité alimentaire au sein de l'entreprise : le personnel comprend mieux les dangers et les mesures de maîtrise, ce qui peut augmenter son engagement et sa compétence dans la prévention des risques (**Food Safety and Quality Institute, 2025**).

Malgré ses avantages, le système HACCP présente certaines contraintes et défis, particulièrement lors de sa mise en œuvre. L'un des principaux obstacles est le coût élevé et les ressources nécessaires : l'investissement initial pour la formation, l'équipement, le développement du plan et la surveillance peut être important, surtout pour les PME (**Food Safety and Quality Institute, 2025 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

Ensuite, l'efficacité du HACCP dépend fortement de l'expertise technique et des connaissances du personnel ; certaines entreprises manquent de compétences pour réaliser correctement

l'analyse des dangers et définir les mesures de maîtrise appropriées (**Food Safety and Quality Institute, 2025**).

Enfin, le système peut être complexe à gérer, nécessitant une documentation rigoureuse et un suivi continu, ce qui peut être perçu comme un fardeau administratif. De plus, certains dangers émergents ou non identifiés initialement peuvent ne pas être couverts par un plan HACCP existant, ce qui exige des mises à jour régulières (**Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

Chapitre II. Programmes préalables à la mise en place du HACCP

II.1 Bonne pratique d'hygiène (BPH)

La norme ISO 22000 relative aux systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires (SMSA), publiée le 1er septembre 2005, définit les exigences en matière de bonnes pratiques d'hygiène (BPH) et de bonnes pratiques de fabrication (BPF). Les bonnes pratiques d'hygiène, également appelées programmes prérequis (PRP), regroupent l'ensemble des mesures et conditions nécessaires pour assurer l'hygiène, garantissant ainsi la sécurité et la salubrité des aliments.

Selon la norme ISO 22000, toute entreprise agroalimentaire est tenue de mettre en place un ensemble de conditions et de mesures visant à garantir, tout au long du processus de production ou de transformation, un environnement hygiénique adéquat ainsi que la mise à disposition de produits finis sûrs pour la consommation humaine. Ces mesures sont appelées programmes prérequis (PRP), qui constituent la base du système de management de la sécurité sanitaire des aliments **(Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002)**.

L'entreprise doit assurer la gestion de ses programmes prérequis (PRP), c'est-à-dire l'ensemble des activités mises en place en amont de l'analyse des dangers et de la détermination des CCP et des PRPo, afin de prévenir les défaillances liées à une maîtrise insuffisante de l'hygiène.

Un programme prérequis opérationnel (PRPo) est un PRP identifié à l'issue de l'analyse des dangers comme essentiel pour maîtriser la probabilité d'introduction de dangers liés à la sécurité des denrées alimentaires, ainsi que leur contamination ou leur prolifération dans les produits ou dans l'environnement de transformation **(Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002)**.

Les PRP, également appelées bonnes pratiques d'hygiène (BPH), sont des mesures générales et indispensables permettant de maintenir, tout au long de la chaîne alimentaire, un environnement hygiénique adapté à la production, à la manipulation et à la mise à disposition d'aliments sûrs pour la consommation humaine. Leur mise en œuvre constitue un préalable fondamental, souvent qualifié de « socle de l'hygiène », et doit faire l'objet de vérifications régulières, par exemple :

- Marche en avant et sectorisation des locaux ;
- Hygiène corporelle et vestimentaire ;
- Plan de nettoyage/désinfection
- Lutte contre les nuisibles **(Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002)**.

II.2 Bonnes pratiques de fabrication (BPF)

Les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) regroupent l'ensemble des règles et mesures mises en œuvre dans une entreprise agroalimentaire afin de garantir que les produits sont fabriqués dans des conditions d'hygiène et de maîtrise appropriées. Elles concernent notamment la maîtrise des locaux, des équipements, du personnel, des opérations de production, du stockage et de la distribution, dans le but d'assurer la sécurité sanitaire et la conformité des denrées alimentaires (**Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002**).

Les BPF constituent une partie essentielle des programmes prérequis (PRP) dans les systèmes de management de la sécurité des aliments, tels que définis par la norme ISO 22000.

II.3 Nettoyage et désinfection

Dans l'industrie laitière, le nettoyage consiste à éliminer les résidus et salissures des surfaces à l'aide d'eau et de détergents, tandis que la désinfection vise à réduire la charge microbienne à un niveau acceptable grâce à des agents chimiques ou physiques. Ces deux opérations sont complémentaires et indispensables pour garantir l'hygiène et la sécurité des produits laitiers (**FAO, 2003 ; World Health Organization, 2006 ; Jeličić *et al.*, 2009**).

Nettoyage automatique et semi-automatique (CIP ou NEP)

A) Nettoyage – désinfection en circulation

Le nettoyage en place (NEP), également appelé cleaning in place (CIP), correspond à un système automatisé intégré directement dans le processus de production. Il permet d'assurer le nettoyage interne des équipements sans nécessiter leur démontage. Ce procédé repose sur un ensemble d'installations comprenant des pompes, des circuits de canalisation, des réservoirs destinés à la préparation et au stockage des solutions de nettoyage, ainsi que des vannes assurant la circulation des détergents et désinfectants à travers les différentes parties des machines. Le fonctionnement du NEP peut être assuré de manière manuelle ou automatisée à l'aide d'un automate programmable (**Abed & Chahed, 2012**).

B) Nettoyage manuel

B.1) Nettoyage – désinfection à la brosse

Le nettoyage manuel regroupe plusieurs techniques. Le nettoyage–désinfection à la brosse repose sur une action mécanique qui améliore le contact entre le détergent et les salissures, facilitant ainsi leur élimination, notamment pour les dépôts résistants, tout en limitant leur redéposition (**Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002**).

B.2) Nettoyage – désinfection par immersion

Le nettoyage par immersion est principalement utilisé pour le petit matériel tel que les coudes, les joints et les raccords. Les éléments sont successivement plongés dans un bain détergent, rincés à l'eau, puis immergés dans une solution désinfectante avant un rinçage final (**Jeantet, 2006**).

B.3) Nettoyage – désinfection par application de mousse

Le nettoyage par application de mousse consiste à appliquer un détergent sous forme moussante sur les surfaces à traiter, permettant un temps de contact suffisant avant le rinçage. Cette technique présente également l'avantage de rendre visible l'opération de nettoyage (**Abed & Chahed, 2012**).

C) Produits de nettoyage utilisés

Les produits de nettoyage utilisés en industrie laitière doivent être conformes à la réglementation en vigueur, notamment aux décrets n° 91-53 du 23 février 1991 et n° 91-04 du 19 janvier 1991 relatifs aux conditions d'hygiène et aux matériaux en contact avec les denrées alimentaires (**Jeličić et al., 2009 ; Henson et al., 1999**).

- Ces produits sont correctement identifiés, stockés dans des conditions adaptées (à l'abri de l'humidité, de la chaleur et de la lumière).
- Les produits de nettoyage sont séparés selon leur nature, notamment les produits acides et alcalins (**Jeantet, 2006; Vignola, 2002**) ;
- Leur gestion suit la méthode FIFO afin de garantir leur efficacité.
- Les zones de stockage des produits chimiques sont distinctes de celles des matières premières pour éviter toute contamination.
- Les produits d'entretien sont stockés dans des emplacements appropriés entre chaque opération de nettoyage et de désinfection (**Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002**) ;
- Lors des cycles de nettoyage, les matières premières, les produits finis ainsi que les emballages sont systématiquement retirés afin d'éviter toute contamination. (**Jeantet, 2006**) ;
- Les solutions de nettoyage et de désinfection préparées sont ensuite transférées dans des cuves adaptées et dûment identifiées. (**Vignola, 2002**).

