



ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade Master
Domaine : Science de l'Ingénieur – Science Agronomique et Environnementale
Mention : Industries Agricoles et Alimentaires
Parcours : Génie des Procédés et Technologie de Transformation

OPTIMISATION DES MESURES D'HYGIENE DE LA TRANSFORMATION DU LEGUME *PHASEOLUS VULGARIS*

Cas de la société LECOFRUIT

Par :

RANDRIAMIHARISOA Sitraka Solofondraibe

Soutenu le **26 janvier 2016**

Membre du jury :

Président du jury :	Professeur titulaire RAONIZAFINIMANANA Béatrice
Encadreur professionnel :	Mme RANDRIARILALA Tahina
Examineur :	Professeur titulaire RASOARAHONA Jean
Tuteur :	Docteur RANDRIATIANA Richard

**Promotion KINGATSA
(2010-2015)**





ECOLE SUPERIEURE DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT INDUSTRIES AGRICOLES ET ALIMENTAIRES



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade Master
Domaine : Science de l'Ingénieur – Science Agronomique et Environnementale
Mention : Industries Agricoles et Alimentaires
Parcours : Génie des Procédés et Technologie de Transformation

OPTIMISATION DES MESURES D'HYGIENE DE LA TRANSFORMATION DU LEGUME *PHASEOLUS VULGARIS*

Cas de la société LECOFRUIT

Par :

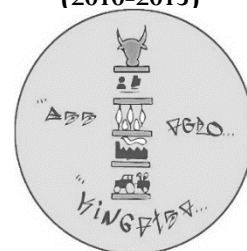
RANDRIAMIHARISOA Sitraka Solofondraibe

Soutenu le **26 janvier 2016**

Membre du jury :

Président du jury :	Professeur titulaire RAONIZAFINIMANANA Béatrice
Encadreur professionnel :	Mme RANDRIARILALA Tahina
Examineur :	Professeur titulaire RASOARAHONA Jean
Tuteur :	Docteur RANDRIATIANA Richard

**Promotion KINGATSA
(2010-2015)**



"Tsy tsara raha tsy manam-
pahalalana ny fanahy."

Ohabolana 19: 2a

« Matokia an'i Jehovah amin'ny
fonao rehetra, fa aza miankina
amin'ny fahalalanao. »

Ohabolana 3: 5

« Ankino amin'i Jehovah ny
lalanao, ary matokia Azy, fa
hataony tanteraka. »

Salamo 37: 5

"Tsara ny mahazo fahendrena noho ny
volamena, ary tsara ny mahazo
fahalalana noho ny volafotsy."

Ohabolana 16: 16

Remerciements

Je remercie avant tout Dieu, qui m'a donné le temps, la force, la santé et le courage nécessaires pour mener à terme mes études et mon stage de fin d'études ainsi que la réalisation de ce présent ouvrage.

Je tiens à exprimer profondément mes remerciements et mes reconnaissances aux personnes suivantes :

- Madame le Professeur titulaire **RAONIZAFINIMANANA Béatrice**, Chef de Département Industries Agricoles et Alimentaires à l'ESSA qui malgré ses nombreuses obligations, nous a fait l'honneur de présider la soutenance ;
- Madame **RANDRIARILALA Tahina**, Responsable Qualité Hygiène Sécurité et Environnement de LECOFRUIT et encadreur professionnel, pour sa sympathie, sa disponibilité, ses idées et conseils, ainsi que pour son aide précieuse dans la réalisation de ce travail ;
- Monsieur le Professeur titulaire **RASOARAHONA Jean**, Directeur de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques d'Antananarivo d'avoir accepté d'être l'examineur de ce travail ;
- Monsieur le Docteur **RANDRIATIANA Richard**, Tuteur et Enseignant chercheur au sein du Département Industries Agricoles et Alimentaires / ESSA, qui s'est montré disponible tout au long de la réalisation de ce stage, de m'avoir encadré et donné des conseils durant la réalisation de cette étude malgré ses nombreuses obligations.

Je veux exprimer aussi ma profonde gratitude :

- À tous les enseignants et tout le personnel de l'ESSA pour ces cinq années de formation qui m'ont permis de terminer ce travail ;
- Aux responsables ainsi qu'à toute l'équipe de la Société Lecofruit pour leur collaboration et leurs précieuses aides malgré l'ampleur de leurs tâches ;
- Aux responsables et tout le personnel du laboratoire de l'Agence de Contrôle de la Sécurité Sanitaire et de la Qualité des Denrées Alimentaire (A.C.S.Q.D.A.) ;
- Aux parents et amis qui ont manifesté leur soutien et encouragement durant toutes ces années ;
- À tous ceux qui ont participé, de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail, qu'ils retrouvent ici mes plus vifs remerciements et ma respectueuse reconnaissance.

SOMMAIRE

LISTE DES TABLEAUX.....	I
LISTE DES FIGURES.....	II
LISTE DES PARTIES EXPERIMENTALES.....	III
LISTE DES ANNEXES.....	III
LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS.....	IV
GLOSSAIRE.....	V
INTRODUCTION	1
PARTIE I : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE	3
I. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	3
II. GENERALITES SUR LA SOCIETE.....	4
III. GENERALITES SUR L'HYGIENE	12
PARTIE II : MATERIELS ET METHODES	23
I. TECHNOLOGIE DE LA TRANSFORMATION	23
II. ÉTUDE DE LA SITUATION EXISTANTE.....	33
PARTIE III : RÉSULTATS, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	50
I. CONSTATATION DU SYSTEME ACTUEL.....	50
II. RECOMMANDATIONS	63
CONCLUSION	68
RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES	70
PARTIES EXPÉRIMENTALES.....	75
ANNEXES.....	83

Liste des tableaux

Tableau 1 : Structure de prix pour les haricots verts en boîte.....	10
Tableau 2 : Liste des allergènes.....	16
Tableau 3 : Liste des machines et leurs rôles.....	23
Tableau 4 : Type d'emballage par produit	25
Tableau 5 : Norme de l'opération de blanchiment, Lecofruit	30
Tableau 6 : Dispositif pour l'hygiène du personnel.....	35
Tableau 7 : Protocole de nettoyage et désinfection	37
Tableau 8 : Matériels et produits de nettoyage et désinfection	37
Tableau 9 : Matériel de nettoyage du local	38
Tableau 10 : Répartition des caisses	39
Tableau 11 : Composition du milieu PCA	41
Tableau 12 : Composition du milieu VRBL	42
Tableau 13 : Composition du milieu de Sabouraud	43
Tableau 14 : Composition du milieu TSC.....	43
Tableau 15 : Composition du milieu TBX	44
Tableau 16 : Composition du milieu Baird Parker.....	44
Tableau 17 : Protocole d'analyse	47
Tableau 18 : Résultat des essais sur le dynaxy.....	52
Tableau 19 : Résultats des analyses microbiologiques des HV à l'agréege	60
Tableau 20 : Résultats des analyses microbiologiques des HV après nettoyage.....	61
Tableau 21 : Résultats des analyses microbiologiques des HV après blanchiment.....	61
Tableau 22 : Résultats des analyses microbiologiques des HV conditionnés	62
Tableau 23 : Étape de la méthode de dénombrement et enjeux.....	75
Tableau 24 : Commercialisation des légumes à Madagascar	84
Tableau 25 : Production (en tonnes) de haricot vert par région	88
Tableau 26 : Calendrier cultural haricot.....	89

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme de la division produits agricoles transformés ; Lecofruit 2015.....	7
Figure 2 : Cartographie des processus de Lecofruit	8
Figure 3 : Hygiène des aliments	13
Figure 4 : Diagramme de transformation des haricots verts en conserve	28
Figure 5 : Performance de nettoyage/temps	66
Figure 6 : Proposition de barrage au niveau salle propre	67
Figure 7 : Préparation de l'inoculum.....	76
Figure 8 : Dilution en cascade	76
Figure 9 : Protocole de recherche de <i>Salmonella</i>	77
Figure 10 : Protocole d'analyse du FAMT	78
Figure 11 : Protocole d'analyse <i>E. coli</i>	78
Figure 12 : Protocole d'analyse des coliformes totaux et fécaux	79
Figure 13 : Protocole d'analyse des anaérobies sulfite-réducteurs.....	79
Figure 14 : Protocole d'analyse des levures et moisissures.....	80
Figure 15 : Protocole d'analyse du <i>Listeria monocytogenes</i>	80
Figure 16 : Protocole d'analyse du <i>Staphylococcus coagulase +</i>	81
Figure 17 : Protocole d'analyse de matériel (table)	82
Figure 18 : Schéma de commercialisation des légumes à Madagascar	86
Figure 19 : Évolution des prix du haricot vert sur les marchés des 4 régions.....	94
Figure 20 : 13 étapes de l'HACCP	98
Figure 21 : Méthode pour déterminer un CCP	101
Figure 22 : Roue de Deming	104
Figure 23 : Les différentes traçabilités (cas salaison).....	108
Figure 24 : Diagramme d'Ishikawa	110
Figure 25 : Cercle de Sinner.....	112

Liste des parties expérimentales

PARTIE EXPÉRIMENTALE 1 : DÉNOMBREMENT DE SPORE	75
PARTIE EXPÉRIMENTALE 2 : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	76

Liste des annexes

ANNEXE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LA FILIÈRE LÉGUME	83
ANNEXE 2 : PLAN DE MAÎTRISE SANITAIRE	95
ANNEXE 3 : GÉNÉRALITÉS SUR LE SYSTEME HACCP	96
ANNEXE 4 : TRAÇABILITÉ	105
ANNEXE 5 : DIAGRAMME D'ISHIKAWA	110
ANNEXE 6 : LAVAGE DES MAINS	111
ANNEXE 7 : CERCLE DE SINER	112

Liste des acronymes et abréviations

A.C.S.Q.D.A.	Agence de Contrôle de la Sécurité Sanitaire et de la Qualité des Denrées Alimentaire
A.E.S.A.	Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
A.F.NOR	Association Française de NORMalisation
B.P.F.	Bonnes Pratiques de Fabrication
B.S.C.I.	Business Social Compliance Initiative
D.L.C.	Date Limite de Consommation
D.L.U.O.	Date Limite d'Utilisation Optimale
F.A.M.T.	Flore Aérobique Mésophile Totale
F.I.F.O.	First In First Out
G.B.P.H.	Guides des Bonnes Pratiques d'Hygiène
H.A.C.C.P.	Hazard Analysis Critical Control Points
HB	Haricot Beurre
H.D.P.E.	High Density PolyEthylène
H.F.L.	Hotte à Flux Laminaire
HP	Haricot Plat
HV	Haricot Vert
I.F.S.	International Food Standard
Jl.RA.MA	Jlro sy RAno MAlagasy
MP	Matière Première
O.M.S.	Organisation Mondiale de la Santé
P.C.A.	Plate Count Agar
P.P.	PolyPropylène
T.A.C.T.	Température, Action, Chimie, Temps
T.I.A.	Toxi-Infections Alimentaires
T.I.A.C.	Toxi-Infections Alimentaires Collectives
T.S.C.	Tryptone-Sulfite-Cyclosérine
U.E.	Union Européenne
V.R.B.L.	Violet Red Bile Lactose Agar

Glossaire

Denrée alimentaire : toute substance traitée, partiellement traitée ou brute, destinée à l'alimentation humaine ; ce terme englobe les boissons, le chewing-gum et toutes les substances utilisées dans la fabrication, la préparation ou le traitement des aliments, à l'exclusion des cosmétiques ou du tabac ou des substances employées uniquement comme médicaments.

Contaminant : tout agent biologique ou chimique, toute matière étrangère ou toute autre substance n'étant pas ajoutés intentionnellement aux produits alimentaires et pouvant compromettre la sécurité ou la salubrité.

Contamination : introduction ou présence d'un contaminant dans un aliment ou dans un environnement alimentaire.

Danger : Agent biologique, biochimique ou physique ou état de l'aliment ayant potentiellement un effet nocif sur la santé.

Désinfection : Réduction, au moyen d'agent chimique ou de méthode physique du nombre de microorganismes présents dans l'environnement, jusqu'à l'obtention d'un niveau ne risquant pas de compromettre la sécurité ou la salubrité des aliments.

Établissement : Tout bâtiment ou toute zone où les aliments sont manipulés, ainsi que leurs environs relevant de la même direction.

Étiquetage : tout texte écrit ou imprimé ou toute représentation graphique qui figure sur l'étiquette, accompagne le produit ou est placé à proximité de celui-ci pour en promouvoir la vente.

Étiquette : toute fiche, marque, image ou autre matière descriptive, écrite, imprimée, poncée, apposée, gravée ou appliquée sur l'emballage d'une denrée alimentaire ou jointe à celui-ci.

HACCP : Système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments.

Hygiène alimentaire se définit comme l'ensemble des règles simples permettant d'éviter les intoxications alimentaires et de s'alimenter en toute sécurité.

Hygiène des aliments : Ensemble des conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité, et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire.

Nettoyage : Élimination des souillures, des résidus d'aliment, de la saleté, de la graisse ou de toute autre matière indésirable.

Salubrité des aliments : Assurance que les aliments sont acceptables pour la consommation humaine conformément à l'usage auquel ils sont destinés.

Sécurité alimentaire : désignant la sécurité des approvisionnements alimentaires en quantité et qualité suffisante.

Sécurité des aliments : Assurance que les aliments sont sans danger pour le consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'aliment fournit au consommateur des nutriments qui, par son ingestion, lui permettent d'avoir et de se maintenir en bonne santé. Cependant, il peut être à l'origine de plusieurs problèmes de santé à long terme tels que les douleurs abdominales, le vomissement, la diarrhée, les troubles neurologiques, les cancers, etc. [33]. Les nouvelles technologies de la filière alimentaire, de la production à la consommation, en passant par le transport et les procédés de la transformation ont une grande part dans la multiplication de la contamination alimentaire. Les agents responsables de cette contamination sont les microorganismes tels que les bactéries, les virus, les parasites, les toxines et d'autres substances chimiques. Les toxi-infections alimentaires constituent un exemple de conséquence d'ingestion des microorganismes présents sur les animaux ou les fruits et légumes [32].

L'augmentation des maladies d'origine alimentaire provoque des conséquences importantes sur la santé et le développement économique des pays développés et en voie de développement [36]. Des millions de personnes par an tombent malades par la consommation d'aliments insalubres [31]. D'après les estimations effectuées par l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.), deux millions de personnes sont décédées par l'ingestion d'un aliment impropre [3]. Parmi ces décès, chaque année, 1,5 million d'enfants ont été tués par la diarrhée. Les maladies associées aux aliments sont au nombre de 200 [33].

Toutes les personnes et les industriels qui œuvrent dans la filière alimentaire sont confrontés à ces problèmes issus d'aliments insalubres. C'est pour cela que la société Lecofruit met en place toutes les dispositions nécessaires pour fournir à ses clients un produit de qualité. L'hygiène de la production à la distribution, que ce soit pour le personnel, pour les matériels et pour l'environnement prend une grande place pour assurer la sécurité et la salubrité des denrées alimentaires produites au sein de la société. La présente étude est focalisée sur la possibilité d'optimisation des mesures d'hygiène pour la transformation du *Phaseolus vulgaris* (Haricot vert).

Pour la réalisation de cette étude, le présent ouvrage sera subdivisé en trois grandes parties. La première partie présentera le contexte général de l'étude, dans laquelle les objectifs et les hypothèses de l'étude seront établis ainsi que la présentation de la société Lecofruit, ses activités, ses produits et leurs destinations. Cette partie montrera également les généralités sur l'hygiène dans les industries agroalimentaires, les principes et les règlements.

La deuxième partie sera consacrée à la présentation des matériels utilisés pour la réalisation de l'étude ainsi que les méthodologies. Elle montre les différentes techniques utilisées pour effectuer les analyses nécessaires.

Dans la dernière partie seront présentés les résultats des constats et des analyses réalisées durant l'étude ainsi que les discussions et les suggestions des mesures à mettre en œuvres.

PARTIE I :
CONTEXTE GENERAL
DE L'ETUDE

PARTIE I : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE

I. Contexte de l'étude

1. Choix du thème

L'hygiène des aliments regroupe les bonnes pratiques que l'on doit maîtriser lors du traitement des aliments afin de prévenir les risques potentiels à la santé humaine. La préservation de la santé des consommateurs est devenue une préoccupation majeure en ce début du nouveau millénaire [24]. Le public est en droit d'attendre que les aliments qu'il consomme soient sans danger et propres à la consommation [3]. Les fruits et légumes frais constituent un milieu favorable à la croissance des microorganismes. Ils sont à l'origine d'intoxication alimentaire suite à la consommation de produits contaminés par des germes pathogènes [13]. Les microorganismes présents dans les denrées alimentaires peuvent provoquer des modifications organoleptiques et altérer la qualité marchande des produits [9]. La détérioration des aliments est une source de gâchis. Elle est coûteuse et peut se répercuter négativement sur le commerce et la confiance des consommateurs. [3]

C'est dans ce contexte que nous avons étudié, avec la société LECOFRUIT, une « Optimisation des mesures d'hygiène de la transformation du légume *Phaseolus vulgaris* » en son sein.

Le choix de ce thème est guidé par le souhait de voir si les mesures d'hygiène appliquées actuellement au cours de la transformation des légumes sont insuffisantes ou en excès.

2. Problématique

La problématique de la recherche est de déterminer, en tenant compte du niveau de contamination des matières premières, si à chaque étape de la transformation du légume *Phaseolus vulgaris*, (de la réception des matières premières jusqu'au conditionnement), l'application du plan d'hygiène est adéquate, insuffisante ou en excès.

3. Hypothèses

Trois hypothèses ont été émises :

H₁ : la dose des produits indispensables utilisés pour l'hygiène des matériels et des matières premières est insuffisante ou en excès ;

H₂ : le personnel ne respecte pas correctement les informations indispensables pour l'hygiène ;

H₃ : la contamination des matières premières est variable selon le niveau d'hygiène de la récolte (auprès des paysans).

4. Objectifs

L'objectif principal de l'étude est de connaître l'impact de l'application du plan d'hygiène à chaque étape du procédé de transformation, de la réception des matières premières au conditionnement du produit fini.

Pour atteindre cet objectif principal, deux objectifs spécifiques devront être menés et réalisés :

- Vérifier le plan d'hygiène déjà mis en place et apporter des améliorations ;
- Déterminer le niveau microbiologique à chaque étape de transformation, à partir du traitement des matières premières jusqu'au produit fini et éliminer les microorganismes pathogènes.

II. Généralités sur la société

1. Historique

La société LECOFRUIT a commencé son activité au début des années 1990 peu après la mise en place du système de Zones franches à Madagascar. Au début, elle transformait des cornichons en faible quantité fournis par quelques centaines de paysans. Pour le développement de son marché vers l'exportation et de bénéficier du statut de « zones franches », la société collaborait avec une société française dénommée Segma Maille afin d'obtenir des débouchés au niveau de l'Europe pour ses produits. A cet effet, LECOFRUIT a diversifié sa production avec des haricots verts, des pois mangetout, des asperges et des mini-légumes.

Durant la saison 2004 – 2005, la société traitait 3000 tonnes de produits pour l'exportation dont 70 % étaient des haricots verts fins. Le traitement et la mise en boîte s'effectue au sein de l'usine d'Antananarivo. Les conserves qui représentent 90 % de ce tonnage sont envoyées en Europe par voie maritime. Le reste, composé de produits frais (haricots verts fins et pois mangetout) est expédié par voie aérienne. [19]

La société s'est positionnée sur le marché de niche des haricots verts fins cueillis et rangés à la main. Elle a réduit la transformation du cornichon qui était l'activité principale au début.

En 2005, un essai de vente de légume frais de qualité supérieure a été fait au niveau des supermarchés de Madagascar. Ces derniers ont hésité de s'engager dans des contrats, qui sont nécessaires à la société pour la planification de sa production. Par conséquent, la société a un peu lâché le marché local. [19]

2. Situation juridique

La société LECOFRUIT S.A. ou Légumineuses Condiments Fruits de Madagascar, au capital de 1 500 000 000 Ariary, fait partie du groupe BASAN (Barday Asgar Anil) appartenant à une famille Indopakistanaise. Le groupe intègre d'autres activités comme la fabrication et la vente de biscuit, le tannage et l'exportation de peaux de zébu ainsi que la production de tôles [7].

Implantation du Siège :

Adresse : 24, Rue Radama 1er Tsaralalana (BP 207)
Antananarivo 101, MADAGASCAR
Téléphone : 00 261 20 22 223 73 / Fax : 00 261 20 22 280 64

Implantation de l'Usine :

Adresse : Enceinte STAR, Tanjombato
Antananarivo 102, MADAGASCAR
Téléphone : 00 261 20 22 464 25 / Fax : 00 261 20 22 570 25

3. Ressources humaines

L'organisation du personnel est représentée par l'organigramme sur la figure 1.

La société dispose de 711 agents permanents et de 1680 temporaires. En plus, elle travaille avec environ 11 000 producteurs sous contrat bien défini stipulant toutes les conditions nécessaires. Pour la production de la matière première, l'égalité est favorisée pour tout personnel sans aucune discrimination (sexe, race, religion, etc.) sous toutes ses formes n'est pratiquée. Tout le personnel jouit du droit formulé dans le code de travail en vigueur (CNaPS, OSTIE).

L'usine fonctionne 7 jours/7 durant la saison de récolte avec une journée de repos programmé avec des horaires variables selon les saisons. Le personnel effectue 42,5 heures de travail par semaine. La rémunération du personnel de Lecofruit suit les standards légaux. Une cantine et un service de santé sont mis à disposition du personnel.

L'activité de production est sous la supervision du Directeur de Division des Produits Agricoles Transformés.