D) Agents de détergence

Les agents de détergence se divisent en deux catégories principales. Les produits alcalins, tels que la soude caustique (NaOH), sont efficaces contre les souillures organiques en dégradant les

graisses et en solubilisant les protéines. Leur efficacité peut être renforcée par l'ajout de tensioactifs. Les produits acides, comme l'acide nitrique (HNO_3), sont utilisés pour éliminer les dépôts minéraux (pierre de lait) et peuvent être associés à des agents anticorrosifs.

E) Agents de désinfection

Les agents de désinfection se divisent en deux catégories principales : physiques et chimiques. (Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002). Les désinfectants physiques comprennent des procédés tels que l'application de la chaleur (eau bouillante, flamme), l'utilisation des rayonnements ultraviolets ainsi que la filtration (Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002).

Les désinfectants chimiques, quant à eux, incluent principalement les composés chlorés, notamment l'hypochlorite de sodium (NaClO), communément appelée eau de Javel, qui est largement utilisée pour son efficacité antimicrobienne (Abed & Chahed, 2012).

F) Produits de nettoyage et de désinfection utilisés

Tableau 1 : Hygiène des circuits produits de base (Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002)

Le tableau 1 ci-dessous présente les produits de nettoyage et de désinfection utilisés dans les circuits de production, en précisant leurs caractéristiques, leurs actions et leurs modalités d'utilisation.

Nom Commercial	Nom du Fournisseur	Action du Produit	Mode d'utilisation
Soude Caustique NAOH Perlée ou Écaillée Concentration à 98 %	-SAITEX FLY, SARL -DISTRIM –SPA	Dégraissant	- Préparer le bain de soude à 2% -Faire un Circuit fermé pendant 20 mn -Rincer à l'eau pendant 5mn
Acide Nitrique HNO_3 à 60%	-EURL FLY CHEMICALS -DISTRIM –SPA	Détartrant	- Préparer le bain d'acide à 1%. -Faire un Circuit fermé pendant 20 mn -Rincer à l'eau pendant 5mn
Hypochlorite de Sodium (NaClO_2) à 48 ° CL . Effet top plus (Javel sous forme de comprimé effervescent sécable).	-CTH (Centre Technique D'hygiène) SA.	Désinfectant Bactéricide, Virucide, Fongicide, Sporocide , Algicide	-Préparer le bain désinfectant à 2 ppm. -2500 litres d'eau + 1comprimé = eau javellisée à 2P à 2 ppm. -Faire un Circuit fermé pendant 15 mn -Rinçage à l'eau pendant 5 mn .

Tableau 2 : Hygiène et désinfection des surfaces (Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002)

Le tableau ci-dessous présente les différents produits utilisés pour le nettoyage et la désinfection des surfaces, en précisant leurs actions et leurs modalités d'utilisation.

Nom Commercial	Nom du Fournisseur	Action du Produit	Mode d'utilisation
ANIOS TERIL DDN (Détergent Désinfectant Neutre)	NOSOCLEAN	-Nettoyage et désinfection des surfaces - matériels utilisés en trempage et brossage manuel.	-Utiliser en dilution 1% à 2% selon l'état de la salissure. -Temps de contact 10 à 30 mn. -Rincer à l'eau.
ANIOSTERIL DS30	NOSOCLEAN	-Dégraissant désinfectant alcalin auto moussant. -Utilisé en canon à mousse.	-Solution aqueuse utilisée à froid. -Utiliser en canon à mousse à la dose de 3%. -Temps de contact de 5mn. -Rincer à l'eau.
DECAPRO	AGROFOUARA (Sétif) (CTH)	-Détergent alcalin moussant	Préparer la solution de concentration entre 20 à 40 g/l dans l'eau selon l'état de la salissure. -Prélaver à l'eau. -Appliquer la mousse sur la surface à nettoyer. -Laisser agir 10 à 30 mn selon l'état de la salissure. -Rincer à l'eau.
DETERGACIDE II	NOSOCLEAN	Détergeant désinfectant acide, désincrustant pour sols, surfaces et matériels .	-Utiliser en canon à mousse. -Préparer la solution à une concentration de 3%. -Rincer à l'eau.
SUPER VIX A	DISTRIM – PROQUIMIA	Détergeant alcalins pour sols, surface et équipement.	-Utiliser en canon à mousse. -Dose de 2 % à 6% à température ambiante. -Laisser agir pendant 10 à 15 mn. - Utiliser en canon à mousse.

II.4 Hygiène du personnel

1. État de santé

Les membres du personnel qui sont atteints, ou soupçonnés d'être porteurs, d'une maladie pouvant se transmettre par les aliments ne doivent pas être admis dans les zones de manipulation alimentaire s'il existe un risque de contamination. Toute personne concernée est tenue d'informer immédiatement la direction de son état de santé ou des symptômes observés.

Il peut également être nécessaire d'écarter ces employés de leurs fonctions pendant une certaine période après la disparition des symptômes. Dans certains cas, un certificat médical attestant de leur aptitude à reprendre le travail peut être exigé (**Codex Alimentarius Commission, 2020 ; World Health Organization, 2020**).

2. Maladies et blessures

Certains symptômes doivent être immédiatement signalés à la direction, afin d'évaluer la nécessité d'exclure temporairement l'employé des zones de manipulation des aliments et/ou de lui faire subir un examen médical. Il s'agit notamment de :

- L'hépatite virale A (jaunisse) ;
- La diarrhée ;
- Les vomissements ;
- La fièvre ;
- Les maux de gorge accompagnés de fièvre ;
- Les lésions cutanées infectées visibles (comme les furoncles ou les coupures) ;
- Ainsi que les écoulements provenant des oreilles, des yeux ou du nez.

Tout membre du personnel présentant une coupure ou une blessure doit, si nécessaire, être affecté à un poste sans contact direct avec les aliments. Lorsqu'il est autorisé à continuer son activité, les plaies doivent être protégées par des pansements étanches appropriés et, si besoin, par le port de gants.

Par ailleurs, des mesures doivent être mises en place pour éviter que les pansements ne deviennent une source de contamination, par exemple en utilisant des pansements de couleur contrastée par rapport aux aliments ou détectables par des dispositifs comme les détecteurs de métaux ou les rayons X (**Codex Alimentarius Commission, 2020**).

3. Propreté personnelle

Le personnel doit maintenir un niveau élevé d'hygiène personnelle et porter, si nécessaire, une tenue adaptée comprenant des vêtements propres, un couvre-chef, un couvre-barbe ainsi que des chaussures appropriées. Des mesures doivent être mises en place pour éviter toute contamination croisée, notamment par un lavage correct des mains et, si besoin, par le port de gants. Lorsque des gants sont utilisés, il est essentiel de veiller à ce qu'ils ne deviennent pas eux-mêmes une source de contamination.

Le personnel, qu'il porte ou non des gants, doit se laver les mains régulièrement, en particulier lorsque l'hygiène personnelle peut avoir un impact sur la sécurité des aliments. Le lavage des mains est indispensable :

- Avant manipulation des aliments ;
- Après une pause ;
- Immédiatement après être allé aux toilettes ;
- Après avoir manipulé des éléments contaminés tels que des déchets ou des produits crus susceptibles de contaminer d'autres denrées.

Afin de prévenir toute contamination, les mains doivent être lavées à l'eau et au savon, puis séchées avec une méthode évitant leur recontamination. Les désinfectants pour les mains ne doivent pas remplacer le lavage des mains, mais être utilisés uniquement en complément, après celui-ci (**Codex Alimentarius Commission, 2020 ; Food and Agriculture Organization, 2020**).