4. Politique

Une entreprise est un processus, autrement dit c'est un ensemble d'activités associés à des ressources visant à transformer des matières premières (éléments entrants) en produits finis (éléments sortants). Cela nécessite donc des ressources (humaines, financières et matérielles) et des produits de base ou fournitures permettant la production des biens (matériels et immatériels). La cartographie des processus doit synthétiser l'organisation et le fonctionnement de l'entreprise pour permettre de comprendre le fonctionnement. La cartographie des processus de Lecofruit est présentée sur la figure 2.

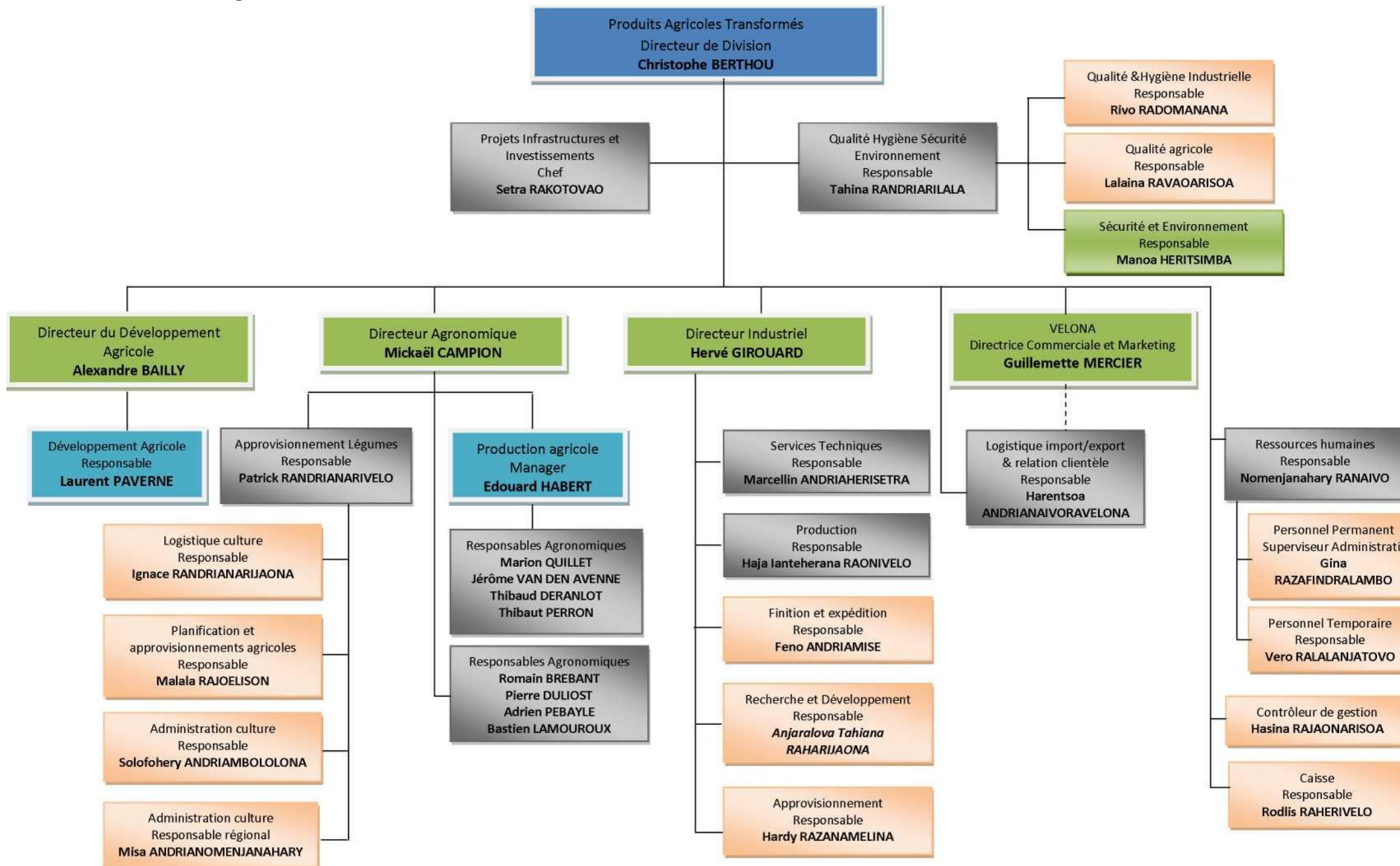


Figure 1 : Organigramme de la division produits agricoles transformés ; Lecofruit 2015

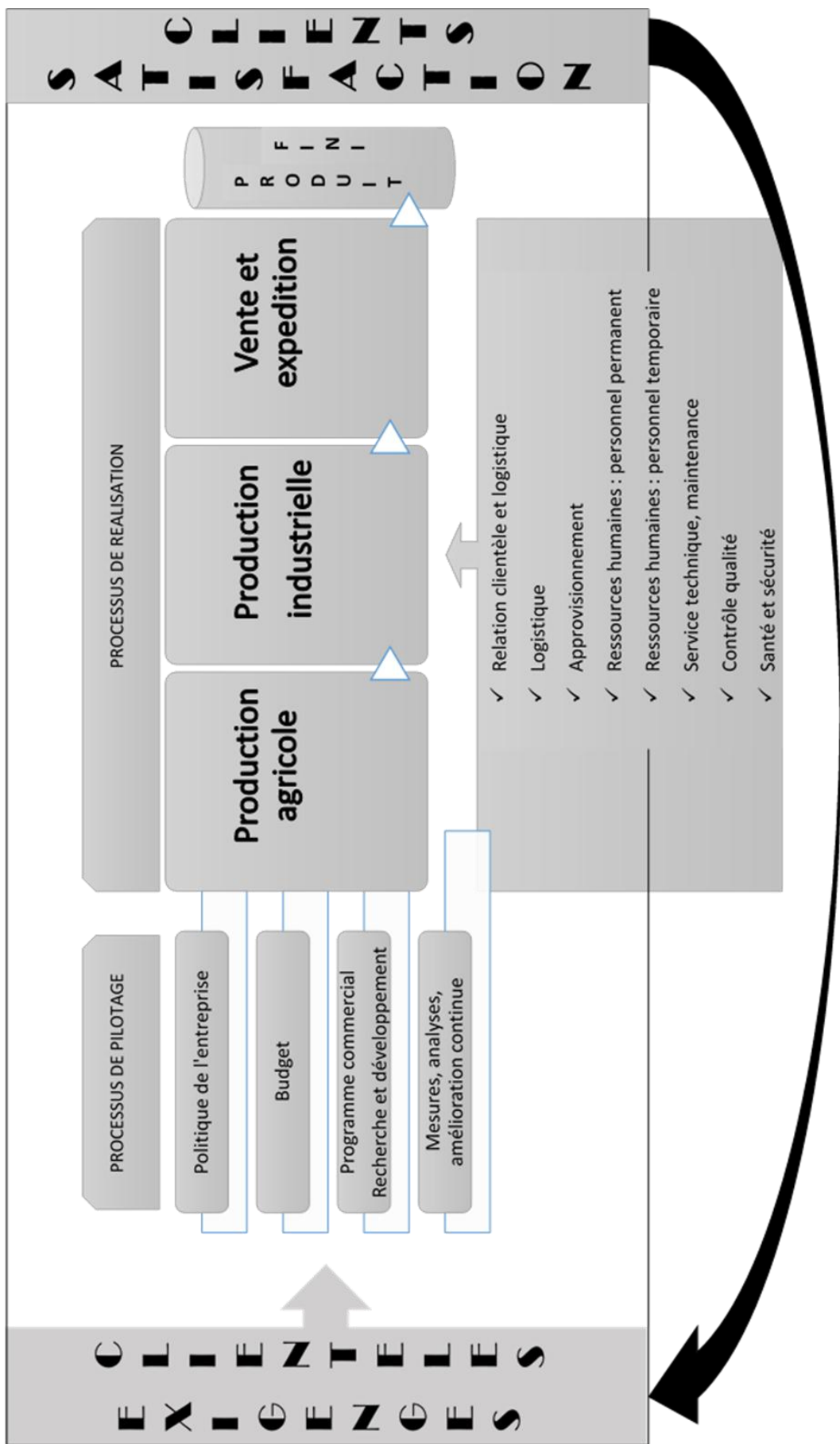


Figure 2 : Cartographie des processus de Lecofruit

5. Activités

La société œuvre dans la culture, la collecte, la transformation et l'exportation des légumes comme le haricot vert, le haricot beurre, le pois gourmand, le poireau, la carotte, la mini courgette, la mini betterave, le mini fenouil, le mini-maïs, l'asperge et le haricot plat.

La société mise sur la production intégrée en milieu paysan. En outre, elle a créé des fermes pour la recherche et le développement de nouveaux produits avant de les programmer en milieu paysan. Il s'agit de l'essai de nouvelles variétés et de nouvelles techniques culturales. Ces fermes sont complémentaires à l'approvisionnement en paysannat et permettent de faire face en cas d'une commande urgente. [19]

Un contrat annuel est signé en avance avec les clients en Europe stipulant toutes les conditions et les standards de production à respecter durant l'année. Un cahier des charges spécifique par clients est mis en œuvre par la société. Les exigences sont variables, mais elles concernent généralement la qualité du produit (taille, couleur des haricots, etc.), mais aussi des critères éthiques (aucun recours au travail des enfants par exemple), les conditions de travail et les mesures d'hygiène dans l'usine de traitement. Le contrôle de l'application de ces conditions est effectué par la société et par les clients via des auditeurs privés.

Un contrat est aussi établi entre la société et les paysans producteurs pour la standardisation de la production (semence, type et quantité d'intrants, prix...). Lecofruit contrôle ainsi son approvisionnement en légumes de qualité. Pour ce faire, un système de surveillance est mis en place.

6. Description des produits

Les produits vendus par la société sont des conserves de légumes et des légumes frais rangés à la main. Les légumes sont emballés dans des bocaux en verre sous divers formats et des boîtes métalliques pour les produits en conserve et dans des barquettes ou des cartons pour les produits frais. Parmi les produits en conserves, les haricots verts sont conditionnés en fagots avec des liens de ciboulette ou de raphia.

7. Destination des produits

La société exporte ses produits au niveau du marché européen comme la France, la Belgique, la Hollande, la Suisse et l'Allemagne.

Les produits sont livrés directement dans les supermarchés européens (France, Belgique, Pays-Bas) ou indirectement par l'intermédiaire d'un distributeur intermédiaire. [19]

RocheFontaine, Hak, Siplec, Auchan, D'aucy, Colruyt, Casino, Intermarché, Système U, Carrefour sont les principaux clients.

La structure de prix pour les haricots verts en boîte (prix de revient hors charges fixes) est représentée par le tableau suivant :

Tableau 1 : Structure de prix pour les haricots verts en boîte [7]

	%
Achat aux paysans	15
Emballage ¹	46
Transport interne	15
Énergie	5
Fret export	10

8. Référentiel et certification

Dans le secteur des produits alimentaires, le défi de la mondialisation des marchés est immense et les consommateurs sont soucieux de la qualité des produits qu'ils consomment. Lecofruit adhère à des référentiels et certifications et suit les exigences formulées dans ces référentiels. Nous distinguons 5 référentiels appliqués par la société. Il est à noter que ces référentiels sont déjà mise en place et appliqués au niveau de la société Lecofruit.

8.1. International Food Standard (I.F.S.)

L'origine de l'I.F.S. était l'augmentation croissante des exigences des consommateurs, les responsabilités de plus en plus importantes des producteurs, distributeurs et des grossistes, l'augmentation des exigences réglementaires et la mondialisation des flux de produits.

L'I.F.S.² a été conçu afin de permettre l'évaluation des niveaux de qualité, d'hygiène et de sécurité des fournisseurs de produits alimentaires. Ce référentiel s'applique au niveau des étapes de transformation des produits alimentaires en aval de la production primaire.

¹ Emballages non taxés à l'importation, la société Lecofruit étant établie sous le régime de Zone franche ; 92 % des coûts sont relatifs au transport (50 % au fret maritime)

² Utilisé pour une grande partie de l'Europe, sauf la grande Bretagne qui utilise le référentiel BRC.

Au niveau de la société Lecofruit, ce référentiel s'applique pour la fabrication de légumes appertisés³ depuis la réception des matières premières, ingrédients, emballages, jusqu'à la transformation et l'expédition.

Le système H.A.C.C.P. ou Hazard Analysis Critical Control Point, signifiant Analyse des Dangers - Points Critiques pour leur Maîtrise en français, fait partie du référentiel IFS. C'est un système permettant la définition, l'évaluation et la maîtrise des dangers menaçant la salubrité des aliments [11]. Il repose sur des bases scientifiques et cohérentes. Il est axé sur la prévention en analysant les dangers possibles tout au long du process et la détermination des actions correctives à prendre afin de maîtriser ces dangers et d'assurer ainsi la salubrité de l'aliment. Ce système H.A.C.C.P. est aussi installé et utilisé, pour la transformation des légumes et pour avoir un produit fini de qualité et salubre, au niveau de la société Lecofruit.

8.2. GlobalGAP

GlobalGAP (anciennement EUREGAP) est une série de normes de traçabilité et de sécurité alimentaire, reconnues au niveau mondial, pour les productions agricoles (végétales et animales) et aquacoles. Elle a été créée par une association de distributeurs européens. Elle est basée sur de bonnes pratiques agricoles (GAP : Good Agriculture Practices). [28]

Le principe de base est de prévenir les risques liés à la sécurité et à l'environnement (comme la diminution des intrants artificiels), l'analyse et la maîtrise des risques sanitaires et l'agriculture durable à travers une lutte intégrée, et ceci afin de garantir au consommateur les dispositions mises en œuvre pour la production des produits alimentaires (partir des intrants agricoles jusqu'au moment où le produit quitte l'exploitation).

Les normes spécifiques GlobalGAP englobent la production végétale (fruits et légumes, grandes cultures, fleurs et plantes ornementales, café et thé.), la production de plants et semences, la production d'aliments composés pour animaux, la production animale (bovins, ovins, porcs, volailles et industrie laitière) et la production aquacole (saumon, truite, crevette, tilapia, Pangasus). [28]

³ Appartenant à la catégorie 5 : Fruits et légumes, Secteur technologique A : Stérilisation.

8.3. Equitable Solidaire Responsable et Bio Ecocert Organic Standard

La certification Equitable Solidaire Responsable ou E.S.R. de ECOCERT garantit une filière équitable pour le coton et l'artisanat ainsi que les produits alimentaires. Le référentiel ESR a été mis à jour en février 2010 et va devenir Ecocert Équitable.

Le référentiel Bio « Ecocert Organic Standard » (EOS) est l'équivalent du règlement européen pour les produits biologiques au niveau des Pays-Tiers (hors Union européenne). Ce référentiel est applicable pour la vente des produits en Europe.

8.4. Business Social Compliance Initiative (B.S.C.I.)

Le B.S.C.I. est un système créé par un groupe européen réunissant les commerçants, les industriels et les entreprises d'importation de qualification et d'audit visant l'application de normes sociales au sein des entreprises sous-traitantes. Des obligations sont donc appliquées telles que le respect des législations nationales et internationales, le droit à la liberté d'association et à la négociation collective, la prohibition de la discrimination, l'obligation de respecter, voire dépasser, le salaire minimum légal, ainsi que, entre autres, l'interdiction du travail des enfants ou le travail forcé. La santé et la sécurité au travail font partie de l'une des préoccupations principales du B.S.C.I. Le code mentionne également les problèmes environnementaux comme la gestion des déchets, la manutention et l'élimination des produits chimiques et autres substances dangereuses, ainsi que le traitement des émissions et effluents.

III. Généralités sur l'hygiène

1. Histoire

Selon l'institut Pasteur, l'hygiène alimentaire a déjà commencé pendant la préhistoire (Management de la sécurité des aliments, de l'HACCP à l'ISO 22000, Olivier Boutou, AFNOR, 2006). Le mot apparaît dès l'antiquité, durant laquelle les Romains prenaient beaucoup de temps à se baigner dans les thermes collectifs, sous le regard de la déesse Hygie, protectrice de la santé.

Plus tard, durant le XIXe siècle, les sources thermales sont renommées pour la santé. Un renouvellement de l'hygiène s'est observé suite à des découvertes scientifiques, la théorie des germes, de Louis Pasteur (1822-1895) sur l'existence et le rôle des bactéries. Par conséquent, les scientifiques et médecins ont avancé des recommandations comme le lavage des mains et la toilette quotidienne à l'eau et au savon. La fin du siècle a marqué le début des salles de bain et des toilettes dans les logements.

En 1907, l'Office International d'Hygiène Publique basé à Paris a été créé et est devenu l'Organisation Mondiale de la Santé (O.M.S.) en 1946. La progression dans le domaine de la biologie a permis ensuite l'enrayement de la plupart des mécanismes de contamination de l'infection des produits alimentaires.

2. Définition

L'hygiène des aliments est « l'ensemble des conditions et mesures nécessaires pour assurer la sécurité et la salubrité des aliments à toutes les étapes de la chaîne alimentaire » (Le glossaire hygiène des aliments AFNOR NFV 01-002 – 2008). La composition de l'hygiène des aliments est d'une part la sécurité des aliments et d'autre part leur salubrité. Ces deux composantes de l'hygiène sont consubstantielles.

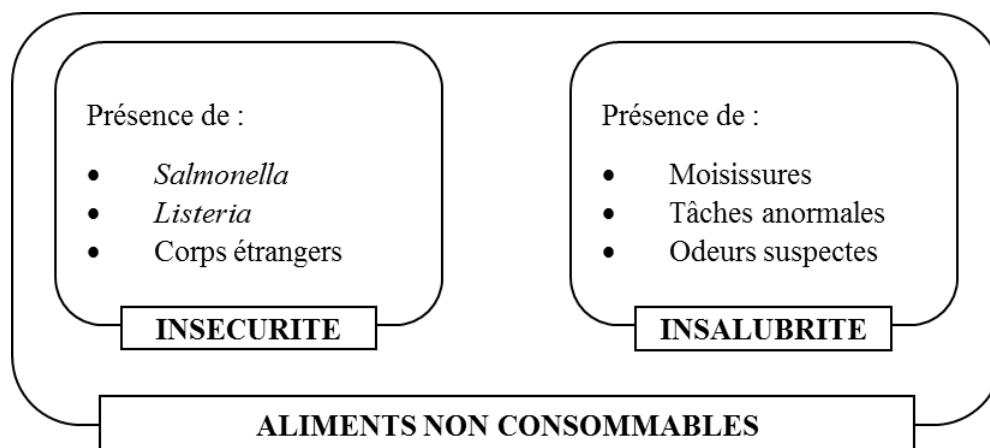


Figure 3 : Hygiène des aliments
Source : Hygiène des aliments « Glossaire français-anglais »

- La sécurité ou innocuité des aliments (différent de la sécurité alimentaire, qui désigne la sécurité des approvisionnements alimentaires en quantité et qualité) est « l'assurance que les aliments ne causeront pas de dommage au consommateur quand ils sont préparés et/ou consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés ». La sécurité des aliments est donc la garantie que les consommateurs ne seront pas intoxiqués par les aliments ingérés.

- La salubrité des aliments s'applique plus aux qualités intrinsèques du produit (goût, odeur, texture, présence de microbes de dégradation, etc.) et est définie comme « l'assurance que les aliments, lorsqu'ils sont consommés conformément à l'usage auquel ils sont destinés, sont acceptables pour la consommation humaine ». Ainsi, c'est un moyen de prévention que les aliments ont conservé les caractéristiques minimales à leur qualité.

3. Objectif

Le but de la maîtrise de l'hygiène dans une industrie alimentaire est de permettre de donner au consommateur un produit sain et conservable [39]. Pour cela, l'hygiène permet d'éviter les problèmes sanitaires au niveau du consommateur par l'ingestion d'un produit salubre. Dans ce cas, l'aliment présente une qualité irréprochable et ne présente aucun contaminant.

4. Classification

L'hygiène étant un ensemble de règles et de pratiques correspondant au maintien de la santé.

L'hygiène se subdivise en trois sous-ensembles selon le sujet concerné : [6]

- Hygiène individuelle (concerne le physique du personnel) ;
- Hygiène alimentaire (qualité de l'aliment) ;
- Hygiène collective (concerne la propagation des maladies contagieuses).

5. Règle d'hygiène

Pour mieux assurer l'hygiène dans une industrie alimentaire, il existe cinq (5) règles que l'on doit strictement suivre pour avoir une qualité optimale. [6]

Ce sont :

- ❖ Utiliser une matière première de bonne qualité ;
- ❖ Nettoyer et désinfecter les surfaces de préparation c'est-à-dire les surfaces qui seront en contact avec le produit ;
- ❖ Une bonne hygiène du lieu de travail ;
- ❖ L'hygiène du personnel ;
- ❖ Respecter les normes des opérations de transformation et de conservation.

6. Danger lié à l'hygiène

Quatre (4) types de dangers sont mis en évidence et ayant des conséquences néfastes sur la santé du consommateur : les dangers microbiologiques, les dangers chimiques, les dangers physiques et les allergènes.

6.1. Les dangers microbiologiques

Les risques posés par les dangers microbiologiques constituent un problème immédiat et sérieux pour la santé humaine. Les dangers microbiologiques sont les résultats des actions de trois (3) microorganismes :

- ❖ Les microorganismes pathogènes qui sont composés de bactéries d'intoxication alimentaire (ex : *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*)
- ❖ Les microflores toxinogènes sont constituées principalement par des champignons (*Aspergillus niger*, *A. oryzae*, *Penicillium spp.*) qui sont en mesure de produire des mycotoxines toxiques
- ❖ Les microflores d'altération regroupent les champignons qui provoquent la dégradation de la qualité organoleptique du produit (ex. : *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.*). Pour cela, elles n'indiquent pas directement un problème sanitaire. Par conséquent, ce sont des indicateurs de mauvaises conditions d'hygiène.

Le vecteur de la contamination microbiologique peut être l'homme, les animaux, l'environnement, l'eau, le matériel et le produit lui-même.

6.2. Les dangers chimiques

Les dangers chimiques représentent les dangers liés aux produits de nature chimique tels que les produits phytosanitaires, les solvants, le carburant, les produits de nettoyage susceptibles de contaminer les denrées alimentaires.

6.3. Les dangers physiques

Les dangers physiques font référence aux dangers liés à la présence de corps étrangers dans le produit tel que le caillou, métal, plastique, bois, verre, etc.

6.4. Allergène

Un allergène est une substance pouvant déclencher une réaction du système immunitaire (allergie) suite à un contact, à une ingestion, à une inhalation dans le cas d'un allergène alimentaire [29]. La multiplication des allergies alimentaires présente un intérêt pour le public et pour les chercheurs. Une estimation a montré que 2 % à 4 % des adultes et 6 % des enfants ont une allergie alimentaire. [26]

Tableau 2 : Liste des allergènes [26]

Liste des allergènes
Anhydride sulfureux (utilisé comme antioxydant et agent de conservation, p. ex. dans les fruits secs, le vin, les pommes de terre transformées)
Arachides
Céleri
Céréales contenant du gluten
Crustacés
Fruits à coque (noix, amandes, etc.)
Graines de sésame
Lait
Lupin (variété de légumineuses de la famille des <i>Fabaceae</i>)
Mollusques
Moutarde
Œufs
Poisson
Soja

7. Principes généraux d'hygiène alimentaire

Le principe général d'hygiène constitue les principes essentiels d'hygiène alimentaire applicables sur toute la chaîne alimentaire (au niveau de la production primaire jusqu'à la consommation). Il définit les conditions d'hygiène nécessaires à la production et permet de garantir la salubrité et la propreté des aliments destinés à la consommation humaine.

7.1. Hygiène du personnel

L'objectif de l'hygiène du personnel est de faire en sorte que ceux qui sont en contact avec les aliments (indirect ou direct) ne présentent pas de risque de contamination par le maintien d'un niveau de propreté adéquat et une attitude appropriée

Concernant la propreté corporelle, les personnes touchant les aliments (ainsi que les visiteurs) devraient garder un haut standard de propreté corporelle. Le cas échéant, les manipulateurs doivent porter des tenues adaptées, propres, couvrantes et assurant si nécessaire leur sécurité. Le personnel présentant des blessures doit porter des moyens de protection (si le personnel est autorisé à continuer le travail). Le lavage des mains est indispensable, car l'insuffisance d'hygiène corporelle favorise une répercussion négative sur la sécurité des aliments. Le personnel manipulant les denrées alimentaires à la main a l'obligation d'avoir une attitude qui n'entraîne pas une contamination des denrées alimentaires (ex. : fumer, manger...) pendant la production.

Une visite médicale pour les personnes travaillant en contact avec les aliments est obligatoire. Et les personnes qui sont sujettes à des maladies transmissibles à l'aliment doivent prendre les précautions adéquates ou être affectées à d'autres fonctions sans contact avec les denrées.

Les objets personnels (bijou, montre...) sont interdits dans l'aire de manutention des aliments, car ils présentent des menaces pour la sécurité et la salubrité des aliments.

7.2. Conception et installation des locaux

Le choix de l'emplacement et la construction du local dépendent de la nature des actions et des risques encourus. Tous les choix doivent permettre la réduction au maximum de la contamination des aliments. La conception du local permet de répondre à une exigence facilitant l'entretien, le nettoyage et la désinfection (matériel durable) ainsi que la réduction des contaminants aéroportés.

La surface des infrastructures (murs, portes) devrait être lisse et le sol devrait permettre le nettoyage et la désinfection et l'évacuation des eaux en surface.

L'éclairage que ce soit naturel ou artificiel est indispensable pour assurer les manutentions dans les conditions d'hygiène, et des dispositions de sécurité devraient l'accompagner pour éliminer les risques de bris.

La présence des insectes et des ravageurs dans les établissements constitue une menace sur la sécurité et salubrité des aliments. Des mesures de surveillance et d'assainissement permettent de diminuer les risques et de limiter l'emploi de pesticide. Les ouvertures du local (fenêtre, aération) menant vers l'extérieur doivent être équipées d'écrans de protection (facilement nettoyyables) contre les insectes et autres animaux.

Des installations permettant le nettoyage des outils et équipements devraient être considérées lors de la construction des locaux ainsi que les installations sanitaires et toilettes (vestiaire, dispositif de lavage et séchage hygiéniques des mains). Des dispositifs d'entreposage du matériel et de stockage de denrées doivent être prévus.

Toutes ces conditions sur la conception des locaux sont nécessaires pour maîtriser les dangers possibles lors de la manipulation des denrées alimentaires.

7.3. Matériel

Les matériels et les contenants utilisés pour la manipulation des denrées alimentaires devraient assurer l'innocuité des produits (bon état, durable) et faciliter le nettoyage et la désinfection (surface lisse, non absorbante, inerte) ainsi que leur entretien. Pour cela, la mobilité des matériels constitue un moyen efficace.

Pour les contenants des produits non comestibles (déchet, sous-produit) ou des produits présentant des dangers, la différenciation devrait être visible et ces contenants doivent être gérés de façon à assurer la non-contamination intentionnelle ou non des denrées.

Des installations frigorifiques, munies d'un thermomètre, doivent être prévues pour assurer la température des denrées alimentaires dans des conditions correctes si la nature du produit l'exige.

Le transport devrait garantir la protection des aliments. Les moyens de transport devraient fournir une protection efficace que ce soit externe ou interne (matériel de construction). Ils devraient garantir une condition de conservation adéquate du produit (température, humidité...). Les véhicules ainsi que les conteneurs devraient présenter un niveau de propreté et d'entretien déterminé. Le nettoyage est indispensable après chaque transport.

7.4. Denrées alimentaires

Les matières premières sont refusées s'ils présentent des signes de contamination (parasite, microorganisme...). Le stockage des matières premières ainsi que des produits finis

ou semi-finis devrait se faire à des températures adéquates selon le produit. L'entreposage des contenants des denrées doit éviter toute source de contamination.

7.5. Nettoyage et désinfection

Le nettoyage et la désinfection devraient être programmés pour permettre l'entretien des établissements et de l'équipement. L'opération permet d'éliminer les saletés issues de la manipulation. Le nettoyage et la désinfection permettent la réduction de la contamination des aliments.

7.6. Formation

La formation du personnel sur l'hygiène alimentaire présente une grande importance. Cela permet la prise de conscience et la responsabilité au niveau de la protection des denrées alimentaires vis-à-vis de la possibilité de leur contamination de leur détérioration.

8. Panorama de la réglementation

Les dispositions réglementaires concernant la sécurité sanitaire des aliments sont fixées par des règlements communautaires, appelés « le paquet hygiène ».

8.1. Fondement

Le paquet hygiène est constitué de plusieurs textes législatifs adoptés par l'Union européenne. Il permet de refondre, harmoniser et simplifier les dispositions détaillées et complexes. Le but de ce paquet est la mise en place d'une politique unique et transparente en matière d'hygiène. Ceci s'applique à toutes les denrées alimentaires et à tous les exploitants du secteur alimentaire y compris ceux de l'alimentation animale. Ainsi la création des instruments efficaces est utile pour gérer les alertes et ce, sur l'ensemble de la chaîne alimentaire.

Le paquet hygiène de l'Union européenne réunit l'ensemble de la filière agroalimentaire intégrant la production primaire (animal et végétal) jusqu'au consommateur final en passant par l'industrie agroalimentaire, les métiers de la bouche, le transport et la distribution.

Cette réglementation européenne, dans le sens large, est composée essentiellement de six règlements principaux et de deux directives.

8.2. Objectif

Le paquet hygiène de l'Union européenne vise à :

- Assurer un niveau élevé de protection de la santé du consommateur ;
- Garantir la sécurité sanitaire des aliments en harmonisant les systèmes de surveillance et de contrôle au niveau de l'U.E. ;
- Permettre la libre circulation des denrées alimentaires.

8.3. Règlementation

Suite à des crises sanitaires, la législation européenne concernant les produits alimentaires a été rectifiée minutieusement.

Le paquet hygiène de l'Union européenne est composé essentiellement de six textes et de deux directives qui sont : le règlement 178/2002, règlement (CE) n° 853/2004, règlement (CE) n° 882/2004, règlement (CE) n° 852/2004, règlement (CE) n° 854/2004, règlement (CE) n° 1831/2003.

- **Le règlement (CE) n° 178/2002** : dénommé aussi « Food Law », c'est le fondement de la sécurité alimentaire. Il s'applique aux denrées alimentaires et à l'alimentation animale. Il a instauré de l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments (A.E.S.A.) et du réseau d'alerte rapide européen. Ce règlement est entré en vigueur le 1er janvier 2005.

Ce règlement énonce les grands principes (principe de précaution, principe de transparence, principes d'innocuité...) et les obligations spécifiques aux professionnels, dont le devoir de traçabilité, de retrait de produits présentant un risque pour la santé publique et le devoir des services de contrôle.

- **Le règlement (CE) n° 852/2004** : s'appliquant à l'hygiène des denrées alimentaires. Ce texte établit les règles générales d'hygiène applicables à toutes les denrées alimentaires pour les exploitants du secteur alimentaire. Il est en vigueur le 1er janvier 2006.

Ce règlement rassemble :

- Un corps de texte mentionnant les exigences générales (valables à toutes les étapes de la production, de la consommation, de la transformation et de la distribution) et les

exigences spécifiques telles que le contrôle de la température, le respect de chaîne du froid et prélèvements d'échantillons, l'analyse des dangers et la maîtrise des points critiques HACCP, les Guides des Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH), les enregistrements des établissements et les conditions d'importation et d'exportation.

- Deux (2) annexes⁴ concernant la production primaire, l'entreposage sur le lieu de production et au transport depuis ce lieu de production vers un établissement.

- **Le règlement (CE) n° 853/2004** stipule les règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. Il est entré en vigueur le janvier 2006.

Cette règle est complémentaire à celles fixées par le règlement 852 pour tous les établissements à part ceux du commerce de détail et ceux de la fabrication des denrées alimentaires (contenant des produits végétaux et animaux transformés).

Cette règle est composée :

- d'un corps de texte établissant les dispositions générales sur l'enregistrement et agrément de l'établissement, le marquage de salubrité et l'identification des produits ;
- de trois (3) annexes qui se réfèrent à l'apposition de marques de salubrité, l'HACCP et les documents sanitaires accompagnant les animaux à l'abattoir ainsi que l'indication des dispositions spécifiques d'hygiène applicables aux différents types de produits traités (viandes fraîches, etc.).

- **Le règlement (CE) n° 854/2004** mentionne les règles spécifiques d'organisation des contrôles officiels concernant les produits d'origine animale destinés à la consommation humaine. Cela implique les services de contrôle d'inspection de l'établissement soumis au règlement 853/2004. Ce règlement est entré en vigueur au 1er janvier 2006.

- **Le règlement (CE) n° 882/2004** est relatif aux contrôles officiels effectués pour s'assurer de la conformité à la législation sur les aliments pour animaux et les denrées

⁴ L'annexe 1 est relative à la production primaire, à l'entreposage sur le lieu de production et au transport depuis ce lieu de production vers un établissement. Et L'annexe 2 fixe les règles applicables au commerce ambulant, au distributeur automatique et au transport.

alimentaires et avec les organisations correspondantes à la santé et au bien-être des animaux. L'application de ce règlement est le 1er janvier 2006.

- **Le règlement (CE) n° 183/2005** : concerne les aliments pour animaux. Les règles d'hygiène sont appliquées dès la production primaire des aliments pour animaux jusqu'à l'alimentation des animaux ainsi que les conditions et modalités d'enregistrement et d'agrément des manipulateurs. Il soutient aussi le concept de responsabilité des opérateurs stipulé par le règlement (CE) n° 178/2002

À part ces règlements cités précédemment, il existe quatre (4) règlements d'application du « Paquet Hygiène » de l'Union européenne :

- ❖ **Règlement (CE) n° 2073/2005** : concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.
- ❖ **Règlement (CE) n° 2074/2005** : relatif aux différentes mesures prises en application des règlements n° 852/2004, 853/2004, 882/2004 et 854/2004.
- ❖ **Règlement (CE) n° 2075/2005** : concernant les modalités de contrôle des trichines dans les viandes d'animaux sujets à ces infestations.
- ❖ **Règlement (CE) n° 2076/2005** : relatif aux mesures transitoires en application des règlements (CE) n° 853/2004, 882/2004 et 854/2004.

Ces textes sont des compléments et des précisions pour la réalisation pratique de certaines mesures du « Paquet Hygiène » de l'Union européenne.

Conclusion partielle

L'hygiène prend une grande place dans la production des denrées alimentaires. Elle permet de fournir un produit de qualité et elle permet de garantir la sécurité et la salubrité de denrées transformées. Le principe consiste à l'application de plusieurs méthodes et règles ainsi que la mise en place d'une infrastructure adéquate. L'organisation matérielle et humaine au niveau de l'entreprise favorise l'application et le suivi des procédés mis en place. Pour effectuer la vérification, des méthodologies seront entreprises pour contrôler l'état du lieu, des procédés ainsi que leurs applications.

PARTIE II :
MATERIELS ET
METHODES

PARTIE II : MATERIELS ET METHODES

I. Technologie de la transformation

La préparation des fruits et des légumes à conserver doit se faire le plus rapidement possible dans les 4 à 48 heures après leur récolte pour éviter la détérioration.

1. Matières premières (MP)

La principale MP à transformer, durant la campagne, est le haricot vert. Cependant, divers produits sont transformés en même temps. Ce sont les pois gourmands, les poireaux, les mini-maïs, les carottes et les asperges. Dans notre étude, nous avons choisi le haricot vert (HV) qui est la matière première de base. Plusieurs types d'HV sont caractérisés par leurs formats (la taille, la longueur, les méthodes de culture comme les haricots verts biologiques...).

Pour les HV en conserve, d'autres produits sont additionnés pour la conservation, la présentation ainsi que pour le goût. Ce sont le sel, les feuilles de ciboulette pour les liens en fagot.

2. Matériels

La transformation des HV nécessite l'utilisation de matériel moderne et adéquat pour la bonne maîtrise des techniques de transformation afin d'obtenir des produits de qualité à la fin de la chaîne de transformation. Mais certaines manipulations nécessitent toujours l'intervention de l'homme en raison de l'inadaptabilité des machines et du surcoût engendré.

Tableau 3 : Liste des machines et leurs rôles

Machines	Rôle
Laveuse de haricots verts	Lavage haricots verts
Ebouteuse et calibreuse automatique	Éboutage et calibrage des haricots verts
Blancheur	Blanchiment des légumes
Laveuse de bocaux	Lavage de bocal et de la boîte
Capsuleuse	Fermeture des bocaux
Sertisseur	Sertissage des boîtes
Stérilisateur	Stérilisation du produit
Marqueur	Marquage des produits emballés
Machine X-Ray	Détection de corps étrangers et anomalie
Machine pour fardelage	Mise en fardeau (emballage secondaire)

3. Emballage

3.1. Définition

Sur le plan étymologique, le mot emballage vient du préfixe « en » et de « balle », lequel vient lui-même de l'ancien allemand « balla » dont le sens était de serrer, avec une idée de pelotonner. Emballer, c'est donc mettre en balle ; et par extension en caisse. L'emballage est un assemblage de matériaux destinés à protéger un produit devant être expédié au loin et subir des chargements et des déchargements. [38]

La directive Européenne 2004/12/CE assimile au terme « emballage » tout produit constitué de matériaux de divers nature, destiné à contenir et à protéger des marchandises données, allant des matières premières aux produits finis, à permettre leur manutention, leur acheminement du producteur à l'utilisateur, et à assurer leur présentation ainsi que tous les articles à jeter utilisés aux mêmes fins. [38]

L'emballage définit schématiquement ce qui sert à protéger et à conserver ce qu'il contient et ce, quelle qu'en soit la forme. C'est le cas, par exemple, des bouteilles, boîtes métalliques, bacs ou sacs en plastique. Le mot « packaging » unifie en anglais ces deux notions et simplifie la définition.

3.2. Rôle

L'emballage joue un rôle de protection de son contenu en général. Il doit permettre une utilisation, une manipulation et un rangement facile pour les opérations de livraison et d'expédition. Il doit permettre le gerbage et être résistant aux chocs, aux conditions climatiques du milieu selon les conditions d'expéditions (hygrométrie et température). L'emballage simplifie le contrôle des stocks et permet une identification apparente.

3.3. Type d'emballage

L'emballage peut se présenter sous trois types selon leur fonction. Ce sont :

- **L'emballage primaire** ou **emballage de vente** qui est conçu de manière à présenter un article destiné à l'utilisateur final ou au consommateur ;
- **L'emballage secondaire** ou **emballage de regroupement** qui est conçu de manière à rassembler un certain nombre d'articles, qu'il soit vendu à l'utilisateur final ou au consommateur ou qu'il serve seulement à garnir les présentoirs aux points de vente. Il

peut être séparé des marchandises qu'il contient ou protège sans en modifier les caractéristiques ;

- **L'emballage tertiaire** ou **emballage de transport** conçu de manière à faciliter la manutention et le transport d'un certain nombre d'articles ou d'emballages groupés en vue d'éviter leur manipulation physique séparée et les dommages liés au transport. (Ne concerne pas les containers).

3.4. Nature de l'emballage

La nature des matériaux utilisés pour le conditionnement des haricots verts est différente selon le type d'emballage.

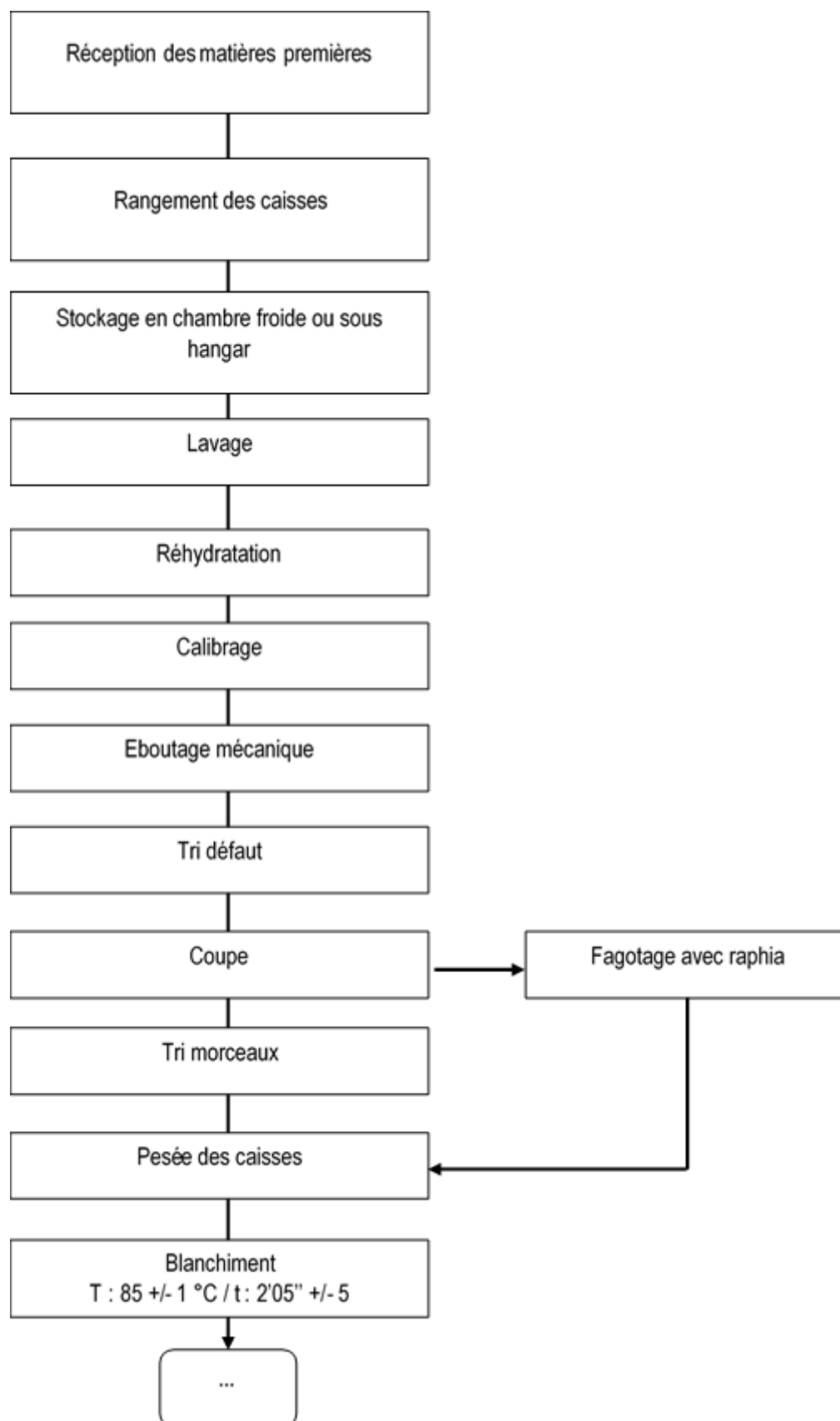
Pour l'emballage primaire ou de vente, les haricots verts sont conditionnés dans plusieurs types de contenants :

Tableau 4 : Type d'emballage par produit

Produits	Emballages
Haricots verts en conserve	<ul style="list-style-type: none"> - Bocal en verre - Boîte métallique
Haricots verts frais	<ul style="list-style-type: none"> - Carton - Barquette - Sachet en plastique (ou film plastique)

4. Processus de transformation

La transformation des HV de la récolte jusqu'à l'obtention de produits finis passe par plusieurs étapes. Ce processus est représentées par le diagramme suivant :





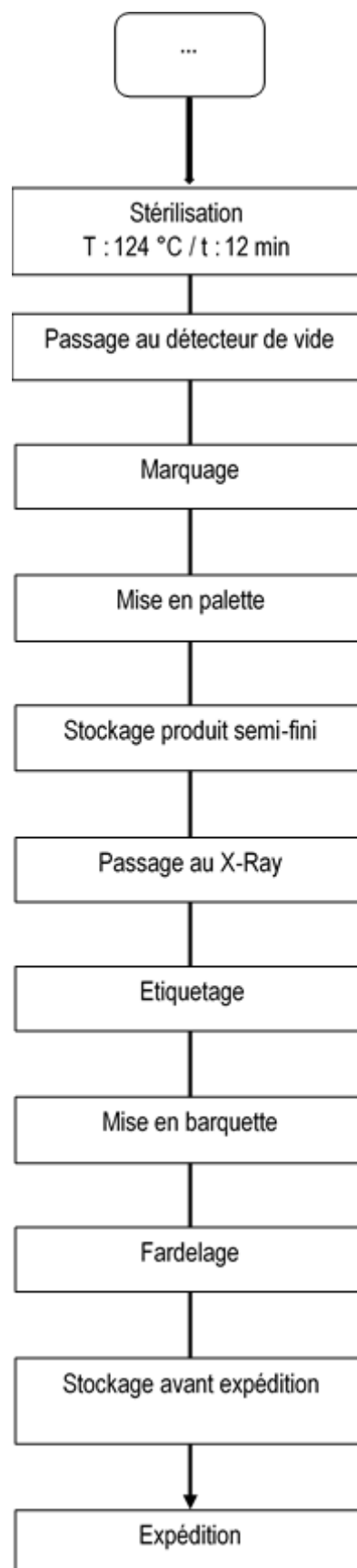


Figure 4 : Diagramme de transformation des haricots verts en conserve

4.1. Récolte :

Les haricots verts qui approvisionnent l'atelier de transformation sont récoltés auprès des agriculteurs. Le produit est disponible sur deux saisons (2) : mars à juin et septembre à janvier. Les HV récoltés sont rassemblés au niveau des centres d'agrégation en brousse dans l'attente des camions qui vont les transporter vers l'usine de transformation.