4. Comportement personnel

Lors de la manipulation des aliments, le personnel doit éviter tout comportement pouvant entraîner leur contamination. Cela inclut notamment le fait de :

- Fumer ou vapoter ;
- Cracher ;
- De mâcher du chewing-gum, de manger ou de boire ;
- Toucher la bouche, le nez ou toute autre zone susceptible d'être contaminée ;
- Il est également important d'éviter d'éternuer ou de tousser à proximité d'aliments non protégés.

Par ailleurs, les effets personnels tels que les bijoux, montres, broches ou autres objets (comme les faux ongles ou faux cils) ne doivent pas être portés ni introduits dans les zones de

manipulation des aliments lorsqu'ils présentent un risque pour la sécurité et l'hygiène alimentaire (**Codex Alimentarius Commission, 2020**).

5. Visiteurs et personnes extérieures à l'établissement

Les visiteurs admis dans les entreprises alimentaires, y compris les préposés à l'entretien, et notamment dans les aires de fabrication, de transformation ou de manutention, devraient, le cas échéant, recevoir des directives pertinentes et être supervisés, porter des vêtements de protection et observer les autres dispositions relatives à l'hygiène personnelle du personnel. Les visiteurs devraient être informés de la politique de l'entreprise en matière d'hygiène avant leur venue sur le site et être encouragés à signaler tout type de maladie/blessure susceptible de causer des problèmes de contamination croisée (**Codex Alimentarius Commission, 2020 ; Food and Agriculture Organization, 2020**).

II 5. Maintenance et étalonnage des équipements

1. Maintenance des équipements

La maintenance des équipements utilisés dans les industries alimentaires est un élément fondamental du système de maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments. Une maintenance préventive planifiée permet d'assurer que les installations fonctionnent correctement, de réduire les risques de défaillances pouvant entraîner des contaminations (par exemple par particules métalliques, huiles ou micro-organismes) et de prolonger la durée de vie des machines (**International Organization for Standardization, 2018**).

Les interventions de maintenance doivent être effectuées par du personnel qualifié, selon des procédures établies et en dehors des périodes de production dans la mesure du possible, afin de minimiser les risques pour les denrées en transformation. Les produits utilisés (lubrifiants alimentaires, produits de nettoyage compatibles, etc.) doivent être adaptés à l'usage alimentaire pour éviter toute contamination chimique ou physique des aliments (**US FDA – Food Code, 2022 ; Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002**).

2. Étalonnage des instruments de mesure

L'étalonnage des instruments de mesure est également une exigence importante pour assurer l'efficacité du système HACCP. Des instruments tels que les thermomètres, les balances ou les capteurs doivent être calibrés régulièrement selon un programme défini, à l'aide d'étalons traçables à des normes nationales ou internationales, afin d'assurer la fiabilité des mesures

utilisées pour la surveillance des points critiques de contrôle (CCP) (**International Dairy Federation, 2017 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

Toutes les opérations de maintenance et d'étalonnage doivent être documentées, consignées dans des enregistrements et revues périodiquement dans le cadre des activités de vérification du système de sécurité alimentaire (**European Food Safety Authority, 2019**).

II.6. Lutte contre les nuisibles

La présence de nuisibles (rongeurs, insectes, oiseaux ou autres animaux indésirables) dans les installations laitières constitue un risque majeur de contamination physique, chimique et microbiologique des produits laitiers. La mise en place d'un programme de lutte intégrée contre les nuisibles est essentielle pour garantir la sécurité sanitaire des aliments et respecter les exigences du système HACCP (**Codex Alimentarius Commission, 2020 ; International Dairy Federation, 2017 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006**).

Ce programme doit inclure :

- La prévention : conception et entretien des bâtiments pour limiter les points d'entrée et les zones de nidification, stockage adéquat des matières premières et déchets, maintien d'une propreté rigoureuse des zones de production.
- La surveillance : inspection régulière des installations, identification et suivi des nuisibles présents, utilisation de pièges et de dispositifs de détection pour détecter rapidement toute infestation.
- Le contrôle : interventions ciblées en cas de présence de nuisibles, en privilégiant des méthodes mécaniques ou biologiques, et en utilisant des produits chimiques autorisés et adaptés à un usage alimentaire, conformément aux réglementations en vigueur.

Tous les dispositifs de lutte contre les nuisibles doivent être inspectés et entretenus régulièrement, et toute intervention doit être documentée pour assurer la traçabilité et la conformité aux normes de sécurité alimentaire (**Food and Agriculture Organization, 2020 ; European Food Safety Authority, 2019**).

Enfin, le personnel doit être formé et sensibilisé à l'importance de signaler toute activité suspecte liée aux nuisibles, afin de prévenir la contamination croisée et de garantir la qualité des produits laitiers tout au long de la chaîne de production.

Chapitre III. Principes fondamentaux du système

III.1. Analyse des dangers

Déceler le(s) risque(s) potentiel(s) lié(s) à chaque phase de la chaîne alimentaire, depuis la production initiale jusqu'à l'acte de consommation. C'est la première phase de la mise en place d'un plan HACCP. On doit tenir compte de tous les risques biologiques, chimiques et physiques. L'instrument le plus fréquemment employé est « l'outil 5M » (Kahlal Kamelia & Lilani Yasmine, 2024).

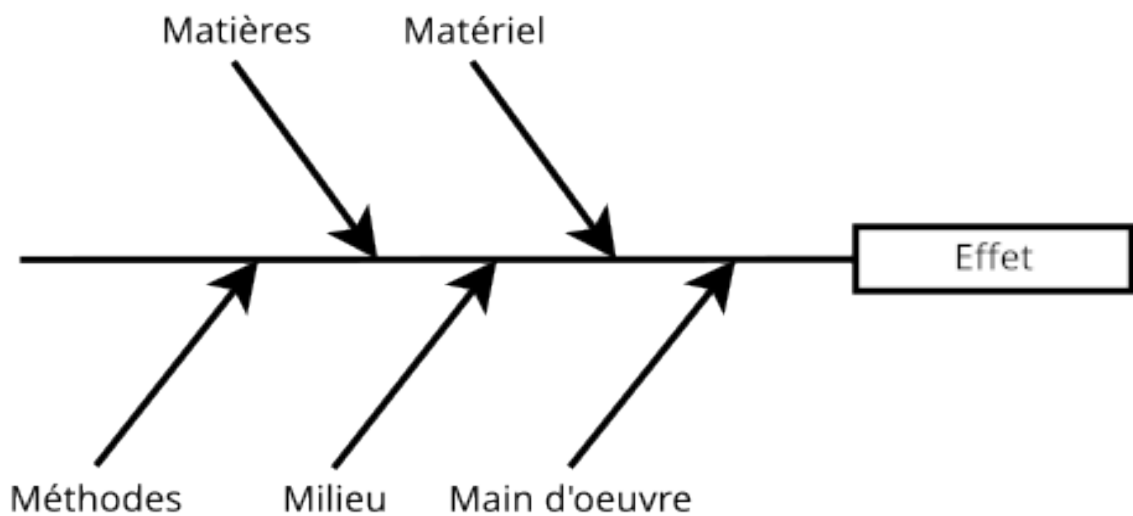


Figure 1 : Diagramme d'Ishikawa (Kahlal Kamelia ; Lilani Yasmin, 2024).

Méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa : L'approche de la méthode 5M ou diagramme d'Ishikawa consiste à catégoriser les diverses origines d'un problème en cinq groupes principaux : chaque groupe débute par un M, d'où le nom 5M.

- ✓ **Matières :** les matériaux utilisés tels que les matières premières.
- ✓ **Main-d'œuvre :** les professionnels de tous niveaux, y compris ceux en position de leadership.
- ✓ **Milieu :** l'endroit où le travail est effectué ou l'espace dans lequel l'activité a lieu, son apparence, sa disposition physique.
- ✓ **Méthodes :** les procédures ou processus suivis pour accomplir l'activité, pouvant inclure des flux d'informations ou des normes professionnelles.
- ✓ **Matériel :** les appareils, machines, outils, etc.