4.2. Réception et agrégation

Après la récolte, les MP sont acheminées vers l'usine de transformation. Les caisses de haricot vert sont pesées et des prélèvements sont ensuite effectués pour vérifier la qualité des MP. Après agrégation, les MP seront placées dans le hangar de stockage de matières premières à température ambiante.

4.3. Prétraitement

Le prétraitement regroupe toutes les préparations des légumes avant la mise sous emballage qui regroupe plusieurs étapes énumérées ci-après.

4.3.1. Lavage

Avant toute transformation, les HV passent dans la laveuse. Ce lavage permet d'éliminer la saleté présente sur les HV (reste de terre).

4.3.2. Trempage

Après lavage, les HV sont mis à tremper. Cette opération permet de redonner de la fraîcheur aux HV. En effet, les conditions du milieu (température, hygrométrie, etc.) et la durée de stockage avant la transformation peuvent provoquer le flétrissement des HV. Ainsi, il n'est pas rare d'observer des HV qui se fanent avant leur préparation. Pour leur redonner leur qualité initiale, cette technique est indispensable.

4.3.3. Calibrage et Éboutage

Les HV sont ensuite calibrés selon la taille et la longueur puis éboutés (le pédoncule supérieur et le stylet sont enlevés). Ce calibrage et éboutage sont effectués automatiquement par une machine.

4.3.4. Triage

Après calibrage et éboutage, les HV sont triés à la main dans un atelier. Les rebuts sont rassemblés pour un nouvel éboutage dans une deuxième machine. À part cela, les HV non conformes ainsi que les corps étrangers (les fils, morceaux de papier, etc.) sont évacués dans des bacs à déchets.

4.4. Blanchiment

Le blanchiment est un procédé qui consiste à plonger les HV triés dans de l'eau chaude pendant une courte durée afin de neutraliser les enzymes. La durée de l'opération de blanchiment varie d'un produit à un autre.

Le blanchiment a aussi un autre rôle important : réduction de la charge microbienne initiale en inactivant les microorganismes sensibles à la chaleur et sensibilise les microorganismes restants aux autres barrières. La température utilisée est létale pour les levures ainsi que pour la plupart des moisissures et des microorganismes aérobies. On a trouvé que le blanchiment réduisait la charge microbienne de 60 % à 99 % [1].

Tableau 5 : Norme de l'opération de blanchiment, Lecofruit

Produit/variété	Température (°C)	Durée
HV	85 +/- 1	2'05'' +/- 5
HP ⁵	84 +/-2	2'45'' +/- 5
HB ⁶	85 +/- 1	2'05'' +/- 5
Duo HB/HV	85 +/- 1	2'05'' +/- 5

4.5. Conditionnement

Après blanchiment, les HV sont rangés dans des barquettes selon à la quantité de produits à introduire dans l'emballage. Les HV en barquettes sont ensuite pesés pour respecter le poids convenu dans les cahiers des charges des clients. Puis, les HV sont conditionnés dans leur contenant final.

⁵ Haricot Plat

⁶ Haricot Beurre

4.6. Jutage et capsulage

Les bocaux de HV sont additionnés de jus composé de sel et de l'eau, parfois de l'acide ascorbique/acétique selon les produits. La préparation du jus est effectuée en amont du jutage. L'eau salée introduite dans les bocaux est chauffée à une température de 82 °C. La teneur en sel du jus est environ 0,8 %, mais cela varie selon le client.

Le jutage à chaud (80 °C dans les bocaux) permet de former le vide dans les bocaux pour permettre une bonne conservation du produit. Une fois le jus additionné, les bocaux sont capsulés et passent par un détecteur de vide pour vérifier l'existence réelle du vide dans les bocaux. Les bocaux inadéquats sont éjectés du capsuleur.

4.7. Stérilisation

La stérilisation est un procédé impliquant un traitement thermique et a pour but de détruire significativement les microorganismes pathogènes (même sous forme sporulée) et les enzymes causant la détérioration et la salubrité de l'aliment. [20]

Les HV emballés sont disposés dans des chariots de stérilisation pour subir le traitement thermique. Les paramètres de stérilisation des produits varient selon la nature des produits. Mais pour les HV, le barème de stérilisation est de 124 °C à cœur du produit durant un temps de 12 min. La température à cœur est vérifiée à l'aide d'une sonde introduite dans un bocal placé au point le plus froid dans le stérilisateur. La stérilisation se fait par une douche d'eau chaude et se termine par une douche d'eau froide. Les produits stérilisés sont égouttés pour éliminer les eaux restantes sur les bocaux ou les boîtes dans les chariots.

4.8. Marquage et stockage

À la fin de la chaîne de transformation, les bocaux et les boîtes stérilisés sont marqués afin de permettre la traçabilité du produit. Il est à noter que les produits dès leur réception au niveau des centres d'agrégation au niveau de la production primaire sont déjà tracés jusqu'au produit fini. Les produits semi-finis sont stockés dans des magasins jusqu'à la date de livraison des produits aux clients.

Le lot de fabrication est indiqué pour permettre le regroupement des produits selon un système établi par l'industriel afin d'identifier les produits en cas de défaut, de recherche, de réclamation, etc. Le lot définit une unité de temps, de lieu, de processus de fabrication et de même pour le produit.

La date de consommation regroupe la date limite de consommation (D.L.C.) et la date limite d'utilisation optimale (D.L.U.O.). La DLC correspond à la date à partir de laquelle l'aliment présente un danger immédiat pour la santé du consommateur. Et la DLUO est le délai au bout duquel les qualités gustatives ou nutritionnelles du produit risquent d'être altérées. [4]

La date de consommation peut être utilisée comme indication du lot à condition qu'elle comprenne au moins une indication de jour et de mois.

4.9. Étiquetage

Quelques jours avant la date d'expédition des produits, les bocaux d'HV stockés dans les magasins sont transportés dans l'atelier d'étiquetage. Avant l'étiquetage, ils doivent passer aux rayons X pour analyser les caractéristiques internes des produits. Cette opération permet de détecter la présence de contaminants physiques (bois, bris de verre, plastique, métaux...) sans les endommager.

L'étiquette a trois (3) fonctions principales :

- Fournir des renseignements de base (mention obligatoire) sur le produit (le nom usuel, la liste des ingrédients, la quantité nette, la date limite de conservation, mode d'emploi, le pays d'origine ainsi que le nom et l'adresse du fabricant, du distributeur ou de l'importateur) ;
- Fournir des renseignements sur les aspects sanitaire et nutritionnel (informations relatives à la valeur énergétique et aux nutriments) du produit, particulièrement les directives sur l'entreposage et la manutention. L'étiquetage nutritionnel indique au minimum la valeur énergétique (en kJ et kcal), les protéines, les glucides, les lipides, les fibres alimentaires et le sodium (en g) ;
- Servir de support marketing, promotion et publicité visant à accroître les ventes du produit au moyen de vignettes, d'informations promotionnelles et d'allégations telles que « rangés à la main » et autres.

Des mentions facultatives peuvent être présentes sur l'étiquette comme le point vert (pour l'éco emballage) et le code barre (pour les lectures optiques lors des achats).

Il est à noter que l'étiquetage des produits suit les exigences imposées par la réglementation. Après étiquetage, les produits sont prêts pour l'expédition et la livraison se fait par la méthode First In First Out (F.I.F.O.).

II. Étude de la situation existante

1. Revue documentaire

La consultation des documents relatifs à la production de légumes en conserves et de l'hygiène au sein d'une industrie agroalimentaire permet de faire une comparaison de la situation observée à la société Lecofruit.

2. Constatation sur terrain

L'objectif est :

- de constater visuellement la technologie, les matières premières et intrants ainsi que les matériels utilisés au sein de la société ;
- de connaître le concept et l'hygiène de la fabrication.

Pour ce faire, les collectes d'informations ont été réalisées grâce au document d'enregistrement du nettoyage et de désinfection ainsi que le manuel HACCP et le plan d'hygiène.

3. Méthode d'Ishikawa

La méthode d'Ishikawa ou la méthode de 5M est une méthode d'analyse permettant d'identifier et de représenter sur un diagramme les causes possibles d'un défaut ou d'un problème et leurs effets. Connaissant ces causes, il convient de les corriger par la mise en place de l'action corrective appropriée. C'est une méthode créée par Kaoru Ishikawa (1915-1989) d'où son appellation.

4. Vérification des bonnes pratiques d'hygiène

L'hygiène présente une grande influence sur la qualité des produits finis. Cela concerne l'hygiène des personnes et tout autre matériel qui entre en contact avec le produit utilisé. L'hygiène au sein de l'usine est assurée par une équipe interne durant et après la transformation. L'hygiène extérieure de l'usine est assurée par la même équipe. D'autres personnels sont assignés pour assurer la propreté dans le domaine de la société.

4.1. Hygiène du personnel (Main d'œuvre)

Le personnel entrant dans l'usine doit suivre des règles pour éviter toute contamination venant de l'homme. Pour cela, des vêtements de travail et des équipements de protection individuelle (E.P.I.) sont mis à leur disposition.

Les E.P.I. protègent un individu contre un risque donné, qui peut survenir durant l'exercice de ses fonctions, et selon l'activité qu'il sera amené à exercer. D'une manière générale, l'ensemble du corps doit être protégé. Ces équipements de protection sont :

- Protection de la tête : casque
- Protection auditive : bouchon d'oreille

Les vêtements de travail ont pour rôle d'éviter la contamination des aliments par le personnel qui les manipule. Ces vêtements de travail regroupent :

- Les blouses ;
- Les cagoules ;
- Les bottes ;

Des infrastructures sont installées au sein de l'usine pour permettre au personnel d'être toujours propre durant le temps travail. Ces infrastructures sont les douches, les toilettes, les pédiluves et le poste de lavage des mains.

La procédure à suivre par le personnel durant le moment de travail se résume comme suit :

- Premièrement, le personnel, à son arrivée, doit déposer ses effets personnels dans un vestiaire ou un endroit spécifique selon l'atelier. Les bijoux et les vêtements qui peuvent être une source de contamination ne doivent pas franchir la porte de l'usine. Les ongles ne doivent pas être vernissés pour les personnes touchant directement les produits ;
- Deuxièmement, une blouse de couleur blanche est mise à la disposition du personnel par les responsables de la buanderie. Elle permet de limiter tout contact et contamination par les vêtements souillés par l'environnement externe à l'usine de transformation. La couleur blanche permet d'observer la propreté de la blouse ;
- Troisièmement, avant l'entrée dans le local de transformation, un dispositif de lavage des mains est mis à la disposition du personnel. Ce dispositif comprend le savon et la brosse utilisés pour éliminer les bactéries présentes sur la main. Il y a aussi la vanne mitigeur pour le rinçage des mains. Une personne est postée au poste de lavage des mains près de l'entrée pour vérifier l'application du protocole de lavage des mains ;
- Quatrièmement, à l'entrée de la salle propre de l'usine ainsi qu'à la sortie des toilettes se trouve un pédiluve afin d'éliminer les germes présents sur les chaussures, les bottes ou sabots.

À la fin du travail, les blouses et les cagoules sont réceptionnées et sont ensuite lavées puis désinfectées dans une machine à laver puis séchées. A chaque début de travail, le personnel reçoit une blouse toujours propre. A noter que le changement des eaux des pédiluves est effectué toutes les heures.

En résumé, le tableau suivant regroupe les dispositifs indispensables pour assurer l'hygiène du personnel :

Tableau 6 : Dispositif pour l'hygiène du personnel

Équipement de protection	Port de casque
	Port de bouchon d'oreille
Vêtement de travail	Port de blouse
	Port de cagoule
	Port de botte ou sabot
Hygiène corporelle	Douche
	Vestiaire
	Lavage des mains à chaque entrée de l'usine et à chaque sortie des toilettes

4.2. Hygiène des matériels (Matériel)

Les matériels font partie des éléments qui entrent en contact avec la totalité des produits transformés au sein de l'usine. Il est alors indispensable d'assurer l'hygiène de ces matériels.

4.2.1. Type de matériel

Les matériels concernés par le nettoyage et la désinfection sont répartis en deux (2) catégories :

- Les machines qui regroupent la laveuse, l'ébouteuse et calibreuse mécanique, la blancheur, les machines de conditionnement (sertisseuse), et tout autre matériel automatique ;
- Les petits matériels concernent les tables en aluminium et en téflon pour la manutention. Il y a aussi les passoires, les couteaux, les barquettes ainsi que les caisses de rangement et de manutention.

4.2.2. Technique de nettoyage et désinfection

À chaque catégorie d'instrument est défini un plan d'hygiène spécifique. En général, le grand nettoyage des matériels se fait avant et après la fabrication. Mais durant la fabrication, l'hygiène est assurée par le personnel travaillant dans l'unité de transformation. Le nettoyage des machines et des petits matériels se fait à chaque fin d'utilisation, mais le nettoyage additionné à une désinfection est programmé deux à trois fois par semaine selon le type de matériel.

L'opération de nettoyage et désinfection se fait en plusieurs étapes. Après les travaux de transformation, le personnel responsable de l'hygiène effectue le vide sanitaire avant toute autre action. Il consiste à dégager au maximum l'aire de lavage.

C'est pendant ce vide sanitaire que s'effectuent la conduite des opérations de :

- Rangement (les palettes vides ou chargées, les cartons, les outils, etc.) ;
- Démontage du matériel ;
- Balayage, raclage, ramassage pour éliminer les souillures les plus grossières.

Une fois le vide sanitaire terminé, l'équipe hygiène procède au prérinçage. Il consiste à arroser vigoureusement les surfaces à nettoyer avec de l'eau.

Cette opération sera suivie de l'application des produits nettoyants pour effectuer le nettoyage (dite « phase alcaline ») par une action mécanique comme brossage des surfaces. Une fois terminées, les surfaces nettoyées sont rincées à l'eau courante.

Du désinfectant est appliqué sur les surfaces afin d'éliminer les microorganismes présents.

Finalement, les matériels nettoyés et désinfectés sont rincés avant de les laisser sécher.

En général, le protocole de travail de nettoyage et de désinfection suit l'ordre suivant :

Tableau 7 : Protocole de nettoyage et désinfection

	Nettoyage	Nettoyage et Désinfection
01	Effectuer le vide sanitaire (rangement des tables, matériels, caisse)	Effectuer le vide sanitaire (rangement des tables, matériels, caisse)
02	Élimination de souillure sur tous les matériels (reste de produit ou autre)	Elimination de souillure sur tous les matériels (reste de produit ou autre)
03	Pré rinçage à l'eau courante	Pré rinçage à l'eau courante
04	Préparation de produit de nettoyage	Préparation des produits de nettoyage et de désinfection
05	Application du produit de nettoyage et brossage à l'aide d'une brosse et/ou d'une éponge, d'un tampon syprex	Application du produit de nettoyage et brossage à l'aide d'une brosse et/ou d'une éponge, d'un tampon syprex
06	Rinçage à l'eau courante	Rinçage à l'eau courante
07		Application du produit de désinfection sur toutes les surfaces des matériels et des machines et attente du temps de pause spécifique pour le produit (30 minutes)
08		Rinçage à l'eau courante

Les produits et les matériels utilisés pour le nettoyage et la désinfection sont :

Tableau 8 : Matériels et produits de nettoyage et désinfection

Matériels de nettoyage et de désinfection	Produits de nettoyage et de désinfection
Éponge	Eau
Brosse	Savon uniclean
Petite raclette	Le désinfectant : dynaxy, anios, mikroquat
Nettoyeur à haute pression	

4.3. Hygiène du local (Milieu)

Le nettoyage et la désinfection du local sont assurés par l'équipe hygiène. La méthode de nettoyage et de désinfection est établie par le plan d'hygiène. Des enregistrements sont faits après chaque opération. Les surfaces à nettoyer et à désinfecter regroupent les murs, le sol, les portes et/ou lanières et les moustiquaires.

Le nettoyage et la désinfection sont effectués périodiquement. Pour le sol, un nettoyage est planifié à chaque fin de cycle et la désinfection après le nettoyage est effectuée hebdomadairement.

Concernant les murs et les portes et/ou lanières, la pratique du nettoyage et de la désinfection se fait hebdomadairement.

Des moustiquaires sont mis en place pour empêcher l'intrusion des nuisibles (rongeurs, insectes, etc.) et pour limiter la pénétration des poussières venant du milieu extérieur. Le nettoyage et désinfection des moustiquaires sont effectués à chaque fin de la campagne de production. L'élimination des animaux nuisibles est effectuée par un prestataire externe. Et à part cette mesure, des « inséctocuteurs » sont mis en place en permanence dans le local de fabrication pour tuer les insectes qui ont pu s'introduire dans le local.

À l'intérieur de l'usine, des bacs à ordures sont placés en permanence pour recueillir les déchets et ordures issus de la fabrication. Ils sont évacués par le personnel responsable.

Tableau 9 : Matériel de nettoyage du local

Milieu	Matériel	Produits de nettoyage et de désinfection
Sol	Raclette, brosse,	Dynaxy, uniclean
Murs	Raclette, éponge	
Moustiquaire	Bac de trempage	

4.4. Marche en avant

Les opérations successives doivent assurer une progression du produit vers l'avant, sans retour en arrière et du moins sale vers le plus propre [8]. La marche en avant permet d'éviter la contamination croisée des produits durant sa fabrication.

Les produits entrant dans l'usine sont placés dans des caisses de couleurs différentes pour déterminer la circulation et le niveau de propreté et du type de produits. À chaque salle de travail correspond une couleur de caisse différente afin d'éviter la contamination.

Il existe diverses salles de travail à savoir :

- La salle de réception des produits ;
- La salle pour l'éboutage mécanique et manuel ;
- La salle de triage ;
- La salle de conditionnement des produits ;
- La salle de marquage et d'étiquetage ;
- Le magasin de stockage.

La couleur des caisses est définie comme suit :

Tableau 10 : Répartition des caisses

Salle	Utilisation	Couleur
Salle de réception	Réception des matières premières	Gris et bleu Moitié rouge et moitié beige pour les produits bio (GM)
Salle pour l'éboutage mécanique/manuel	Transport et entreposage des produits	Gris Moitié rouge et moitié beige pour les produits bio (GM)
Salle de tri défaut	Transport et entreposage des produits	Gris Moitié rouge et moitié beige pour les produits bio (PM) Rouge pour les produits à retraiter
Salle propre	Transport et entreposage des produits Transport et entreposage des bocal Transport et entreposage des boîtes	Rouge Vert Bleu

5. Analyse microbiologique

5.1. Objectif

L'analyse microbiologique a pour objectif de vérifier l'efficacité de l'hygiène au cours de la manipulation et transformation des HV ainsi que l'efficacité du nettoyage et de la désinfection effectuée sur les matériels qui sont en contact direct avec le produit. En plus, elle permet de déterminer quelle partie de la chaîne de transformation présente une faille éventuelle au niveau de l'hygiène.

5.2. Choix des germes à étudier

Le choix des germes à observer et à dénombrer se base sur le critère d'hygiène et de salubrité du produit. Les germes à rechercher sont des germes nocifs pour la santé humaine et mauvaises pour la qualité du produit.

Les germes étudiés sont au nombre de neuf (9) :

- Flore Aérobie Mésophile Totale (FAMT) ;
- *Salmonella* ;
- Coliformes totaux ;
- Coliformes fécaux ;
- *Escherichia coli* ;
- Anaérobie sulfito-réducteur ;
- *Listeria monocytogenes* ;
- Staphylocoque à coagulase positive ;
- Levure et moisissure.

5.3. Milieu de culture

Le milieu de culture est un mélange nutritif artificiel élaboré pour répondre au mieux aux exigences nutritionnelles des microbes. Un milieu de culture est composé de :

- Une ou des sources d'énergie ;
- Une ou des sources de carbone ;
- Un ou des facteurs de croissance ;
- Des éléments minéraux de base (macroélément) et spécifiques (microélément) ;
- De l'eau.

Les substances inhibitrices de la multiplication et de la viabilité des microbes à observer ne doivent pas être présentes dans les milieux de culture. [42]

Les milieux de culture utilisés par type de germes à observer dans le cas de notre étude sont présentés ci-après.

5.3.1. Plate Count Agar

La gélose glucosée à l'extrait de levure, appelée par les Anglo-Saxons « Plate Count Agar » ou PCA, est utilisée en bactériologie alimentaire pour le dénombrement des microorganismes aérobies revivifiables dans les produits alimentaires. Elle est aussi mise en œuvre pour l'analyse des produits pharmaceutiques, des produits cosmétiques et de leurs matières premières. Ce milieu nutritif, dépourvu d'inhibiteur, a pour intérêt de favoriser le développement des microorganismes présents, dite flore totale, à une température de 30 °C. La composition de ce milieu est présentée par le tableau 11.

Tableau 11 : Composition du milieu PCA

Composition	Teneur (g/l)
Tryptone	5,0
Extrait de levure	2,5
Glucose	1,0
Agar	15,0
Ph=7	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

5.3.2. Hektoen

La gélose Hektoen est un milieu d'isolement des *Salmonella* et des *Shigella*, bien que de nombreuses bactéries à Gram négatif puissent se développer sur ce milieu. L'identification d'entérobactéries pathogènes repose sur la non-utilisation des glucides présents dans le milieu.

5.3.4. Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL)

La gélose VRBL⁷ est un milieu de culture type sélectif. Cette gélose est utilisée pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et thermotolérants présents dans l'eau, le

⁷ Gélose VRBL : gélose lactosée biliée cristal violet et au rouge neutre (en français)

lait et les autres produits laitiers, le matériel de laiterie, les produits alimentaires. La composition de la gélose VRBL est présentée par le tableau 12.

Tableau 12 : Composition du milieu VRBL

Composition	Teneur (g/l)
Extrait de levure	3,0
Peptone	7,0
Chlorure de sodium	5,0
Sels biliaires n° 3	1,5
Lactose	10,0
Rouge neutre	0,03
Cristal violet	0,002
Agar	12,0
pH 7,4 ± 0,2	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

La gélose VRBL se conserve à une température de 10–30 °C pour le milieu déshydraté. Le milieu prêt à l'emploi est conservé à une température entre 2 à 8 °C et doit être utilisé rapidement.

La gélose est présentée sous forme de poudre lisse de couleur paille rosée pour un milieu déshydraté. Elle a une couleur pourpre foncée pour un milieu préparé.

5.3.5. Sabouraud

La gélose de Sabouraud est un milieu utilisé pour l'isolement et la multiplication d'une grande variété de levures et moisissures.

La conservation du milieu est de 10 – 30 °C jusqu'à la date de péremption, de 2 - 8 °C pour milieu déjà prêt pour l'emploi. Le milieu se présente sous forme de poudre de couleur paille à l'état déshydraté ou en milieux préparés.

La composition de la gélose de Sabouraud est représentée dans le tableau 13.

Tableau 13 : Composition du milieu de Sabouraud

Composition	Teneur (g/l)
Peptone mycologique	10,0
Glucose	40,0
Agar	15,0
pH $5,6 \pm 0,2$ à 22 °C	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

5.3.6. TSC

La gélose Tryptone-Sulfite-Cyclosérine (TSC) est un milieu utilisé pour l'isolement sélectif et le dénombrement de *Clostridium perfringens* dans les eaux et les produits alimentaires. L'utilisation de la gélose TSC est aussi recommandée pour le dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs. Elle est composée des éléments suivants :

Tableau 14 : Composition du milieu TSC

Composition	Teneur (g/l)
Tryptose	15,0
Peptone de farine de soja	5,0
Extrait de levure	5,0
Métabisulfite de sodium	1,0
Citrate de fer ammoniacal	1,0
Agar	15,0
pH final $7,4 \pm 0,2$	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

5.3.7. TBX

La gélose TBX est un milieu de culture sélectif qui est destinée au dénombrement des *Escherichia coli* -D-glucuronidase positive présente dans les denrées alimentaires. La constitution est listée sur le tableau 15.

Tableau 15 : Composition du milieu TBX

Composition	Teneur (g/l)
Tryptone	20
Sels biliaires n° 3	1,5
BCIG	0,075
Agar	9
pH du milieu prêt-à-l'emploi à 25 °C : 7,2 ± 0,2.	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

5.3.8. Baird Parker

La gélose de Baird Parker (BP) est un milieu sélectif qui permet de réaliser la recherche, l'isolement et le dénombrement de bactérie de genre *Staphylococcus* présent dans l'eau, les produits alimentaires et dans d'autres produits.

La composition de la gélose de BP est représentée dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Composition du milieu Baird Parker

Composition	Teneur (g/l)
Peptones	10
Extrait de viande de bœuf	5
Extrait de levure	1
Pyruvate de sodium	10
Glycine	12
Chlorure de lithium (LiCl)	5
Agar (gélose)	20
Émulsion de jaune d'œuf (ml)	50
Tellurite de potassium	0,1
pH = 7,2	

Source : fiche technique Biokar – Formule type

5.3.9. Eau peptonée tamponnée (EPT)

L'eau peptonée tamponnée est un diluant destiné à la préparation des suspensions-mères des produits alimentaires (laits en poudre et concentrés, de yaourts, de produits laitiers, de produits d'origine animale, etc.).

5.4. Matériels

La réalisation des analyses microbiologiques au niveau d'un laboratoire microbiologique nécessite l'utilisation des matériels adéquats. Les matériels utilisés doivent être stériles pour permettre de faire un travail en milieu aseptisé lors de la manipulation.

5.4.1. Hotte à flux laminaire (HFL)

Par définition, la hotte à flux laminaire est une enceinte qui permet de protéger le manipulateur, l'environnement, et pour certaines, le produit à manipuler contre des substances biologiques dangereuses appartenant à différentes catégories de microorganismes [42]. Ces objectifs peuvent être atteints selon le mode de conception du matériel (ouvert ou fermé). Les HFLs sont généralement munis d'une lampe ultraviolette qui possède un effet germicide permettant la stérilisation du plan de travail et de son contenu lorsqu'elle est allumée.

5.4.2. Verrerie

Pour l'analyse microbiologique, des matériels en verre sont utilisés comme :

a. Tube à essai :

Le tube à essai est utilisé pour le stockage de l'eau peptonée et pour servir à la préparation de dilutions successives de la suspension-mère.

b. Boîtes de pétri :

Ce sont des petites boîtes cylindriques ou en d'autres formes. Elle peut être de différentes tailles et conçues soit :

- en verre : réutilisable et stérilisée dans le four Pasteur ou dans un stérilisateur ;
- en plastique : pré stérilisé et à usage unique.

La boîte de pétri est utilisée comme un récipient pour les milieux de culture prêt à l'emploi et est indispensable pour la culture des microorganismes.

c. Ballon :

Le ballon est utilisé pour la préparation des milieux de culture.

5.4.3. Stomacher

Le Stomacher est un broyeur à double action. Il permet de malaxer et d'agiter afin d'homogénéiser les échantillons. Il est important de savoir que les échantillons à traiter sont contenus dans un sac stérile spécial et à usage unique. Le fond du sac est adapté à la forme circulaire des pales pour assurer une récupération optimale des cellules et des organismes contenus dans les échantillons à traiter. L'instrument agit sur la poche comme un estomac, d'où le nom Stomacher.

5.4.4. Balance

La balance électronique est utilisée pour la prise d'essai de l'échantillon à analyser. Elle doit permettre le pesage d'un produit à faible masse à l'exemple de 1 g et doit permettre aussi de tarer.

5.4.5. Micropipette

La micropipette est indispensable pour le prélèvement de la suspension-mère. Elle permet de prélever un volume unique de 1 ml.

5.4.6. Vortex

Le vortex est un matériel utilisé pour permettre le mélange d'une solution qui est généralement dans des tubes. Il est composé d'un socle lourd qui contient le moteur de l'appareil. Un réceptacle en caoutchouc se trouve sur la partie supérieure de l'appareil sur lequel se pose le tube dont le contenu est à mélanger. La pression effectuée par le tube sur le réceptacle déclenche la mise en marche de l'appareil.

5.4.7. Petits matériels

Les petits matériels regroupent des instruments de manutention et de nettoyage des matériels et du plan de travail. Ces instruments sont :

- **Le bec Bunsen** : un brûleur à gaz très utilisé en laboratoire pour la flamme constante et sans fumée qu'il fournit. La flamme peut atteindre une température de 1 500 °C.
- **L'anse d'ensemencement** : un matériel utilisé pour l'ensemencement des microorganismes. Il est formé d'un manche portant un fil métallique (fabriqué à partir d'un métal appelé tungstène ou platine ou nickel-chrome) dont l'extrémité est fermée en boucle. La caractéristique du fil métallique lui permet de supporter une température

assez élevée sans se détériorer. Cette caractéristique est pratique pour la stérilisation lors de la manipulation.

- **Ciseaux** : utilisé durant la manipulation pour la préparation des échantillons
- **Coton hydrophile et coton cardé** : utilisé pour l'aseptisation de la surface de manipulation et des matériels utilisés pour manipulation. Le coton hydrophobe sert aussi pour boucher le tube à essai contenant l'eau péptonée.
- **Chauffe - ballon** : un matériel utilisé pour le chauffage des produits nécessaires pour la préparation des milieux de culture.

5.5. Protocole d'analyse

Le protocole d'analyse est résumé sur le tableau 16.

Tableau 17 : Protocole d'analyse

Germe recherché	Milieu	Ensemencement	Dilution effectuée	Quantité d'inoculum	Conditions d'incubation
FAMT	PCA	En profondeur	10^1 , 10^3 , 10^5 , 10^7	1 ml	30 °C, 72h
<i>Salmonella</i>	Hektoen	En surface	10^1	1 ml	37 °C, 48h
Coliformes totaux	VRBL	En profondeur	10^1	1 ml	30 °C, 24 h
Coliformes fécaux	VRBL	En profondeur	10^1	1 ml	44 °C, 24 h
<i>E. coli</i>	TBX	En surface	10^1	1 ml	37 °C, 24 h
Anaérobie sulfito-réducteur	TSC	En surface	10^1	1 ml	37 °C, 24 h
Levure et Moisissure	Sabouraud	En surface	10^1	1 ml	30 °C, 48h
<i>Listeria monocytogenes</i>	Slanetz	En surface	10^1	1 ml	37 °C, 24 h
<i>Staphylococcus coagulase</i> +	Baird Parker	En surface	10^1	1 ml	37 °C, 24 h

5.6. Travail aseptique

Lors d'une analyse microbiologique, le travail aseptique est indispensable pour garantir le résultat et éviter toute contamination. Durant le travail aseptique, le manipulateur a un rôle important, mais il peut parfois présenter un inconvénient par transfert direct de germe

(vêtements, cheveux, ongles, etc.) ou indirectement (manipulation ou nettoyage) [42]. Pour cela, l'hygiène du personnel effectuant l'analyse doit être primordiale afin d'éliminer les risques de contamination.

De plus, la désinfection des matériels de travail ainsi que la stérilisation des milieux de culture sont nécessaires pour garder la pureté de la culture. Et l'organisation du poste de travail est une méthode utile pour former la zone stérile afin d'éviter toute contamination.

5.7. Produits à analyser

5.7.1. Analyse de l'eau

Dans l'industrie agroalimentaire, l'eau est l'intrant le plus important. Elle est indispensable que ce soit sur le plan de la transformation que sur le plan hygiène. Elle est un des facteurs de contamination au cours de la transformation si sa qualité microbiologique et physique n'est pas satisfaisante.

L'eau utilisée dans l'usine est subdivisée en deux (2) selon leur utilisation, soit :

- L'eau de la JI.RA.MA pour le lavage des divers matériels et des machines et autres ;
- L'eau traitée (déchlorée puis rechlorée) est utilisée uniquement pour la transformation des légumes comme eau de lavage, de blanchiment et de jutage.

L'eau de l'usine est sujette à une analyse microbiologique au sein d'un laboratoire externe permettant de s'assurer de sa potabilité.

5.7.2. Analyse des haricots verts

Les échantillons d'HV à analyser sont pris par hasard dans un lot circulant dans la chaîne de fabrication. Les échantillons sont choisis pour être représentatif de chaque étape de la fabrication et de vérifier l'efficacité de l'hygiène.

Pour cela, les échantillons d'HV sont prélevés sur les postes suivantes :

- À l'agréage (avant toutes manipulations) ;
- Après le lavage, le trempage et l'éboutage ;
- Après blanchiment ;
- Durant le conditionnement.

5.7.3. Analyse des matériels

L'analyse des matériels, comme les tables, permet d'obtenir une visualisation de l'efficacité des méthodes de nettoyage et de désinfection. Le choix des tables se fait au hasard dans la salle de triage et dans la salle propre

Conclusion partielle

La mise en conserve des haricots verts passe par plusieurs étapes. Les paramètres utilisés doivent être conformes pour obtenir des produits de qualité. Le suivi des pratiques de fabrication et d'hygiène permet de déceler la présence d'anomalie au niveau de l'installation, de la manipulation et des procédures effectuées. Le suivi permet d'identifier les causes des anomalies. L'analyse microbiologique permet d'apprécier la qualité de l'hygiène effectuée. L'appréciation et les suggestions d'amélioration seront présentées dans la partie suivante.

PARTIE III :
RESULTATS,
DISCUSSIONS ET
RECOMMANDATIONS

PARTIE III : RÉSULTATS, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS

Sur la base des informations obtenues au cours de nos observations et des contrôles effectués, nous avons pu mettre en exergue les appréciations sur les bonnes pratiques d'hygiène durant la transformation des haricots verts par LECOFRUIT. L'analyse des résultats en découlant nous permet de formuler des mesures adéquates afin d'optimiser et d'assurer l'hygiène tout au long de la chaîne de transformation.

I. Constatation du système actuel

1. Matériel

Les machines utilisées pour la transformation des haricots verts sont construites avec de l'acier inoxydable. Ceci permet de faciliter le nettoyage et de garantir l'innocuité des aliments. L'acier inoxydable est résistant au contact de l'eau évitant ainsi la corrosion.

Les tables sont fabriquées à partir d'acier inoxydable et de téflon. Elles ne présentent aucun danger pour le produit en contact direct.

Les petits matériels ainsi que les matériels de manutention sont faite de matière en plastique comme le polypropylène (PP) et le polyéthylène à haute densité (HDPE). Ces matières ne présentent pas de risques si elles entrent en contact avec les denrées alimentaires.

L'emplacement des machines est déterminé de façon à faciliter la circulation du personnel. Cette disposition permet d'effectuer le nettoyage et la désinfection efficace, l'entretien et la maintenance.

Le nettoyage des machines et des matériels amovibles (tables, caisses, petits matériels) est effectué après chaque transformation. La désinfection par contre est programmée selon le matériel. Les matériels utilisés pour l'hygiène sont aussi sujets à des nettoyages et des désinfections suivant la planification dans la bonne pratique d'hygiène de l'entreprise.

Au niveau des installations et du type de matériel utilisé pour la transformation des haricots verts, le concept est adéquat pour assurer la sécurité et la salubrité des denrées. Par contre, les matériels utilisés pour effectuer le nettoyage et la désinfection sont insuffisants.

➤ L'équipe responsable de l'hygiène ne dispose pas d'appareil de mesure comme la balance pour effectuer elle-même le pesage du produit. Ce qui fait qu'il utilise des balances des ateliers de transformation. Par conséquent, le dosage de produit ne peut-être fait qu'à faible quantité et le pesage se fait au niveau du laboratoire ou doit attendre la fin de travail d'un atelier pour éviter le risque de contact du produit avec les denrées alimentaires. En cas d'insuffisance de produit ou d'augmentation des travaux à effectuer, l'équipe d'hygiène n'est pas en position de fournir les produits sans la présence du responsable des ateliers ou du laboratoire.

➤ De plus, le dosage du produit nettoyant (liquide) se fait par estimation visuelle du manipulateur. Par conséquent, la concentration du produit utilisé lors du nettoyage peut être faible ou en surdose par rapport à l'indication donnée par le fournisseur.

Le non-respect de la dose d'une solution, que ce soit faible ou en surdose, présente toutes les deux des conséquences.

La surdose du produit ne permet pas de favoriser son efficacité sur les surfaces, car elle peut présenter plusieurs problèmes :

- Premièrement, le résultat de nettoyage peut être adéquat ou insuffisant par rapport à une solution bien dosée ;
- Deuxièmement, il y a possibilité de traces résiduelles des produits persistant après le rinçage ;
- Troisièmement, il présente un risque de corrosion précipité des matériels qui va créer une dépense inutile par la perte des produits actifs utilisés.

Par opposition, l'insuffisance de la dose conduit à l'inefficacité du nettoyage due à un manque des produits actifs (inhibiteur de corrosion, agent séquestrant et agent anti-mousse). Cela peut entraîner la présence de reste de souillure qui influe sur l'efficacité de la désinfection ultérieure et logiquement la perte de produit comme cité pour le surdosage.

➤ En dernier, la machine utilisée pour le nettoyage à haute pression d'eau ne permet pas de couvrir tous les besoins en nettoyages au niveau de l'usine de transformation. Pour cela, le travail s'accumule, augmentant ainsi la durée du nettoyage. Or, durant la période de pic d'activité, le temps de nettoyage est un peu serré. A cela s'ajoute le temps de pause nécessaire pour que le produit de désinfection soit efficace.

L'analyse microbiologique des matériels nous a permis de vérifier la présence ou non des germes ainsi que l'efficacité du produit de désinfection à des doses différentes. Les résultats sont montrés dans le tableau 17 suivant

Tableau 18 : Résultat des essais sur le dynaxy

Dose de dynaxy (g)	2,7	2,8	2,9	3
FAMT (UFC/g)	1	< 1	< 1	< 1

Ce résultat montre que nous pouvons diminuer la dose du désinfectant à 0,3 g près pour obtenir le même résultat avec les mêmes fréquences d'application.

2. Méthode

Les méthodes préconisées dans les bonnes pratiques d'hygiène sont bien suivies par le personnel responsable. Les informations nécessaires relatives à l'hygiène sont disponibles dans chaque atelier. Le nettoyage est bien assuré durant les heures de travail de l'usine de transformation. Les tables sont nettoyées après changement d'opération (ex : éboutage et mis en barquette pour les produits frais) et de produit pour éliminer les risques de contamination entre les produits (ex. : Asperges et haricots verts ou les légumes conventionnels et les légumes bio). Les tables de la salle propre sont souvent raclées pour éviter la présence des flaques d'eaux et nettoyées par rinçage à l'eau de la surface de travail. Au niveau de la salle de l'éboutage manuel des légumes, le sol est systématiquement balayé pour éviter l'entassement et l'accumulation des débris végétaux.

Malgré le respect des protocoles de l'hygiène, quelques erreurs sont constatées au niveau de la maîtrise de l'hygiène durant la transformation. Lors du travail, les barquettes, utilisées pour le pesage des produits à conditionner, qui tombent à terre ne sont pas nettoyées ou rincées à l'eau avant leur prochaine utilisation, mais sont tout de suite remplies à nouveau. Cela risque d'entraîner une contamination du produit par la flore microbienne provenant du sol.

La marche en avant des produits est bien suivie dès réception de matières premières jusqu'au stockage des produits semi-finis. Par contre, le circuit du personnel présente un petit problème. Nous avons constaté que plusieurs personnes des ateliers en amont de la salle propre font des mouvements de va-et-vient dans la salle de travail. En plus de cela, ces personnes ne passent pas systématiquement par le pédiluve installé à l'entrée de la salle. Cela risque de salir le sol et même contaminer les produits car les chaussures sont porteuses de germes venant de

l'extérieur de l'usine de transformation. Par conséquent, cela réduit l'efficacité des dispositions prises par le personnel travaillant au sein de l'atelier.

Le nettoyage et la désinfection sont effectués suivant les règles établies pour assurer son efficacité. Cependant, la désinfection est effectuée avant le nettoyage. Ce qui est contraire à l'ordre défini dans les plans de nettoyage.

En plus, les produits de désinfection ne sont pas correctement bien mélangés. Cela s'observe à travers la présence des petits grains blancs de désinfectant non dissous dans l'eau. A cela s'ajoute les risques causés par l'insuffisance ou l'excès de la dose du produit utilisé.

À part cela, le rinçage de la machine ébouteuse et calibreuse est exécuté en même temps que l'opération d'éboutage manuel. Par conséquent, des projections d'eau de rinçage et de l'eau venant du sol dans les caisses remplies de haricots verts ont été observées. Cela peut provoquer une contamination des produits.

Les bocal non utilisés le jour J ne sont pas recouverts. Cela favorise le dépôt des poussières et d'autres particules apportées par l'air environnant dans les contenants.