III.2. Détermination des points critiques pour la maîtrise

Un CCP est un point dont la maîtrise est indispensable pour prévenir, éliminer ou minimiser un risque lié à la sécurité sanitaire des aliments. L'identification d'un CCP dans le processus HACCP peut être facilitée par l'utilisation d'un arbre de décision basé sur Codex (**Kahlal Kamelia ; Lilani Yasmin, 2024**).

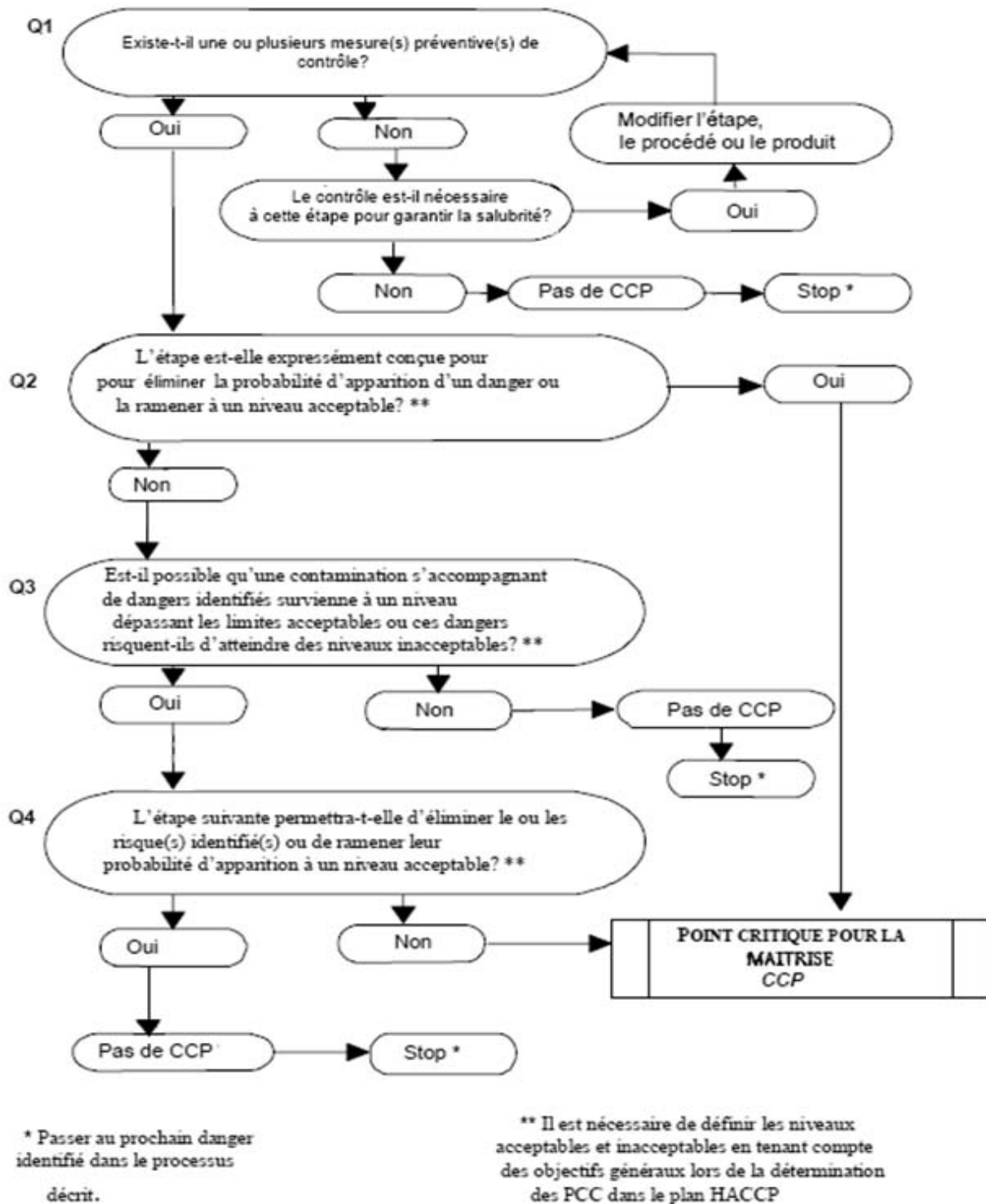


Figure 2 : Description de l'Arbre de décision (codex Alimentarius 2003).

III. 3. Établissement des limites (seuils) critiques

La limite critique est la valeur numérique qui détermine ce qui est acceptable de ce qui ne l'est pas. Pour cette raison, il est essentiel d'établir et, si possible, de valider des limites spécifiques à respecter pour garantir que les CCP restent sous contrôle Codex (**Kahlal Kamelia & Lilani Yasmin, 2024**).

III.4. Procédure de surveillance de la maîtrise des CCP

Établir un système pour surveiller la maîtrise des CCP à l'aide d'observations et d'analyses programmées. Les spécifications de surveillance pour chaque CCP doivent fournir des informations concernant (quoi : le CCP à surveiller, comment : la méthode de surveillance, quand : la fréquence de surveillance, qui : la personne chargée de la surveillance) (**Kahlal Kamelia & Lilani Yasmin, 2024**).

III.5. Détermination des actions correctives

Identifier les actions correctives à mettre en œuvre lorsque le suivi indique qu'un CCP spécifique n'est pas contrôlé. Dans le contexte du système HACCP, des mesures correctives spécifiques doivent être établies pour chaque CCP afin de permettre la rectification des écarts en cas de survenance (**Kahlal Kamelia & Lilani Yasmin, 2024 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

III.6. Procédure de vérification

La procédure de vérification est définie comme étant « l'application de méthodes, procédures, tests, analyses et autres évaluations, en plus de la surveillance, pour déterminer la conformité avec le plan HACCP » (**Kahlal Kamelia & Lilani Yasmin, 2024**).

III.7. Documentation et enregistrement

Mettre en place un système de documentation relatif à toutes les procédures et fichiers liés à ces principes et leur mise en œuvre. Les dossiers sont cruciaux pour examiner la validité du plan HACCP.

Un registre documente l'historique du processus, la surveillance, les écarts et les mesures correctives (y compris l'élimination du produit) qui ont été mises en œuvre au CCP considéré Codex (**Kahlal Kamelia & Lilani Yasmin, 2024 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

Chapitre IV. Démarche de mise en place du HACCP selon le Codex Alimentarius

La maîtrise de la sécurité sanitaire des aliments constitue un enjeu majeur dans l'industrie agroalimentaire, notamment dans le secteur laitier, où les risques de contamination sont élevés.

Dans ce contexte, le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) s'impose comme une approche préventive et structurée visant à identifier, évaluer et maîtriser les dangers significatifs pouvant affecter la salubrité des produits.

Ce chapitre présente la démarche d'action HACCP, fondée sur une organisation méthodique en étapes successives, permettant d'assurer un contrôle rigoureux tout au long du processus de production.

Dans la démarche d'action HACCP on a 12 étapes. On peut y voir 3 grandes phases logiques :

Phase 1 – Premièrement, il faut préparer l'étude (qui est impliqué, pour quel produit, quel processus : étapes 1 à 6),

Phase 2 – ensuite, procéder à l'analyse des risques et des points de contrôle cruciaux (étapes 7, 8 et 9),

Phase 3 – Finalement, mise en place de l'assurance qualité et sécurité (étapes 10 à 12).

Cette approche peut se décliner sous différentes formes, comportant plus ou moins d'étapes.

La démarche du Codex Alimentarius repose sur l'application des sept principes du système HACCP.