3. Milieu

Les murs, les sols et les diverses entrées dans l'usine sont conçus pour permettre l'application d'une bonne pratique d'hygiène. Des mesures de protection pour diminuer les dangers venant de l'atmosphère sont bien mises en place. Des moyens de protection contre les animaux nuisibles et les insectes sont établis au niveau de tous les locaux. Des caniveaux sont présents pour assurer l'évacuation des eaux usées dans les établissements. L'éclairage est adapté pour les divers mouvements et manipulations effectués. Les poubelles sont mises en place près des ouvertures menant vers l'extérieur facilitant ainsi leur évacuation.

Si les mesures sont bien présentes, il y a quand même quelques exceptions qui peuvent entraîner des risques sur la sécurité et la salubrité des denrées alimentaires.

L'emplacement d'une petite blancheur, pour les liens de fagotage, à l'extérieur de l'usine et à côté du lieu de lavage des caisses et des petits matériels facilite la contamination des produits.

Parfois, les bacs ne sont pas lavés après évacuation des déchets. À un moment, la présence de moisissures très développées a été observée ainsi que quelques restes de détrit. Le sol du local de lavage et de stockage des bocal ainsi que celui du marquage des produits semi-finis

présentent une forte accumulation de poussières. Cette dernière a contribué même au changement de la couleur initiale du sol. Ce dernier présente en plus une entaille. En outre, les moustiquaires utilisées pour la protection contre l'intrusion des animaux et des insectes à l'intérieur de l'usine présentent une fine couche de poussières.

La poussière est constituée de fines particules assez légères pour être mises en suspension dans l'air. C'est un facteur de contamination grâce aux microorganismes se trouvant fixés sur ces particules.

Sur le sol du local, à la fin de l'éboutage journalier, nous avons observé la présence de flaques d'eau après la procédure de nettoyage et de désinfection. Cela peut favoriser la croissance et le développement de microorganismes si les conditions sont réunies.

Malgré la présence de moustiquaire et des lanières sur les ouvertures donnant sur l'extérieur, nous avons constaté la présence d'oiseaux à l'intérieur de l'établissement de transformation (parfois même pendant le temps de travail). Ceci est dû à une ouverture au niveau des moustiquaires mal fixés au mur et aussi à la présence d'une ouverture au niveau du toit situé dans le local de la salle d'éboutage journalier du côté du mur en contact avec la chambre froide. De plus, les moustiquaires présentent une couche de poussières. Ce dernier influe sur les nettoyages des tables (cas des moustiquaires sur les murs : salle d'éboutage manuel et mécanique). Nous avons observé la présence d'une fine couche de poussières assez visibles quelques minutes seulement après nettoyage. Il y a une forte possibilité que les aliments à manipuler présents soient contaminés par les poussières emmenées par le vent venant de l'extérieur.

Les insectocuteurs permettent de tuer les insectes présents dans les salles. Pourtant, les cadavres d'insectes tués sont encore présents et s'accumulent. Cela pourrait affecter l'hygiène de la manipulation par la mise en suspension de ces cadavres par l'air à titre d'exemple. Les résidus peuvent tomber sur les légumes préparés en dessous. Le risque de présence de corps étrangers peut donc être accru.

Enfin, les couvercles des caniveaux sont en béton et par conséquent, assez difficiles à manipuler lors du nettoyage du local. Cela favorise l'accumulation des déchets sur les bords de ces caniveaux. Cette accumulation contribue au développement de microorganismes à l'intérieur des salles de manipulation. Par ailleurs, le couvercle en béton peut favoriser la création des corps étrangers par les particules de béton éparpillées lors des chocs.

4. Main d'œuvre

L'hygiène du personnel est assurée par des installations adéquates (toilettes, sèches mains, etc.) et par des tenues réglementaires obligatoires pour toute personne qui entre dans l'usine. Des trousse de secours sont mises à la disposition du personnel en cas d'accident durant le travail.

Les mauvaises habitudes du personnel constituent un risque de contamination des denrées alimentaires. Ce sont les hommes qui entrent en contact direct avec les produits en majorité. Nous avons pu constater des comportements inadéquats du personnel vis-à-vis de la sécurité et de la salubrité des produits.

Le bavardage entre le personnel préparant les HV permet aussi de contaminer les produits à travers les fines gouttes de salive projetées par la bouche. Or la salive humaine présente une quantité assez importante de germes qui pourraient affecter l'hygiène.

Le lavage des mains après passage aux toilettes n'est pas respecté par certains membres du personnel. Les mains sont juste mouillées à l'eau sur la vanne mitigeur sans vraiment les nettoyer. Or ces mains entrent ensuite en contact avec les denrées alimentaires. Cela risque d'entraîner une transmission des germes par la main qui peuvent être pathogènes pour l'homme. En plus, nous avons pu observer quelques personnes qui sont en train de se curer le nez à l'intérieur de l'usine durant le travail. Or, ces mains seront utilisées pour manipuler les aliments.

Le respect de la tenue réglementaire (blouse) présente une difficulté d'application. Si les portiers ne sont pas très attentifs, les blouses ne sont pas correctement fermées. Les vêtements et même les cheveux ne sont pas totalement couverts. Cela présente un problème au niveau de l'hygiène lors de la fabrication, car les vêtements et les cheveux sont une grande source de microorganismes susceptibles de fournir des corps étrangers pouvant affecter les produits.

En plus, le personnel utilise les manches de la blouse pour essuyer la table lors des changements de travail au niveau du poste d'éboutage manuel. Par conséquent, l'opération de nettoyage de la table ne sert à rien puisque les manches de la blouse recueillent tous les débris présents sur la table ainsi que les microorganismes. Elles peuvent donc facilement les transmettre avec ces effets à la manipulation suivante.

Durant les opérations de nettoyage et désinfection du local, nous avons constaté la présence de résidus d'autres aliments non traités par la société (ex : coque de fruit). Cela montre que le personnel consomme des aliments à l'intérieur de l'usine de transformation. Ces aliments

venant de l'extérieur ne sont pas assurés au niveau de leur hygiène. Par conséquent, ils peuvent être source de contamination pour les denrées manipulées à l'usine.

Pour finir, les chaussures utilisées par les personnes qui manipulent directement les haricots verts sont des chaussures de ville. Celles-ci sont pourtant un accumulateur de germes durant le trajet effectué par le personnel de leur demeure jusqu'à l'usine.

5. Matières premières

Les méthodes et moyens utilisés sont conçus pour diminuer tous risques de contamination constituant un danger pour l'hygiène et la qualité des denrées. La traçabilité du produit est une garantie de sécurité en cas de problème ou de réclamation. Les résultats des analyses microbiologiques ont permis d'apprécier la qualité de l'hygiène réelle des denrées et d'observer si une anomalie se présente.

5.1. Caractéristique des germes

Les germes que nous considérons dans cette partie sont des indicateurs microbiologiques dont la présence révèle l'existence d'une anomalie au niveau de l'hygiène durant la transformation. Leurs caractéristiques permettent d'identifier l'origine des germes et les causes probables de ces recontaminations.

5.1.1. Les bactéries aérobies mésophiles ou FAMT

Ces bactéries sont aptes à se multiplier en milieu aérobie à une température moyenne dont l'optimale pour la croissance est de 25 et 45 °C. Ces bactéries regroupent plusieurs microorganismes qui exigent les mêmes conditions pour se développer. Plusieurs noms sont conférés à cet ensemble de bactéries telles que la numération des bactéries aérobies mésophiles (NAM) ou les bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives (BHAA).

Parmi ces microorganismes se trouvent des bactéries pathogènes pour l'homme et aussi des microorganismes qui sont à l'origine de l'altération des denrées alimentaires. D'après cette distinction, la présence d'une numération des bactéries aérobies mésophiles n'influe pas sur la présence des bactéries pathogènes.

L'analyse de ces bactéries est un outil pour évaluer la qualité microbiologique des denrées alimentaires.

La présence en quantité élevée de ces bactéries aérobies mésophiles permet de considérer une mauvaise pratique (hygiène, préparation à l'avance, salubrité, etc.) et/ou à une perte de fraîcheur du produit (produit altéré) assez important. Le NAM peut entraîner un risque pour le consommateur et aussi pour la conservation du produit fini.

5.1.2. Les coliformes totaux

Les coliformes totaux regroupent les bactéries aérobies ou anaérobies facultatives, Gram négatif, asporulées, en forme de bâtonnets, mobiles ou non. Parmi ces bactéries, nous pouvons distinguer les genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella*.

Leur présence dans les aliments indique un mauvais traitement thermique ou bien à une contamination postérieure au traitement. En général, ces bactéries ne sont pas pathogènes, mais par contre, ils peuvent montrer une défaillance au niveau de l'application de la procédure de nettoyage et de désinfection des matériels utilisés pour la préparation et le traitement.

5.1.3. *Escherichia coli*

Ces bactéries font partie des coliformes totaux. Ce type de coliformes appartient au sous-groupe appelé les coliformes fécaux ou les coliformes thermotolérants. Leur présence indique une contamination fécale impérative, car cela se trouve au niveau du tube digestif des animaux et de l'homme.

Par différence à la majorité des coliformes totaux, *E. coli* est potentiellement pathogène, mais moins résistant. L'existence de cette bactérie dans un aliment est une indication que l'aliment présente un risque sur la santé humaine. Leur présence indique aussi une condition d'hygiène non respectée ou insuffisante ainsi qu'un traitement thermique inadéquat. *E. coli* ne devrait pas être présent dans un aliment même s'il y a une valeur limite autorisée. Et son absence ne permet pas de garantir l'absence d'autres microorganismes entériques pathogènes.

5.1.4. Les levures et les moisissures

Les levures et les moisissures sont réparties en grande quantité dans l'environnement. Nous pouvons les retrouver dans beaucoup de milieux qui leur offrent une condition favorable pour le développement. Leur condition de développement est un peu différente par rapport aux autres bactéries (faible teneur en eau, pH acide, etc.).

Leur présence à haute teneur sur l'aliment est un signe indiquant l'altération des produits et provoquant à la fin leur perte. Parmi ces bactéries, ils existent des espèces produisant des

mycotoxines. Ils peuvent se présenter dans l'atmosphère ou sur les matériels ayant subi un nettoyage insuffisant. Pour certaines espèces, ils sont capables de sporuler dans des conditions inhibant leur bon développement.

Par conséquent, la maîtrise du nombre de la population à une valeur acceptable est utile pour réduire les risques d'intoxication par l'aliment ingéré.

5.1.5. *Staphylococcus aureus coagulase positive*

Ce type de bactérie est un parasite de l'homme et de l'animal. On peut les retrouver au niveau de la muqueuse nasale, la bouche, la gorge et la peau d'individus sains. Ils sont souvent une cause de plusieurs intoxications alimentaires. Ce sont des bactéries thermosensibles, mais les entérotoxines qu'ils peuvent synthétiser sont thermostables.

Leur propagation dans l'environnement est facile et peut par conséquent contaminer les aliments. Ils présentent un risque pour le consommateur ainsi que les entérotoxines.

Leur présence est donc un synonyme d'une contamination humaine par l'insuffisance ou le non-respect de l'hygiène et d'une mauvaise manipulation du personnel, mais il existe aussi des cas de portage sain par l'homme. Par contre, une recontamination est aussi probable par les matières premières elles-mêmes.

Il ne faut pas oublier que la destruction des *S. aureus coagulase* + ne permet pas de garantir l'absence des toxines qu'ils pourraient métaboliser avant traitement thermique. La nécessité d'un bon moyen de prévention est indispensable pour éviter leur présence dans les denrées alimentaires.

5.2. Méthode d'appréciation

5.2.1. Les indicateurs en microbiologie alimentaire

Les indicateurs microbiologiques sont des moyens utilisés pour faire une évaluation de la sécurité des aliments et des bonnes pratiques de fabrication. L'analyse des denrées à l'aide des indicateurs est simple, fiable et donne l'information nécessaire pour savoir s'il y a une faille en avant et/ou après le procédé de transformation ; au niveau de l'hygiène générale ainsi que la fraîcheur du produit.

En général, les indicateurs permettent d'avoir des informations sur la contamination ou la recontamination et la croissance des microorganismes dans les denrées alimentaires.

- **Indicateurs des bonnes pratiques de fabrication des aliments**

Les indicateurs d'un produit sont des microorganismes et/ou leurs produits métaboliques. Selon leur concentration, ces indicateurs permettent de montrer la fraîcheur et l'efficacité ou non des exigences pendant la fabrication (BPF). [5]

- **Indicateurs de l'innocuité des aliments**

Par définition, l'innocuité des aliments est représentée par l'absence ou la présence à faible concentration des bactéries pathogènes. La présence à forte concentration des microorganismes indicateurs peut causer un trouble de la santé pour l'homme. [5]

L'existence des microorganismes indicateurs peut être associée à un risque, mais elle n'est pas toujours corrélée avec la présence de microorganismes pathogènes. Si leur concentration augmente, elle peut être signe d'une condition d'exploitation non satisfaisante et si la situation est hors de contrôle elle peut affecter la santé. [5]

5.2.2. Plan d'échantillonnage

Les plans d'échantillonnage sont établis en fonction de l'objectif à évaluer : contrôle de qualité régulier, programme de surveillance, recherche de microorganismes pathogènes en fonction de l'évaluation de risque, contrôle réglementaire, etc. [5]

- **Plan d'échantillonnage à deux classes**

Le plan d'échantillonnage à deux classes fournit l'information sur l'acceptabilité ou non de chaque unité d'échantillonnage.

Parfois, la présence d'un seul type de microorganisme permet de qualifier l'échantillon comme inacceptable tel que *Salmonella sp.* Par contre, un nombre limité de microorganismes peut être acceptable. Pour cela, une valeur limite notée « m »⁸ est établie.

⁸ La valeur numérique de « m » représente des concentrations acceptables de microorganismes, habituellement par g ou ml. Dans un plan à deux classes, « m » sert à distinguer les unités de qualité acceptable de celles qui sont de qualité inacceptable, alors que dans un plan à trois classes, « m » sert à distinguer les unités de qualité acceptable de celles qui sont de qualité médiocre.

▪ Plan d'échantillonnage à trois classes

Pour le plan d'échantillonnage à trois classes, le nombre de microorganismes inférieur à la valeur « m » est acceptable et la valeur entre « m » et « M » est jugée médiocre et la présentation d'une valeur supérieure à « M »⁹ est inacceptable.

5.3. Résultats des analyses microbiologiques

L'appréciation de l'hygiène du processus de traitement des haricots verts a été effectuée par la voie microbiologique à chaque étape de la chaîne de transformation. Les tableaux suivants nous montrent les résultats de l'analyse microbiologique au niveau de ces différents points.

Tableau 19 : Résultats des analyses microbiologiques des HV à l'agrégé

Germes	m	M	Résultats	
			Ech 1*	Ech 2**
FAMT (UFC/g)	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	$1,85 \times 10^3$	$1,02 \times 10^4$
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ND/25 g	-	Abs	Abs
Coliformes totaux (UFC/g)	ND	-	< 1	5×10^2
Coliformes fécaux (UFC/g)	ND	-	<1	< 1
<i>E. coli</i> (UFC/g)	10	$1,0 \times 10^2$	<1	<1
Anaérobie sulfite-réducteur (UFC/g)	ND	-	<1	<1
Levure et Moisissure (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1
<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	ND/25g	-	<1	<1
<i>Staphylococcus coagulase</i> + (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1

* Echantillon 1 / ** Echantillon 2

⁹ M : Représente des concentrations inacceptables de microorganismes, habituellement par g ou ml. Son dépassement représente des conditions inacceptables, non contrôlées et/ou le risque pour la santé, selon le critère. (Plans à trois classes seulement)

Tableau 20 : Résultats des analyses microbiologiques des HV après nettoyage

Germes	m	M	Résultats	
			Ech 1	Ech 2
FAMT (UFC/g)	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	7×10^2	$6,7 \times 10^3$
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ND/25 g	-	Abs	Abs
Coliformes totaux (UFC/g)	ND	-	9×10^1	$4,8 \times 10^3$
Coliformes fécaux (UFC/g)	ND	-	<1	$1,8 \times 10^3$
<i>E. coli</i> (UFC/g)	10	$1,0 \times 10^2$	<1	<1
Anaérobie sulfito-réducteur (UFC/g)	ND	-	<1	<1
Levure et Moisissure (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1
<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	ND/25g	-	<1	<1
<i>Staphylococcus coagulase</i> + (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1

Tableau 21 : Résultats des analyses microbiologiques des HV après blanchiment

Germes	m	M	Résultats	
			Ech 1	Ech 2
FAMT (UFC/g)	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	<1	<1
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ND/25 g	-	Abs	Abs
Coliformes totaux (UFC/g)	ND	-	<1	<1
Coliformes fécaux (UFC/g)	ND	-	< 1	< 1
<i>E. coli</i> (UFC/g)	10	$1,0 \times 10^2$	< 1	< 1
Anaérobie sulfito-réducteur (UFC/g)	ND	-	<1	<1
Levure et Moisissure (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1
<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	ND/25g	-	<1	<1
<i>Staphylococcus coagulase</i> + (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	<1	<1

Tableau 22 : Résultats des analyses microbiologiques des HV conditionnés

Germes	m	M	Résultats	
			Ech 1	Ech 2
FAMT (UFC/g)	$1,0 \times 10^7$	$1,0 \times 10^8$	$1,4 \times 10^6$	$6,7 \times 10^2$
<i>Salmonella</i> (UFC/g)	ND/25 g	-	Abs	Abs
Coliformes totaux (UFC/g)	ND	-	$2,4 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
Coliformes fécaux (UFC/g)	ND	-	20	< 1
<i>E. coli</i> (UFC/g)	10	$1,0 \times 10^2$	< 1	< 1
Anaérobie sulfito-réducteur (UFC/g)	ND	-	< 1	< 1
Levure et Moisissure (UFC/g)	$1,0 \times 10^4$	$1,0 \times 10^5$	< 1	< 1
<i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)	ND/25g	-	< 1	< 1
<i>Staphylococcus coagulase</i> + (UFC/g)	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	10	10

Les résultats des analyses microbiologiques obtenues nous permettent d'avancer les remarques suivantes sur la qualité microbiologique des haricots verts le long de la chaîne de transformation.

Tout d'abord, les microorganismes présents dans les haricots verts à chaque étape ne dépassent pas le seuil de la valeur inacceptable. Les légumes ne présentent pas de danger pour la santé du consommateur. En plus, le barème de stérilisation effectué permet de les réduire significativement.

Nous pouvons constater qu'il y a une recontamination par les coliformes après le nettoyage et la mise en bocal des denrées. En plus de cela, on note une croissance des flores anaérobies mésophiles totales après le conditionnement en bocal. Pour le cas de *Staphylococcus aureus coagulase* +, même si le nombre d'unités formant colonie par gramme (UFC/g) est inférieur à la valeur acceptable. Même à moitié de cette valeur, il présente toutefois un risque de production de toxine si les conditions sont réunies.

Malgré cela, il ne présente pas un effet néfaste sur la santé de l'homme. Mais les anomalies citées dans le paragraphe précédent montrent une certaine défaillance sur le plan hygiène. Nous pouvons remarquer une recontamination après les étapes de manipulation par le personnel durant le procédé de transformation. Les germes identifiés permettent de confirmer que la recontamination provient du personnel et donc d'une défaillance au niveau de l'hygiène du personnel. La source est le non-respect du protocole établi pour l'hygiène du personnel et

plus particulièrement le non-respect d'un bon lavage des mains à la sortie des toilettes et à l'entrée de l'usine. Ces causes sont en corrélation avec les remarques citées en sus dans la partie « main-d'œuvre ».

Les analyses effectuées pour déterminer la présence ou l'absence des spores dans l'eau de blanchiment ont donné des résultats négatifs.

II. Recommandations

1. Appareil et matériel de mesure

Nous avons constaté précédemment un problème sur le dosage des produits. Le respect des dosages formulés par les fournisseurs permet d'obtenir l'efficacité maximale des produits nettoyants et désinfectants. Les conséquences d'une insuffisance ou d'un excès des produits sont l'inefficacité du traitement réalisé.

Ainsi, il est nécessaire de fournir à l'équipe responsable une balance à 0,01 g près pour pouvoir effectuer des pesages précis.

Pour les produits liquides, surtout les détergents, l'utilisation de récipients gradués est indispensable pour avoir le volume précis requis.

L'utilisation de ces outils de mesure permet non seulement d'assurer la bonne efficacité des produits utilisés, mais également de garantir la qualité et la sécurité des produits durant la transformation et par conséquent d'éviter les pertes qui peuvent en résulter

D'après les résultats obtenus sur l'analyse des tables à différentes concentrations, nous pouvons proposer de diminuer le dosage à 2,7 g/100l d'eau pour la désinfection.

2. Ajout de machine

La machine utilisée pour le nettoyage et la désinfection est efficace, mais elle n'arrive pas à couvrir tous les travaux qui dépendent de son utilisation.

À cet effet, l'addition d'une autre machine à haute pression de type « Karcher » permet de réaliser les volumes des travaux nécessaires. Elle permettra d'achever les tâches et de gagner du temps. Cela est vraiment utile lors des moments du pic de production.

L'élimination des poussières sur le sol et sur les moustiquaires (précisément sur les côtés en relation direct avec l'extérieur) est un peu difficile et prendra beaucoup de temps à réaliser vu la dimension de l'usine. Pourtant les poussières présentent un problème majeur sur la sécurité et la salubrité des denrées.

Pour remédier à cela, l'utilisation d'un aspirateur de type industriel permettra d'enlever toute présence de poussières et autres résidus sur les sols, les moustiquaires ainsi que les murs. Cette machine facilitera les travaux de nettoyage (gain de temps/efficacité) et assurera l'hygiène durant la manipulation.

3. Matériel de nettoyage durant la transformation

Nous avons constaté que quelques personnes essuient la table avec la manche de leur blouse lors du changement de travail à effectuer (éboutage manuel/mis en barquette). Pour cela, il est recommandé de placer une brosse de nettoyage au niveau des tables durant la manipulation. Par contre, il est important que cette brosse ne génère pas elle-même un danger en laissant des corps étrangers sur les produits (recontamination). À cet effet, son nettoyage doit se faire après chaque travail comme pour les petits matériels utilisés.

4. Tenue règlementaire

La blouse utilisée actuellement présente une certaine difficulté lors de l'enfilage. Les manches de blouse sont un peu longues. Cela incite ainsi le personnel qui manipule les denrées à effectuer des gestes non adéquats pour l'hygiène du produit.

Il est recommandé d'ajuster les manches des blouses et de modifier le moyen de fermeture des blouses afin de bien cacher les parties supérieures et inférieures du corps. Des chaussures de travail devraient être fournies au personnel et ne devraient pas sortir de la zone de travail de la société.

Nous avons aussi parlé d'une recontamination au niveau du nettoyage des denrées. Il est donc utile de donner des gants protégeant l'avant-bras type manchon au personnel manipulant les haricots verts au cours de l'opération de trempage.

Pour les risques de contamination par la salive, il est nécessaire de mettre à disposition du personnel des masques bucco-nasal pour réduire les risques. Les masques bucco-nasal devraient être changés quotidiennement ou nettoyés selon le type de matière utilisée.

5. Technique nettoyage

Un réarrangement du protocole de nettoyage et de désinfection est utile. Il est important que le nettoyage se fasse avant l'application de la désinfection. Cela permet de favoriser l'action du désinfectant sur la surface voulue.

Dans les opérations de nettoyage, le résultat final est influencé par 4 facteurs interdépendants, regroupés dans le Cercle de Sinner¹⁰ [30]. Pour atteindre un objectif de nettoyage, il faut agir avec T.A.C.T. (Température - Action mécanique - Chimique « produit » - Temps) [35]. Afin d'optimiser le technique de nettoyage, il est important d'utiliser de l'eau chaude. C'est utile surtout lors du pic de travail quand les HV récoltés atteignent plusieurs tonnes par jour. Ainsi, l'efficacité du nettoyage sera toujours optimale. En effet, l'énergie thermique est un facteur important pour le nettoyage. La chaleur accélère les processus de réaction chimiques. Chaque augmentation de température de 10 °C double sa vitesse. Une hausse de température de 20 °C quadruple la vitesse de réaction. De plus, une surface chauffée sèche plus vite. Concrètement, des températures d'eau plus élevées permettraient de gagner 35 % de temps lors du nettoyage tout en garantissant de bien meilleurs résultats. L'utilisation de l'eau chaude sur le « karcher » donne d'excellentes performances de nettoyage. [34]

L'utilisation de l'eau chaude présente certains avantages comme : [34]

- Le renforcement de la qualité de nettoyage ;
- L'économie de détergent et de temps : l'eau chaude permet d'éliminer plus rapidement les salissures, permettant ainsi de gagner de temps. Ainsi, une économie et une rentabilité peuvent être réalisées sur de nombreuses tâches de nettoyage ;
- La réduction du temps de séchage : l'avantage majeur est que les surfaces traitées sont à nouveau disponibles plus rapidement pour leur utilisation ;
- L'action antibactérienne : l'eau chaude élimine de manière plus efficace les bactéries et assure une hygiène optimale.

¹⁰ cf. Annexe 7

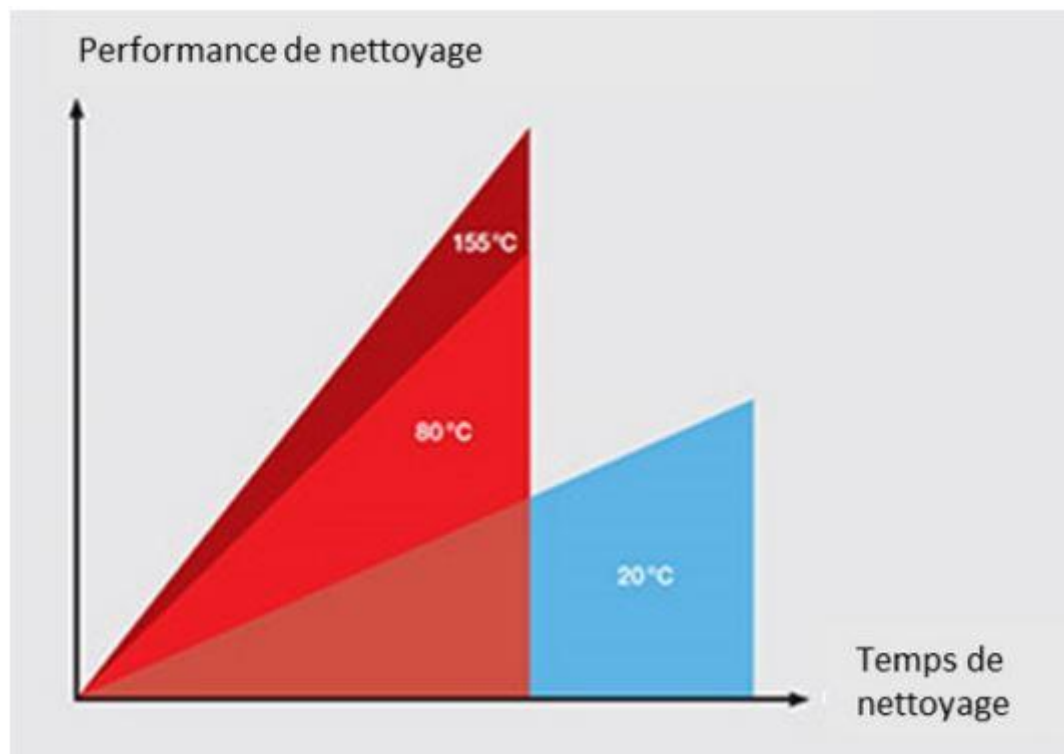


Figure 5 : Performance de nettoyage/temps [34]

6. Agent de contrôle

La recontamination des produits par des coliformes surtout les coliformes fécaux est dus à la mauvaise hygiène venant du personnel (contamination fécale). En effet, le respect des règles d'hygiène personnelle permet de minimiser les risques [5]. Il est utile de placer des portiers en permanence pour surveiller les méthodes de lavage des mains (déjà établi à chaque démarrage du travail du personnel) surtout durant la fabrication. La surveillance doit s'effectuer à la sortie des toilettes et à l'entrée des ateliers où le personnel entre directement en contact avec les produits.

7. Conception du local

La majorité des constats obtenus pour le milieu est focalisée sur le sol du local. Le sol présente des flaques d'eau (cas de la salle d'éboutage manuelle) et une surface non lisse par certains endroits, surtout à l'emplacement des machines.

Pour y remédier, le réaménagement du sol est proposé pour avoir un nivellement des surfaces facilitant l'élimination des eaux et pour avoir un sol lisse dans le local. A moindre mesure, l'eau devrait être drainée après chaque nettoyage à l'aide des raclettes pour sol. Les

entailles et fissures présentes sur les sols doivent être recouvertes pour éviter l'installation et le développement des microorganismes.

La mini blancheur et la parmentière à l'extérieur de l'usine doivent être délimitées d'une bande de rabane sur les côtés afin d'éviter les projections provenant des eaux de lavages des caisses et des petits matériels.

Concernant les couvercles des caniveaux en béton à l'intérieur du local, il est préférable de les remplacer par du matériel en acier inoxydable et présentant des ouvertures sur la surface. Des couvercles mobiles seraient un atout permettant de faciliter le nettoyage et d'éviter l'accumulation des résidus de matières premières sur les bordures.

Pour assurer le maintien de la marche en avant pour le personnel, la mise en place d'un barrage de séparation à l'entrée de la salle propre est conseillée. Le barrage doit imposer au personnel le passage dans le pédiluve. Le barrage peut être amovible pour faciliter son déplacement lorsqu'il n'y a plus de production.

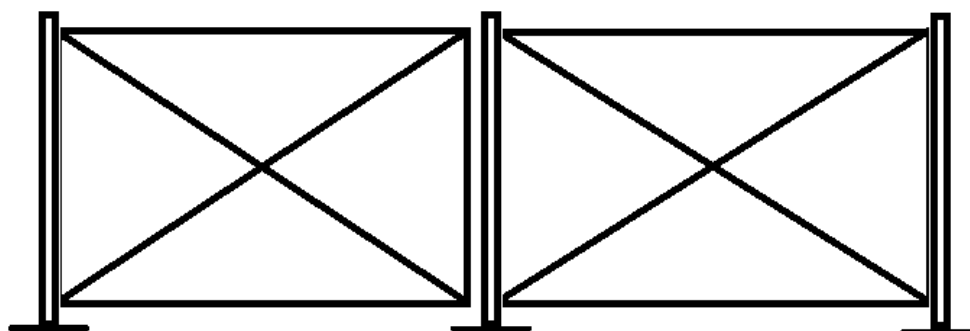


Figure 6 : Proposition de barrage au niveau salle propre

Conclusion partielle :

Les informations obtenues sur le terrain ont permis d'évaluer l'application des bonnes pratiques d'hygiène. Les exigences sont bien installées. Cependant, nous avons pu constater quelques problèmes sur les mauvaises manipulations durant la fabrication et lors de la préparation des produits de nettoyage. De plus, les mauvaises habitudes de certains membres du personnel sur le respect des consignes établies augmentent le risque sur l'hygiène. Le résultat des analyses microbiologiques nous a permis de connaître à quelles étapes de la transformation se présente le problème et de déterminer leurs causes. Les recommandations avancées se portent sur l'ajout de matériel nécessaire à l'hygiène, sur la technique de nettoyage et sur la conception du local.

CONCLUSION

CONCLUSION

La mondialisation de la production alimentaire et du commerce prolonge la filière alimentaire. À cet effet, les risques liés à la sécurité sanitaire des aliments présentent une grande importance pour la santé de l'homme. Au cours des cinquante dernières années, le chemin des aliments a changé en totalité. Toutes les parties de la filière alimentaire présentent un risque, de la production à la consommation incluant toutes les étapes intermédiaires. Les contaminations à chaque étape peuvent engendrer des conséquences sanitaires. Les échanges internationaux ont favorisé la mise en place des règles internationales pour avoir la certification et la garantie des produits commercialisés. De plus en plus exigeants, les consommateurs imposent certaines rigueurs sur les informations de la technologie de production des denrées alimentaires.

Phaseolus vulgaris (haricots verts) est un légume périssable après la récolte. Avant d'arriver aux consommateurs, ils passent par plusieurs étapes qui nécessitent la maîtrise de plusieurs paramètres des techniques mises en œuvre. La maîtrise de ces paramètres permet de fournir une bonne qualité organoleptique du produit fini. La maîtrise des mesures d'hygiène prend une grande place pour arriver à cette fin-là. Le suivi et la surveillance à chaque étape de transformation nous permettent d'évaluer le respect des bonnes pratiques employées. Ce suivi nous a permis de relever quelques points et réflexions.

L'utilisation des matériels de mesure adaptés permet de fournir la précision adéquate à la bonne efficacité des produits d'hygiène. Une bonne homogénéisation favorise la dissolution des produits solides et fournit aussi une bonne efficacité des produits. Un gain économique par rapport à l'efficacité du travail peut être obtenu. La mise à jour du plan de nettoyage permet d'obtenir un bon résultat et l'action efficace des produits. Le nettoyage avant la désinfection facilite l'action des principes actifs du désinfectant. L'efficacité des mesures d'hygiène ne dépend pas seulement des produits utilisés, mais aussi des matériels utilisés pour les effectuer. L'addition de machines telle que le « karcher » est indispensable pour effectuer les travaux en temps voulu. L'utilisation d'un aspirateur industriel favorise l'élimination de petites particules de déchets et des poussières présentes sur les sols, les murs et les moustiquaires. Cela permettrait de réduire la contamination par l'environnement. L'installation d'outils pour le nettoyage de l'espace de travail est importante. L'hygiène de l'espace de travail permet de veiller sur la salubrité des produits dans les étapes suivantes.

Les vêtements de travail sont les tenues qui seront utilisées tout au long de la transformation. Ainsi, il est nécessaire de fournir au personnel une tenue permettant de les mettre à l'aise. Cela contribuerait à leur efficacité sur le travail tout en respectant les règles d'hygiène et de garantir la sécurité de la denrée produite.

Le procédé de nettoyage établi doit être appliqué selon la méthode mise en place afin d'obtenir l'efficacité et les résultats attendus du procédé. L'utilisation de l'eau chaude permettra de favoriser et de faciliter l'action de nettoyage.

L'évacuation de l'eau au niveau du sol sera facilitée par un lissage du sol avec une surface plane et légèrement inclinée. L'utilisation d'un couvercle en acier inoxydable est aussi à prévoir pour faciliter le nettoyage. Le respect de la marche en avant doit être appliqué avec rigueur et la mise en place d'une barrière au niveau de la salle de la blancheur permettra de le faire respecter.

Suite aux résultats obtenus, une étude économique serait nécessaire pour connaître l'impact des travaux proposés sur la rentabilité de l'installation. Vu l'évolution de la technologie industrielle actuelle, une veille technologique permettra d'assurer une amélioration continue des procédés et techniques pour faciliter le travail à entreprendre.

REFERENCES

DOCUMENTAIRES

RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES

❖ BIBLIOGRAPHIE

1. ALZAMORA S. M., GUERRERO S. N., NIETO A. B., VIDALES S. L., 2004, Technologies combinées de conservation des fruits et des légumes - manuel de formation, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 120p.
2. ANDRE S., VIGNERON M. ; 2012 ; Normalisation d'une méthode de dénombrement des spores bactériennes ; Démarche pour normaliser une méthode d'analyse développée avec et pour les professionnels de la conserve par le CTCPA ; 5p.
3. ANONYME, 1996, Principes généraux d'hygiène alimentaire, Révisions 1997 et 2003, Corrections éditoriales 2011, 23 p.
4. ANONYME, 2009, Comprendre l'étiquetage alimentaire, Institut Français pour la Nutrition, 28p.
5. BARTHE C., DAIGLE P., DESROCHES F. P., ROY R., 2009, Lignes directrices et normes pour l'interprétation des résultats analytiques en microbiologie alimentaire, Comité sur l'élaboration des critères microbiologiques dans les aliments, 48 p.
6. BELLOIN J. C., 1993, L'hygiène dans l'industrie alimentaire - Les produits et l'application de l'hygiène, étude FAO production et santé animales 117, 105 p.
7. BERNARD A. P., RAMBOARISON R., RANDRIANARISON L., RONDROHARISOA L., 2007, Dimensions structurelles de la libéralisation pour l'agriculture et le développement rural, Programme RuralStruc – Phase I, 263 p.
8. BONNE R., WRIGHT N., CAMBEROU L., BOCCAS F., 2005, Lignes directrices sur le HACCP, les Bonnes Pratiques de Fabrication et les Bonnes Pratiques d'Hygiène pour les PME, Comité Européen de Normalisation, Édition 1, 88 p.

- 9 BORNERT G., 2000, La place des analyses microbiologiques de denrées alimentaires dans le cadre d'une démarche d'assurance sécurité, *Revue Méd. Vét.*, 805 – 812p.
- 10 BRUNO S. ; 2011 ; La traçabilité, Programme PIP du COLEACP ; 120p.
- 11 CODEX ALIMENTARUS, 2009, Hygiène des denrées alimentaires, Texte de base, Quatrième édition, 143 p.
- 12 DAGIEU N., GOULOIS, 2003, Nettoyage et Désinfection en restauration collective – L'hygiène du matériel et des locaux, DIFOP de Lyon, 35 p.
- 13 DESBORDES D., 2003, Qualité microbiologique des fruits et légumes : flores, altérations, risques sanitaires, prévention, 45 p.
- 14 DUPUY C., 2004, Analyse et conception d'outils pour la traçabilité de produits agroalimentaires afin d'optimiser la dispersion des lots de fabrication, Thèse de doctorat, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Formation doctorale : Informatique et Systèmes Coopératifs pour l'Entreprise, 112p.
- 15 GENCOD, 2001, La traçabilité dans les chaînes d'approvisionnement, de la théorie à la pratique, Issy-les-Moulineaux ; 98p.
- 16 HUBERT P., 1978, Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo, BDPA 1978, 50p.
17. MAEP UPDR – VALY Agri développement, 2004, Filière Fruits et Légumes, 16 p.
18. MANGUIN-SALOMON H., RAKOTONIRAINY N., 2012, Étude de la filière légumes sur les Hautes Terres de Madagascar – régions Analamanga, Itasy, Vakinankaratra, Amoron'i Mania – Pomme de terre, tomate, oignon, carotte, haricot vert et chou, Rapport définitif, 84 p.
19. MINTEN B., RANDRIANARISON L., MERAL P., SWINNEN J., 2006, Libéralisation du Commerce, Pauvreté Rurale et Environnement à Madagascar, Colloque scientifique, 129 p.

20. PAUL L., 2011, Fabrication de conserves alimentaires, Cadre législatif et réglementaire, Descriptif du procédé de fabrication, Université de Toulouse Le Mirail, promotion 2010/2011, 18 p.
21. RAKOTOARIVELO T. M., 2006, Étude préalable pour la mise en place du système H.A.C.C.P sur une ligne de fabrication de pain – cas de la boulangerie industrielle Mouf'rey, Mémoire de fin d'études, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, 139p.
22. RANDRIANIRINA M. J., 2010, Mis en place d'un système de gestion de la qualité fromagère – Cas de la ferme Don Bosco Ijely, Mémoire de fin d'études, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, 146p.
23. ROMEYER, 2004, Obstacles à la mise en œuvre d'un système de traçabilité dans une supply chain : apports de l'expérience hospitalière, RIRL2004 - Congresso Internacional de Pesquisa em Logística, 16p.
24. SAMB B., SCHIFFERS B., s. d, Hygiène et analyse des risques - Importance de l'hygiène, 120p.
25. SCHIFFERS B., LABUSCHAGNE L. ; 2011 ; Itinéraire technique - Haricot vert (*Phaseolus Vulgaris*) ; Programme PIP ; 98p.

❖ WEBIOGRAPHIE

26. ANONYME, 2008, Le point sur les allergènes alimentaires, [En ligne], consulté le 17/07/2015 sur www.eufic.com
27. ANONYME, 2008, Plan de maîtrise sanitaire, [En ligne], consulté le 30/09/2015 sur www.dossier-agrement-hygiene.com
28. ANONYME, 2010, La Certification GLOBALGAP, [En ligne], consulté le 17/07/2015 sur www.control-union.fr

29. ANONYME, 2015, Allergènes alimentaires, [En ligne], consulté le 21/07/2015 sur <http://www.economie.gouv.fr>
30. Cercle de Sinner dans le nettoyage, [En ligne], consulté le 05/11/2015 sur <http://www.voussert.fr>
31. Directive 2007/68/CE de la Commission du 27 novembre 2007, 2008, consulté le 24/07/2015 sur www.eufic.com
32. GALINA B., 2015, Des aliments plus sûrs, un enjeu de santé publique pour l'O.M.S., [en ligne], consulté le 07/04/2015 sur <http://www.rfi.fr>
33. La sécurité sanitaire des aliments, Organisation mondiale de la Santé, consulté le 06/07/2015 sur <http://www.who.int>
34. Les avantages du nettoyage à l'eau chaude, [En ligne], consulté le 13/05/2015 sur <https://www.kaercher.com>
35. MERMOUD P., 2015, Les 4 facteurs à ne pas oublier pour un nettoyage réussi, [En ligne], consulté le 02/06/2015 sur <http://www.eco2net.ch>
36. Organisation mondiale de la Santé, 2015, Estimation de la charge mondiale des maladies d'origine alimentaire, [En ligne], consulté le 06/07/2015 sur www.who.int
37. Plan de maîtrise sanitaire, [En ligne], consulté le 30/09/2015 sur www.quapa.com

❖ SUPPORTS DE COURS

38. RAMAROSON J. B., 2013, Emballage et conditionnement des denrées alimentaires, cours de 4^{ème} année, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo Madagascar.
39. RANDRIATIANA R., 2014, Nettoyage et désinfection et hygiène alimentaire, cours de 5^{ème} année, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo Madagascar.

40. RASOARAHONA F., 2014, HACCP, cours 5^{ème} année, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
41. RASOARAHONA J. E., 2014, Gestion de la qualité, cours 5^{ème} année, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.
42. RAZAFINDRAJONA J. M., 2013, Technique microbiologique de base (Tome I), cours de 4^{ème} année, Département Industries Agricoles et Alimentaires, École Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar.

PARTIES

EXPERIMENTALES

PARTIE EXPÉRIMENTALE 1 : DÉNOMBREMENT DE SPORE

La méthode d'analyse développée est applicable aux prélèvements de surface réalisés sur ligne, aux produits humides, aux produits secs et aux eaux de process. Elle permet de dénombrer les spores aérobies et anaérobies, thermophiles et mésophiles, soit quatre types de comportements microbiens différents.

Tableau 23 : Étape de la méthode de dénombrement et enjeux [2]

Étape	Méthode	Enjeu
1- Préparation des échantillons	Par dilution <i>conformément aux recommandations de la norme NF EN ISO 6887</i>	
2- Sélection thermique	10 minutes ou 30 minutes conformément aux recommandations de la norme NF V08-250	Selon la thermorésistance des germes à dénombrer. Doit être spécifique pour n'obtenir que les germes souhaités.
3- Culture sur gélose - incubation	Sur deux milieux différents pour les conditions aérobies et anaérobies à deux températures différentes pour les thermophiles et les mésophiles totales : 4 types d'incubation	Température de culture optimale pour garantir le développement d'une colonie. Durée d'incubation nécessaire et suffisante (si trop court : risque de sous-estimation de la contamination, si trop long : contraignant pour une analyse de routine)
4- Comptage	Toutes les colonies des géloses contenant entre 10 et 300 germes, pour un milieu non sélectif, sont prises en compte. Si le nombre de colonies est inférieur à 10 sur la gélose correspondant à la dilution la plus faible, la population est estimée <i>conformément aux recommandations de la norme NF EN ISO 7218</i> .	Répétabilité des résultats.