Elle s'organise selon une séquence logique de douze étapes, incluant notamment l'analyse des dangers ainsi que l'identification des points critiques de contrôle nécessaires à leur maîtrise **(Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997).**

Tableau 2 : Le plan de travail en 12 étapes (FAO/WHO, 1997).

12 Etapes HACCP	Principes HACCP
1- Constituer l'équipe HACCP	1. Analyser les dangers
2-Décrire le produit	2. Déterminer les CCP
3- Identifier l'utilisation du produit	3. Fixer les seuils critiques
4- Faire un diagramme de fabrication	4. Surveiller seuils critiques
5-Vérifier le diagramme	5. Prévoir actions correctives
6- Analyser les dangers (= Hazard Analysis)	6. Faire dossier procédures et relevés
7-Déterminer les CCP	7. Vérifier que le système fonctionne.
8- Fixer les cibles et limites critiques	
9- Etablir la Surveillance des CCP	
10- Établir un plan d'actions correctives	
11- Établir la documentation : dossiers et procédures	
12- Vérifier que le système fonctionne	

IV.1. Constituer une équipe de HACCP au niveau d'une laiterie

Il est primordial d'obtenir un engagement total de la direction à tous les niveaux pour l'initiative HACCP avant de sélectionner les membres de l'équipe HACCP. Sans une détermination solide, la mise en place du plan HACCP serait compliquée, sinon irréalisable. La première phase du processus implique la formation d'une équipe pluridisciplinaire, incluant des membres des départements de production, d'installations sanitaires, de contrôle de qualité et de microbiologie alimentaire. Chaque membre de l'équipe se voit attribuer des segments précis de la chaîne alimentaire à prendre en compte dans le système HACCP, et doit participer à son élaboration (CNUCED, 2002 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997).

Ainsi, cette équipe comprend généralement :

- Un coordinateur chargé de superviser le programme HACCP ;
- Un responsable de la production ;
- Un responsable de la maintenance et de l'entretien ;
- Un responsable qualité ;
- Un responsable du laboratoire, spécialisé en microbiologie et/ou en physico-chimie (Ammiali & Ammour, 2014).

IV.2. Description des produits laitiers

Il est impératif que l'équipe HACCP soit informée des caractéristiques du produit. Une description détaillée est réalisée pour chaque produit, précisant notamment sa dénomination, ses ingrédients, sa composition, ses caractéristiques, ainsi que son mode d'emballage et son utilisation prévue. Elle prend également en compte la population cible à laquelle le produit est destiné.

On définit les risques potentiels que peuvent présenter ces ingrédients ou les matériaux d'emballage, ainsi que leur durée de conservation.

Lait de consommation :

Tableau 3 : Fiche technique composant les données relatives au lait pasteurisé et lait fermenté (Kahlal Kamelia & Lilani Yasmine, 2024 ; Tamime, 2007 ; Codex Alimentarius, 2003).

Nom du produit	Lait pasteurisé	Lait fermenté (yaourt ou raïb)
Ingrédients	Lait cru, poudre de lait, eau	Lait pasteurisé, ferments lactiques
Emballage externe	Sachets polyéthylène Volume : 1 litre.	Pots en plastique ou bouteilles (100 ml à 1 L)
Durée de conservation	: 7 jours à température de 4-6°C	7 à 21 jours à 4-6°C
Condition de stockage	Stockage : au niveau de la chambre froide à une température maximum de 6°C Transport : 6°C Vente : 6°C	Stockage : 4-6°C ; transport : ≤ 6°C ; Vente : réfrigéré
Conditionnement	Pasteurisation et remplissage à froid à T° 4-6°C dans des sachets en polyéthylène de 1 litre	Fermentation puis refroidissement et emballage hermétique
Catégorie de risque	Risque faible : personnes intolérantes ou allergiques aux additifs alimentaires ou au lait et ses dérivés	Risque modéré : contamination et rupture de froid

Tableau 4 : Fiche technique composant les données relatives au fromage et matières grasses laitières (Fox *et al.*, 2017 ; Walstra *et al.*, 2006 ; FAO/OMS, 2009).

Nom du produit	Fromage	Beurre / Crème
Ingrédients	Lait, ferments lactiques, présure, sel	Crème issue du lait
Emballage externe	Film plastique ou papier alimentaire	Papier aluminium ou barquette
Durée de conservation	Quelques jours à plusieurs mois	Beurre : 1-3 mois ; Crème : 7-15 jours
Condition de stockage	Stockage : 4–8°C ; transport : $\leq 6^{\circ}\text{C}$; vente : réfrigéré	Stockage : 4–6°C ; Transport $\leq 6^{\circ}\text{C}$
Conditionnement	Coagulation, moulage, affinage puis emballage	Barattage ou pasteurisation puis emballage
Catégorie de risque	Risque microbiologique (Listeria)	Risque faible à modéré

IV.3. Identification d'utilisation prévue

L'identification de l'utilisation prévue constitue une étape essentielle dans la mise en place du système HACCP, car elle permet de définir les conditions normales d'utilisation du produit ainsi que les catégories de consommateurs auxquelles il est destiné, conformément aux recommandations du Codex Alimentarius (Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997).

Dans le cadre de cette étude, les produits laitiers considérés, à savoir le lait pasteurisé, le lait fermenté, les fromages et les matières grasses laitières, sont principalement destinés à une consommation directe par le consommateur final, sans traitement thermique supplémentaire. Toutefois, certains de ces produits peuvent également être utilisés comme ingrédients dans diverses préparations alimentaires (FAO/OMS, 2009).

Ces produits sont généralement consommés par l'ensemble de la population. Cependant, une attention particulière doit être accordée aux groupes sensibles, notamment les enfants, les femmes enceintes, les personnes âgées et les individus immunodéprimés, en raison de leur

vulnérabilité accrue aux dangers microbiologiques, en particulier ceux liés à des agents pathogènes tels que *Listeria monocytogenes* (**Organisation mondiale de la santé, 2020**).

Ainsi, l'identification de l'utilisation prévue permet d'adapter les mesures de maîtrise des dangers, de renforcer la sécurité sanitaire et d'assurer la conformité des produits aux exigences réglementaires internationales établies par le Codex Alimentarius.

IV.4. Élaboration du diagramme de fabrication

Ce processus implique une description détaillée et pertinente de la fabrication, depuis l'introduction des matières premières jusqu'au produit final. Cette description doit dépasser largement la simple réalisation d'un schéma de production.

Effectivement, il doit être accompagné d'informations généralement techniques permettant de déterminer avec précision :

- Les espaces et les divers courants.
- L'aspect des opérations, leur rôle et leur séquence temporelle.
- Les paramètres temporels et thermiques des processus.
- Les spécifications des équipements employés.
- Les données relatives aux bonnes pratiques et au programme de nettoyage/désinfection (**Federighi, 2015 ; Jeantet, 2006 ; Vignola, 2002**).

IV.5. Vérification sur site du diagramme de fabrication

Cette phase vise principalement à s'assurer qu'il n'y a pas d'omissions significatives dans les documents préparés lors des étapes antérieures.

Il est essentiel que cette vérification soit effectuée par l'intégralité de l'équipe HACCP et couvre toutes les phases ainsi que les informations connexes, dans des conditions de production authentiques (**Federighi, 2015**).

IV.6. Analyse des dangers à chaque étape du procédé

Le premier principe du système HACCP repose sur l'analyse des dangers. Comme l'acronyme HACCP le suggère, elle constitue une des phases les plus cruciales. Il est nécessaire de posséder des connaissances techniques et scientifiques dans divers domaines pour détecter précisément tous les risques potentiels liés au produit à chaque phase de sa fabrication. On doit prendre en compte tous les risques biologiques, chimiques et physiques (**FAO, 2001 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

Les principales actions suivantes sont incluses dans l'analyse des risques :

- Identifier les dangers.
- Évaluer les dangers.
- Définir et mettre en œuvre les mesures de maîtrise (**Boutou, 2008**).

Identification des dangers :

Les risques peuvent relever des domaines microbiologique (M), chimique (C) et physique (P).

- **Dangers biologiques :**

Les risques biologiques alimentaires comprennent des micro-organismes tels que diverses bactéries, virus, champignons et parasites. Ces entités sont fréquemment liées aux êtres humains et aux matières premières non transformées intégrant le processus de production alimentaire.

De nombreuses espèces constituent la flore naturelle de l'environnement dans lequel les aliments sont cultivés (**Boutou, 2008**).

- **Dangers chimiques :**

Des contaminants chimiques peuvent être présents de manière naturelle dans les aliments ou y être intégrés lors de leur transformation.

À forte dose, certains produits chimiques nocifs peuvent provoquer des intoxications alimentaires aiguës, tandis qu'à faible dose mais de manière répétée, ils sont susceptibles d'entraîner des maladies chroniques (**Boutou, 2008**).

- **Dangers physiques :**

Les dangers physiques se réfèrent à des éléments étrangers susceptibles d'être présents dans le produit. Ils peuvent être à l'origine de diverses anomalies, notamment des étouffements, des lésions telles que des déchirures ou des perforations du tube digestif dans les cas les plus graves, ainsi que d'une insatisfaction du consommateur (**Goue, 2017**).

Le tableau 6 résume les divers risques liés à l'alimentation.

Tableau 5 : Différents types de dangers alimentaires en fonction de leurs origines (Bucher, 2002).

Dangers microbiologiques	Dangers chimiques	Dangers physiques
Salmonelles.	Dioxine.	Objets métalliques.
Listeria monocytogenes.	Boues d'épuration.	Objets plastiques.
Staphylococcus aureus.	Pesticides.	etc...
Escherichia Coli.	Métaux lourds.	
Vibrio parahaemolyticus.	Nitrates.	
Mycotoxines etc...	etc...	

Évaluation des risques associés aux dangers :

Il est indispensable d'effectuer, pour chaque danger identifié, une évaluation des risques afin de déterminer si son élimination ou sa réduction à un niveau acceptable est nécessaire pour garantir la production d'aliments sûrs (**Goue, 2017**).

Les dangers dont la survenue est peu probable et dont les conséquences sont mineures ne relèvent pas du système HACCP, mais doivent être pris en charge par les programmes prérequis (PRP) conformément aux principes généraux d'hygiène alimentaire énoncés par le Codex (**Boutou, 2008 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

IV.7. Détermination et validation du CCP dans une laiterie

Un point critique est tout point, étape ou processus où un risque pour la santé peut être prévenu, supprimé ou réduit à un niveau acceptable grâce à une intervention de contrôle appropriée (**Kaanane, 2006**).

La méthode HACCP, grâce à l'utilisation d'un arbre de décision, facilite la détermination d'un CCP (**Quittet & Nellis, 1996**).

Selon **Bariller (1997)**, un CCP doit assurer la gestion d'un risque ; si ce n'est pas le cas, il ne s'agit pas d'un CCP.

Chapitre V. Spécificités du système HACCP dans l'industrie laitière

V.1. Caractéristiques microbiologiques du lait

Durant les étapes de la traite, du transport et du stockage, que ce soit à la ferme ou à l'usine, le lait peut être exposé à divers types de micro-organismes contaminants. Seule une portion de ces éléments se prolifère dans le lait non pasteurisé, en fonction de la température qui leur est favorable et des conditions ambiantes qui favorisent leur croissance. Cela signifie que la composition de la flore microbienne du lait non pasteurisé est à la fois complexe et sujette à variation d'un échantillon à l'autre, en fonction de l'âge du lait et des sources principales de contamination (Lamari, 1997 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

1. Les principaux germes et bactéries intéressants le lait

Tableau 6 : Inventaire de la diversité (à l'échelle des genres) des bactéries et levures dans des laits crus (Laithier, 2011).

Groupes microbiens	Lait de vache
Bactéries lactiques	Enterococcus, Lactobacillus.
Staphylocoques et bactéries corynéformes	Staphylococcus, Microbacterium.
Levures	Kluyveromyces, Candida
Bactéries sporulantes	Bacillus
Entérobactéries	Enterobacter, Klebsiella, Serratia, Yersinia
Autres bactéries à Gram négatif	Pseudomonas

1.1.Bactéries

Selon SEDDAOUI (2020), ces micro-organismes sont majoritairement présents dans le lait. Elles peuvent avoir des impacts tant négatifs (modifications ou maladies) que positifs (ajout de ferments) (SINA, 1992).

1.2.Champignon

Les laits présentent généralement une faible présence de levures et moisissures, souvent en dessous de 100 ufc.ml⁻¹. Les espèces prédominantes dans les laits de vache sont Kluyveromyces marxianus et Kluyveromyces lactis (SASSI, 2019).

1.3.Virus

Il y a peu d'informations concernant la présence de virus nocifs pour l'homme dans le lait. Il est possible que le lait contienne les virus de la peste bovine et de la fièvre aphteuse. Le lait pourrait aussi être impliqué dans la propagation du virus de la rage (SINA, 1992).

V.2. L'importance des microorganismes du lait

On classe les microorganismes présents dans le lait en deux catégories majeures, basées sur leur importance : la flore indigène ou originelle et la flore de contamination. La flore contaminante se divise en deux sous-groupes : la flore d'altération et la flore pathogène (Kabir, 2015 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

2.1. La flore indigène ou originelle

La flore autochtone des produits laitiers est définie comme l'ensemble des microorganismes présents dans le lait à la sortie du pis (Kabir, 2015 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

Les bactéries lactiques représentent la flore originelle du lait. Il y a plusieurs types qui composent principalement les ferments lactiques communs (Benkrizi, 2019).

2.2. La flore contaminante

La flore contaminante se réfère à tous les microorganismes introduits dans le lait, depuis la récolte jusqu'à sa consommation. Elle contient une flore d'altération et pathogène (Beldjilali, 2015 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

2.3. La flore d'altération

Durant le processus de transformation, les bactéries d'altération contaminent le produit fini, provoquant une acidification notable et l'émergence d'une odeur incommode (Benkrizi, 2019).

Les principaux micro-organismes responsables de l'altération comprennent notamment *Pseudomonas* spp., *Proteus* spp., ainsi que les coliformes, en particulier les genres *Escherichia* et *Enterobacter*. À cela s'ajoutent des bactéries sporulées telles que *Bacillus* spp. et *Clostridium* spp., ainsi que certaines levures et moisissures (Kabir, 2015).

2.4 La flore pathogène

Le lait non pasteurisé peut renfermer des micro-organismes nuisibles pour l'homme, dont la provenance peut être interne ou externe à la glande mammaire (**Robinson, 2002 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006**).

Les principaux micro-organismes pathogènes associés aux produits laitiers comprennent notamment *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* et *Clostridium perfringens*, ainsi que *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Campylobacter jejuni* et *Shigella sonnei*, sans oublier certaines moisissures (**Kabir, 2015**).

V.3. Sources de contamination du lait

Le lait est quasiment exempt de microbes lorsqu'il est produit dans les alvéoles mammaires. La contamination microbienne du lait provient généralement de trois sources principales : la mamelle, l'environnement externe de la mamelle, ainsi que les surfaces des équipements utilisés pour la manipulation et le stockage du lait (**Silva *et al.*, 2016**).

3.1. Contamination par l'animal

Un animal malade a la possibilité de transmettre un microbe infectieux à travers le lait. Plus précisément, les animaux atteints de tuberculose ou de brucellose produisent du lait infecté par des agents pathogènes, à savoir *Mycobacterium* et *Brucella* (**Guigma, 2013 ; Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006**).

3.2. Contamination au cours de la traite

Le premier pas dans la collecte de lait est la traite. Pour obtenir un lait de qualité sanitaire, il est essentiel que cette étape se déroule correctement. Selon **MANSOUR (2015)**, une technique et une hygiène de traite inadéquates sont la source de l'introduction de germes dans la mamelle, entraînant ainsi la contamination du lait (**Mansour, 2015**).

3.3. Contamination au cours du transport

La circulation du lait des fermes laitières vers les usines de transformation se réalise fréquemment dans des conditions propices à la prolifération des micro-organismes. Les récipients de lait (bidons) peuvent donc véritablement servir de foyers bactériens ; la durée du transport peut parfois être longue (temps entre la traite et la pasteurisation supérieur à 4 heures) (**Guigma, 2013**).

V.4. Dangers biologiques, chimiques et physiques liés au lait

Tableau 7 : Les dangers identifiés, leurs origines et leurs mesures de maîtrise (Guigma, 2013).

Etape	Type	Danger	Origine (5M)	Cause	Mesure de maîtrise
Réception du lait cru	B	Germes pathogènes	Matière	lait contaminé	Contrôle a la réception
	C	Résidus d'antibiotiques	Matière	Traitement vétérinaire	Test antibiotique
	P	Corps étrangers	Milieu	Mauvaise filtration	filtration
Stockage du lait cru	B	Multiplication microbienne	Méthode	Rupture du froid	Respect T°
	C	Contamination chimique	Matériel	Mauvais rinçage	Nettoyage CIP
Filtration	P	Corps étrangers	Matériel	Filtre défectueux	Remplacement filtre
Standardisation	B	Contamination croisé	Main-d'œuvre	Mauvaise hygiène	Formation personnel
Pasteurisation	B	Survie des germe	méthode	T° insuffisante	Contrôle T°/temps
Refroidissement	B	recontamination	milieu	Eau contaminée	Eau potable
Fermentation	B	Germe indésirable	Méthode	Mauvaise culture	Ferment sélectionné
Conditionnement	B	Contamination post-process	Main-d'œuvre	Mauvaise hygiène	Conditions aseptiques
	P	Corps étrangers	Matériel	Défaut emballage	Contrôle visuel

Stockage final	B	Croissance microbienne	Méthode	Mauvaise T°	respect froid
Transport	B	Prolifération microbienne	Milieu	Rupture froid	Camion réfrigéré

V.5. Étape critique de la transformation laitière

Tableau 8 : Les points critiques identifiés

Étapes	Danger	Question				CCP
		Q1	Q2	Q3	Q4	
Réception du lait cru	-Contamination microbienne lors du transvasement -Contamination après filtration -Présence de corps étrangers -Présence d'antibiotique	Oui	Non	Non : stop.		
Stockage du lait cru	Multiplication microbienne (T° inadaptée) Contamination croisée	Oui	Non	Oui	Oui.	
Filtration	Corps étrangers	Oui	Oui			CCP

Standardisation	Erreur de dosage matière grasse	Oui	Non	Non : stop		
Pasteurisation	Survi des pathogènes	Oui	Oui			CCP
Refroidissement	Multiplication microbienne (refroidissement lent)	Oui	Non	Oui	Oui	
Fermentation	Développemet de flore indésirable	Oui	Non	Oui		
Incubation	Développement excessif de micro-organismes indésirables dû à une température ou une durée d'incubation non conforme	Oui	Non	Oui	Oui	
Refroidissement final	Multiplication microbienne due à un refroidissement insuffisant ou Trop lent après fermentation	Oui	Oui			CCP
Conditionnement	Contamination par le matériel d'emballage Contamination par l'air ambiant	Oui	Non	Oui	Non	CCP
Stockage final	Contamination due au non-respect de la température de conservation	Oui	Non	Oui	Non	CCP

V.6. Impact du traitement thermique sur la qualité nutritionnelle du lait

Les procédés de chauffage du lait, comme la pasteurisation et la stérilisation, sont indispensables pour garantir la sécurité des aliments tout en préservant au maximum leur qualité nutritionnelle. Cet article éclaire comment ces deux méthodes thermiques affectent la sécurité microbiologique et les caractéristiques nutritionnelles du lait (Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

6.1. Principes fondamentaux de la pasteurisation et de la stérilisation

6.1.1. Pasteurisation

La pasteurisation est un procédé de traitement doux, habituellement réalisé à des températures variant de 72 °C à 85 °C pendant de courtes durées, allant de 15 secondes à quelques minutes. L'objectif principal est de minimiser considérablement la présence de germes pathogènes et d'étendre légèrement la durée de conservation, tout en maintenant les caractéristiques gustatives et nutritives du lait (Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

6.1.2. Stérilisation

En revanche, la stérilisation désigne un traitement thermique beaucoup plus puissant. Les températures appliquées sont généralement supérieures à 100 °C et sont soutenues sur une période prolongée (habituellement de quelques secondes à plus de 20 minutes). L'objectif de ce traitement est d'éliminer presque tous les micro-organismes et spores existants, ce qui rend possible un stockage bien plus prolongé à température ambiante, mais affecte gravement les caractéristiques sensorielles et nutritionnelles (Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).

6.2. Impact sur la qualité nutritionnelle du lait

6.2.1. Altération des vitamines et minéraux

Les vitamines hydrosolubles telles que la vitamine C et certaines vitamines du groupe B (B1, B6, B12) sont particulièrement affectées par les traitements thermiques. La pasteurisation entraîne généralement une diminution modérée des vitamines sensibles à la chaleur, souvent inférieure à 10%. Toutefois, la stérilisation peut entraîner des pertes considérablement plus importantes, pouvant parfois atteindre entre 20 et 50% (Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997).

Par contre, les minéraux comme le calcium et le phosphore résistent assez bien à la chaleur et leur disponibilité n'est guère influencée par ces processus.

6.2.2. Protéines du lait

Les protéines laitières, y compris les protéines sériques thermosensibles telles que les lactoglobulines, sont sujettes à dénaturation lorsqu'elles sont soumises à des traitements thermiques. La pasteurisation a un impact modéré sur ces protéines, tandis que la stérilisation provoque une dénaturation plus marquée susceptible d'affecter considérablement la digestibilité du produit (**Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

6.2.3. Lipides du lait

Les composés lipidiques présentent une stabilité notable lorsqu'ils sont soumis à une chaleur modérée lors de la pasteurisation. Cependant, lorsqu'ils sont exposés à des températures hautes, caractéristiques de la stérilisation, des changements peuvent se produire, Comme l'oxydation, qui produit des composés au goût rance et entraîne une baisse de la qualité sensorielle.

V.7. Rôle du HACCP dans la préservation de la qualité sanitaire et nutritionnelle

Le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) est une approche préventive visant à garantir la sécurité des denrées alimentaires par l'identification et la maîtrise des dangers biologiques, chimiques et physiques tout au long de la chaîne de production (**Codex Alimentarius, 2003**). Il permet de contrôler les points critiques (CCP) afin de réduire les risques à un niveau acceptable. (**Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

En plus de son rôle sanitaire, le HACCP contribue à la préservation de la qualité nutritionnelle des aliments. La maîtrise des paramètres technologiques, tels que la température et le temps de traitement, permet de limiter les pertes en nutriments sensibles et de réduire les réactions indésirables comme la réaction de Maillard, responsables de la diminution de la biodisponibilité de certains acides aminés (**FAO/WHO, 2006**).

Par ailleurs, l'efficacité du système HACCP repose sur son intégration avec les programmes prérequis, notamment les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication, qui assurent un environnement de production maîtrisé et contribuent à maintenir la qualité globale des produits alimentaires (**ISO, 2018 ; Motarjemi & Van Schothorst, 1999 ; FAO/WHO, 1997**).

CONCLUSION

Conclusion

La sécurité sanitaire des aliments constitue un enjeu majeur de santé publique, en particulier dans le secteur laitier où les produits sont hautement périssables et sensibles aux contaminations microbiologiques, chimiques et physiques.

Dans ce contexte, le système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) s'impose comme un outil préventif et systématique essentiel pour garantir l'innocuité des produits laitiers tout au long de la chaîne de production.

Cette partie théorique a permis de mettre en évidence les fondements du système HACCP, depuis son origine et ses objectifs jusqu'à ses principes et sa démarche de mise en œuvre selon les recommandations du Codex Alimentarius.

L'analyse a montré que l'efficacité du HACCP repose avant tout sur la maîtrise rigoureuse des programmes préalables, notamment les Bonnes Pratiques d'Hygiène et de Fabrication, qui constituent la base indispensable à toute démarche de sécurité alimentaire.

Par ailleurs, l'application du système HACCP dans une laiterie présente des spécificités liées à la nature du lait, à sa richesse nutritionnelle et à sa forte sensibilité aux altérations microbiologiques.

L'identification des dangers, la détermination des points critiques de contrôle et la surveillance des étapes clés telles que la pasteurisation, le stockage et le conditionnement sont déterminantes pour assurer à la fois la qualité sanitaire et la préservation de la valeur nutritionnelle des produits laitiers.

Le système HACCP apparaît comme une approche structurée, efficace et adaptée aux exigences de l'industrie laitière moderne.

Sa mise en place contribue non seulement à la protection du consommateur, mais également à l'amélioration de la qualité des produits, au respect des exigences réglementaires et au renforcement de la confiance des consommateurs.

Cette base théorique constitue ainsi un support essentiel pour l'étude pratique et l'application concrète du système HACCP au sein d'une unité laitière.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE

Références bibliographiques

- **Abed, H., & Chahed, S.** (2012). *Hygiène et désinfection en industrie agroalimentaire*. Travaux techniques en hygiène industrielle.
- **Ammiali, A., & Ammour, A.** (2014). *Organisation des équipes HACCP*. Mémoire universitaire.
- **Bariller, J.** (1997). *Sécurité alimentaire et système HACCP*. Éditions techniques agroalimentaires.
- **Beldjilali, N.** (2015). *Contamination microbienne des aliments*. Mémoire universitaire.
- **Benkrizi, A.** (2019). *Microbiologie des produits laitiers*. Université de sciences alimentaires.
- **Boutou, O.** (2008). *HACCP et sécurité alimentaire*. Éditions Lavoisier.
- **Bucher, P.** (2002). *Risques alimentaires et leurs origines*. Paris : Lavoisier.
- **Chiardia & Bousquet, M.** (1994). *Hygiène et qualité en agroalimentaire*. Paris : Éditions Techniques.
- **Codex Alimentarius Commission.** (2003). *General principles of food hygiene (CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003)*. FAO/WHO.
- **Codex Alimentarius Commission.** (2020). *General principles of food hygiene*. FAO/WHO.
- **Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED).** (2002). *Application du système HACCP*. Rapport. Genève : Nations Unies.
- **Cuinier, J.** (2004). *Gestion de la qualité alimentaire*. Éditions agroalimentaires.
- **European Food Safety Authority (EFSA).** (2019). *Food safety management systems*. EFSA Journal.
- **FAO.** (1997). *Food hygiene basic texts*. Food and Agriculture Organization.
- **FAO.** (2001). *Introduction to the HACCP system*. Rome : FAO.
- **FAO.** (2003). *Food hygiene practices in the dairy industry*. FAO.
- **FAO.** (2020). *Food safety guidelines for hygiene practices*. FAO.
- **FAO/WHO.** (2006). *Microbiological risk assessment principles*. WHO.
- **FAO/WHO.** (2009). *Food safety risk analysis: A guide for national food safety authorities*. FAO/WHO.
- **Federighi, M.** (2015). *HACCP et maîtrise des dangers alimentaires*. Éditions Tec & Doc.
- **Food and Agriculture Organization & World Health Organization.** (2020). *Food hygiene and safety manual*. FAO/WHO.
- **Food Safety and Quality Institute.** (2025). *HACCP advantages and limitations in food industry*. Article en ligne.
- **Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H.** (2017). *Fundamentals of cheese science*. Springer.

- **Goue, A. F.** (2017). *Impact du système HACCP sur les performances des PME agroalimentaires*. Thèse de doctorat.
- **Guigma, A.** (2013). *Contamination du lait et risques microbiologiques*. Mémoire universitaire.
- **Guillet, P., Bonnefoy, C., et al.** (2002). *Sécurité sanitaire des aliments*. Éditions scientifiques agroalimentaires.
- **International Dairy Federation.** (2017). *Dairy safety guidelines*. Guide technique. Bruxelles : IDF.
- **ISO.** (2018). *ISO 22000: Food safety management systems – Requirements*. International Organization for Standardization.
- **Jeantet, R.** (2006). *Science et technologie du lait*. Livre. Paris : Tec & Doc.
- **Jeličić, I., et al.** (2009). Food safety in dairy processing. Article scientifique.
- **Kabir, M.** (2015). Microorganisms in milk and dairy products. *Journal of Dairy Science*.
- **Kaanane, A.** (2006). *Gestion des risques alimentaires et HACCP*. Université agroalimentaire.
- **Kahlal, K., & Lilani, Y.** (2024). *Analyse des dangers et HACCP en laiterie*. Mémoire universitaire.
- **Laithier, C.** (2011). Diversité microbiologique du lait Article scientifique.
- **Lamari, A.** (1997). Microbiologie du lait cru. *Revue scientifique laitière*.
- **Mansour, H.** (2015). *Hygiène de traite et qualité du lait*. Mémoire universitaire.
- **Mesbah, M.** (2004). *Système HACCP et sécurité alimentaire*. Éditions techniques.
- **Motarjemi, Y., & Van Schothorst, M.** (1999). Principles of food hygiene and HACCP. Livre. Genève : OMS.
- **Quittet, C., & Nelis, H.** (1996). *Détermination des CCP dans le système HACCP*. Paris : Tec & Doc.
- **Quittet, C., & Nelis, H.** (1999). *HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point et sécurité alimentaire*. Éditions Lavoisier.
- **Rige, J., et al.** (2004). *Qualité et sécurité alimentaire*. Éditions agroalimentaires.
- **Robinson, R. K.** (2002). *Dairy microbiology handbook*. Wiley.
- **Sassi, L.** (2019). *Levures et moisissures dans le lait*. Université de biotechnologie alimentaire.
- **Seddouai, A.** (2020). Flore microbienne du lait. *Revue scientifique*. (Vierling, 1998 ; Jeantet, 2006).
- **Silva, M., et al.** (2016). Milk contamination sources and control. *Food Microbiology Journal*.
- **Sina, M.** (1992). *Microbiologie du lait*.
- **Tamime, A. Y.** (2007). *Dairy fermented products*. Wiley.
- **US FDA.** (2022). *Food Code*. U.S. Food and Drug Administration.
- **Vierling, E.** (1998). *Microbiologie des aliments*. Paris : Lavoisier
- **Vignola, C. L.** (2002). *Science et technologie du lait*. Montréal : Presses internationales

- **Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J.** (2006). *Dairy science and technology*. CRC Press.
- **World Health Organization.** (2006). *Food hygiene standards*. Genève : OMS.
- **WHO (World Health Organization).** (2020). *Food safety and hygiene guidelines*. WHO.