PARTIE EXPÉRIMENTALE 2 : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

I. Haricot vert

1. Prélèvement

200 g à 250 g de HV ont été prélevés à l'usine de transformation au niveau de chaque étape permettant de mesurer l'efficacité de la méthode appliquée pour le nettoyage des produits et de l'hygiène du personnel. Ces échantillons de HV sont transportés au laboratoire d'analyse microbiologique de l'Agence de contrôle de la qualité et de la sécurité des denrées alimentaires (A.C.S.Q.D.A.) à l'aide des barquettes stériles. La durée de transport est d'environ 1 heure. Arrivée au laboratoire, les HV sont placés sous froid avant l'analyse.

2. Préparation de l'inoculum

10 g d'un échantillon de HV sont pesés et sont additionnés à 90 g d'eau peptonée pour préparer la solution mère. Cette solution mère est ensuite broyée dans le stomacher pour obtenir une solution bien homogénéisée.

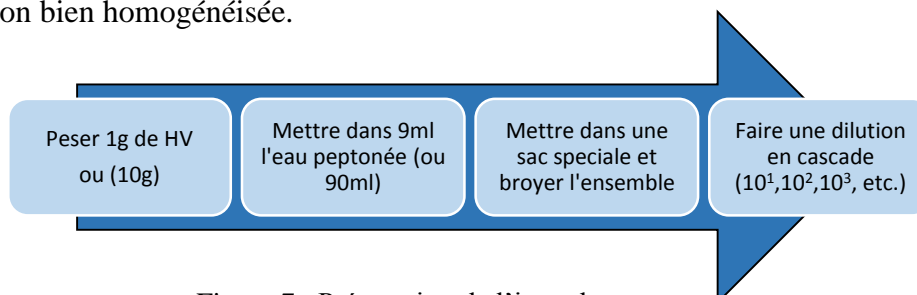


Figure 7 : Préparation de l'inoculum

Puis, nous réalisons une dilution en cascade pour obtenir une solution moins concentrée en germe. La dilution en cascade se présente comme suit :

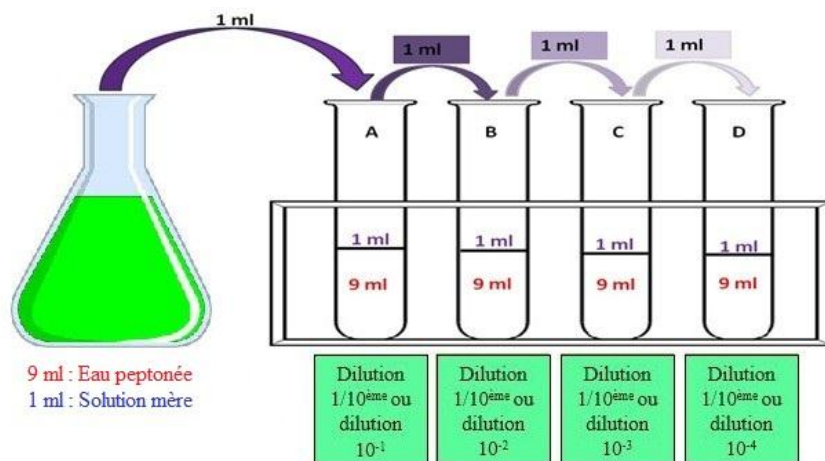


Figure 8 : Dilution en cascade

3. Type d'ensemencement

Le type d'ensemencement varie selon le milieu de culture et du microorganisme à rechercher. Dans notre cas, nous distinguons deux (2) types d'ensemencement à savoir : [21]

- Ensemencement en profondeur ;
- Ensemencement en surface.

a. Ensemencement en profondeur

1 ml de l'inoculum est prélevé et est versé dans des boîtes de pétri stériles avec le milieu de culture en surfusion dans une boîte de pétri stérile. Ensuite, il faut homogénéiser le tout par des mouvements circulaires, des mouvements de va-et-vient et le laisser se solidifier. Une fois que milieu est solide sous forme de gel, mettre une deuxième couche de milieu en surfusion et laisser refroidir avant l'incubation dans l'étuve.

b. Ensemencement en surface

Le milieu de culture en surfusion est versé dans une boîte de pétri stérile. Il faut laisser le milieu en repos pour qu'il puisse se solidifier. Une fois que le milieu est devenu solide, l'inoculum est étalé sur le milieu à l'aide d'une anse d'ensemencement. Ainsi fait, l'ensemble est prêt à l'étuvage.

4. Protocole d'analyse

Le protocole d'analyse varie selon le type de germe à dénombrer.

a. *Salmonella*

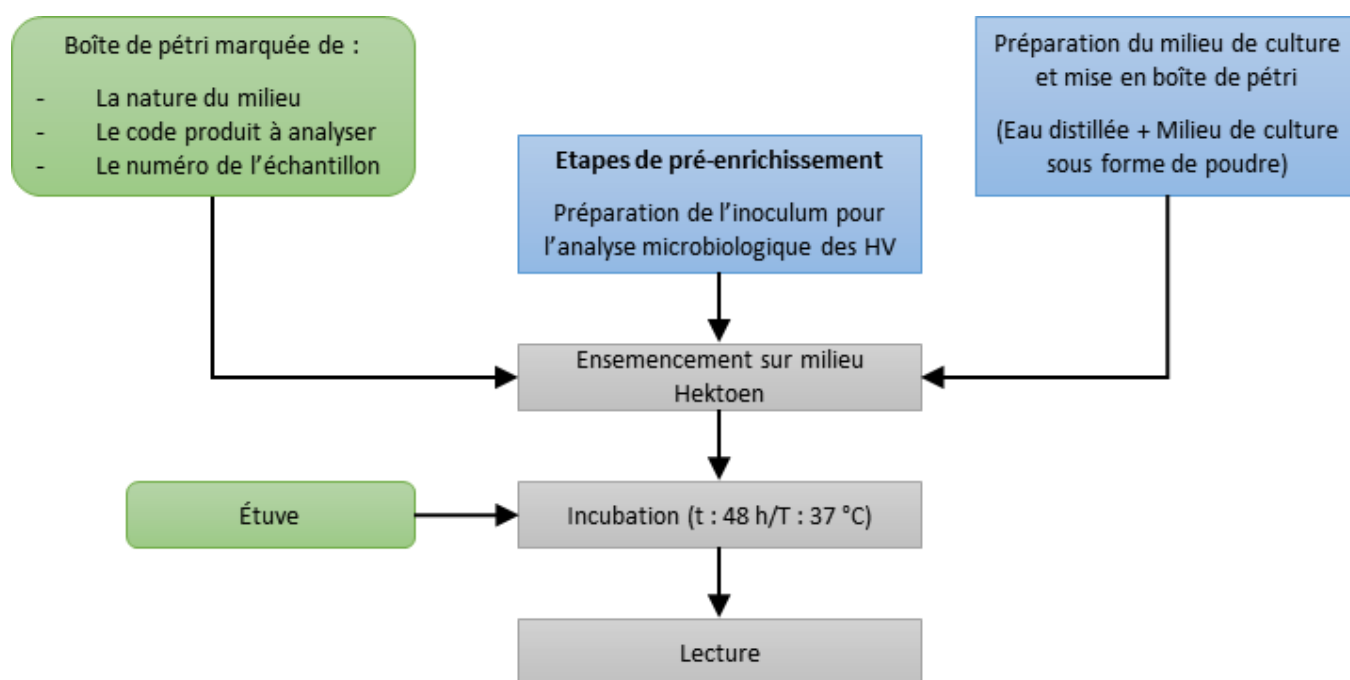


Figure 9 : Protocole de recherche de *Salmonella*

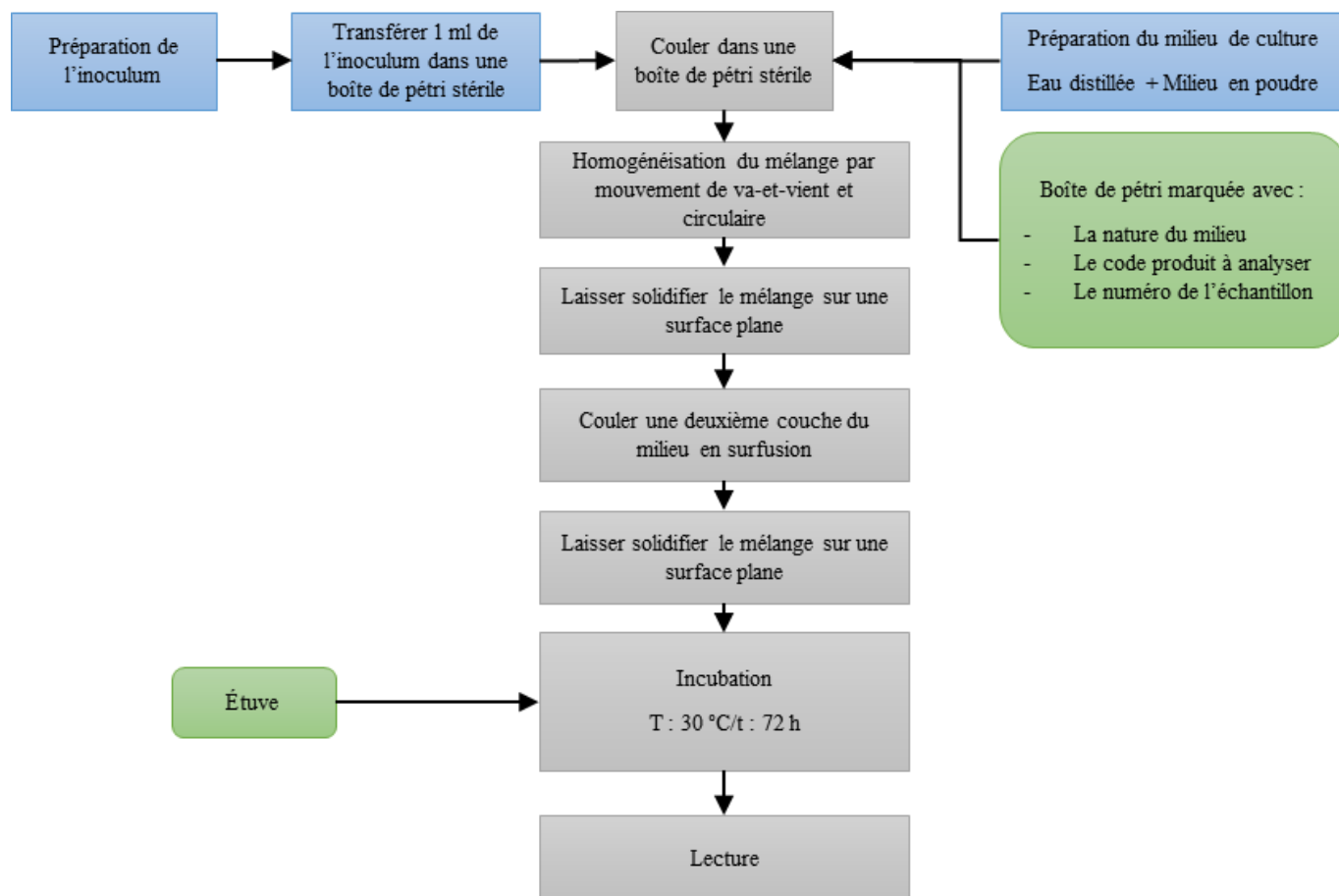
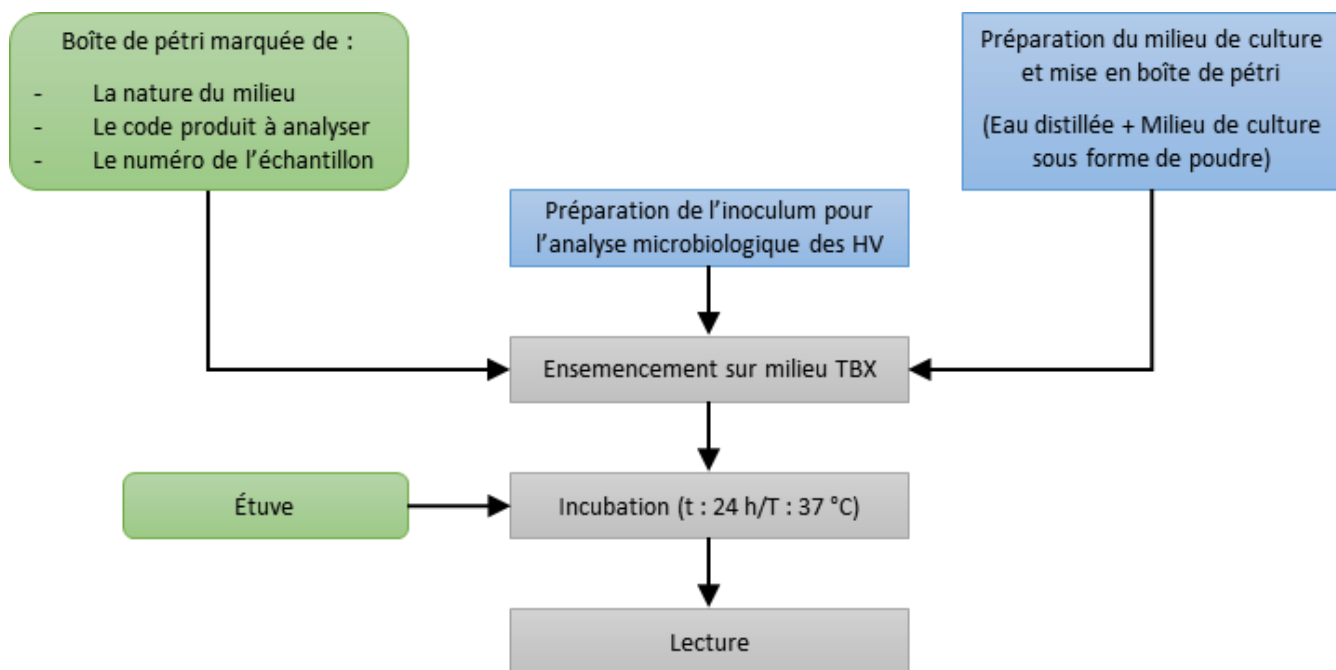
b. FAMT

Figure 10 : Protocole d'analyse du FAMT

c. *E. coli*Figure 11 : Protocole d'analyse *E. coli*

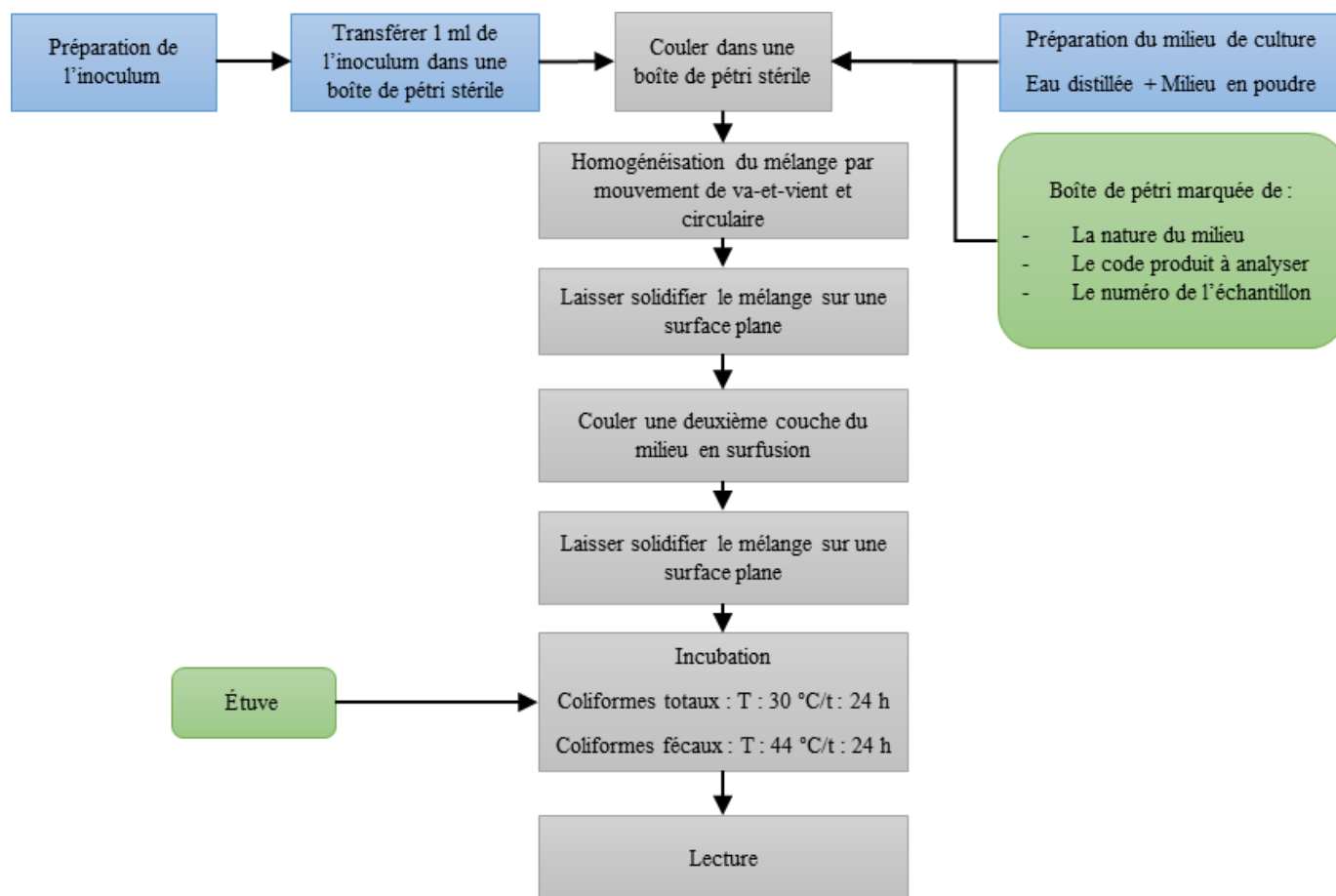
d. Coliformes totaux/fécaux

Figure 12 : Protocole d'analyse des coliformes totaux et fécaux

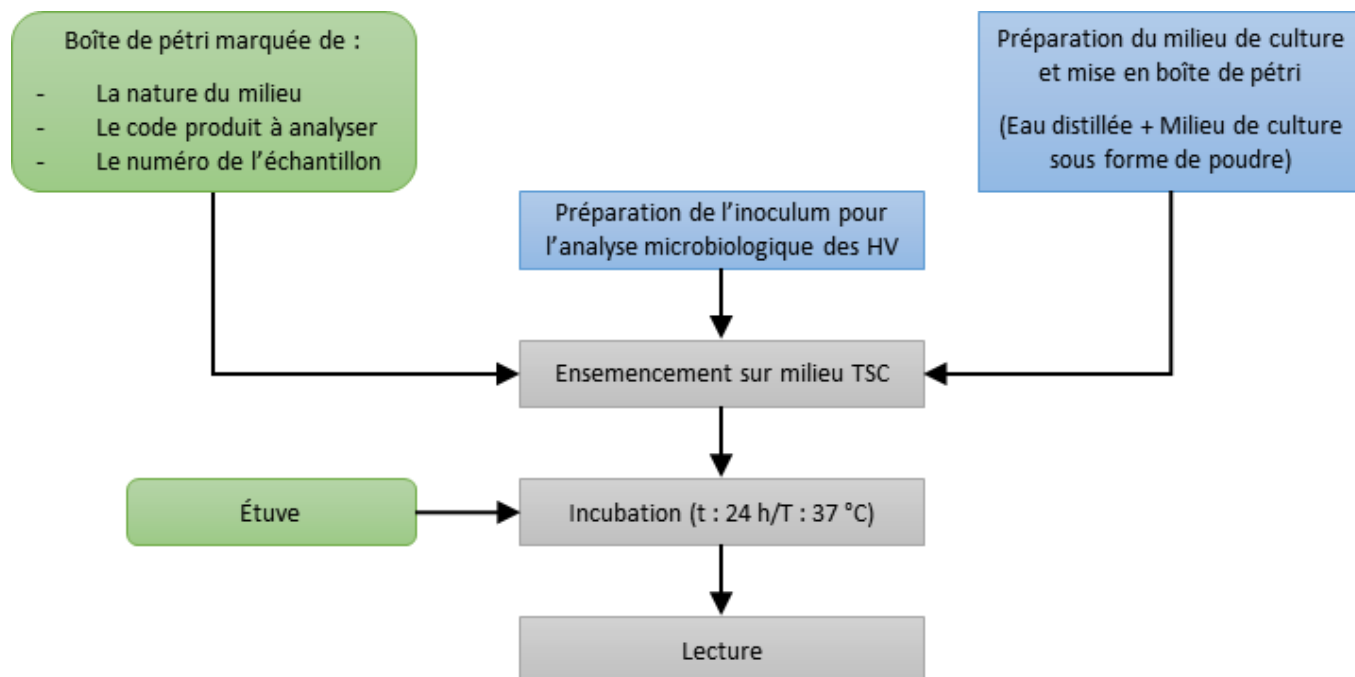
e. Anaérobiose sulfito-réducteur

Figure 13 : Protocole d'analyse des anaérobies sulfito-réducteurs

f. Levures et moisissures

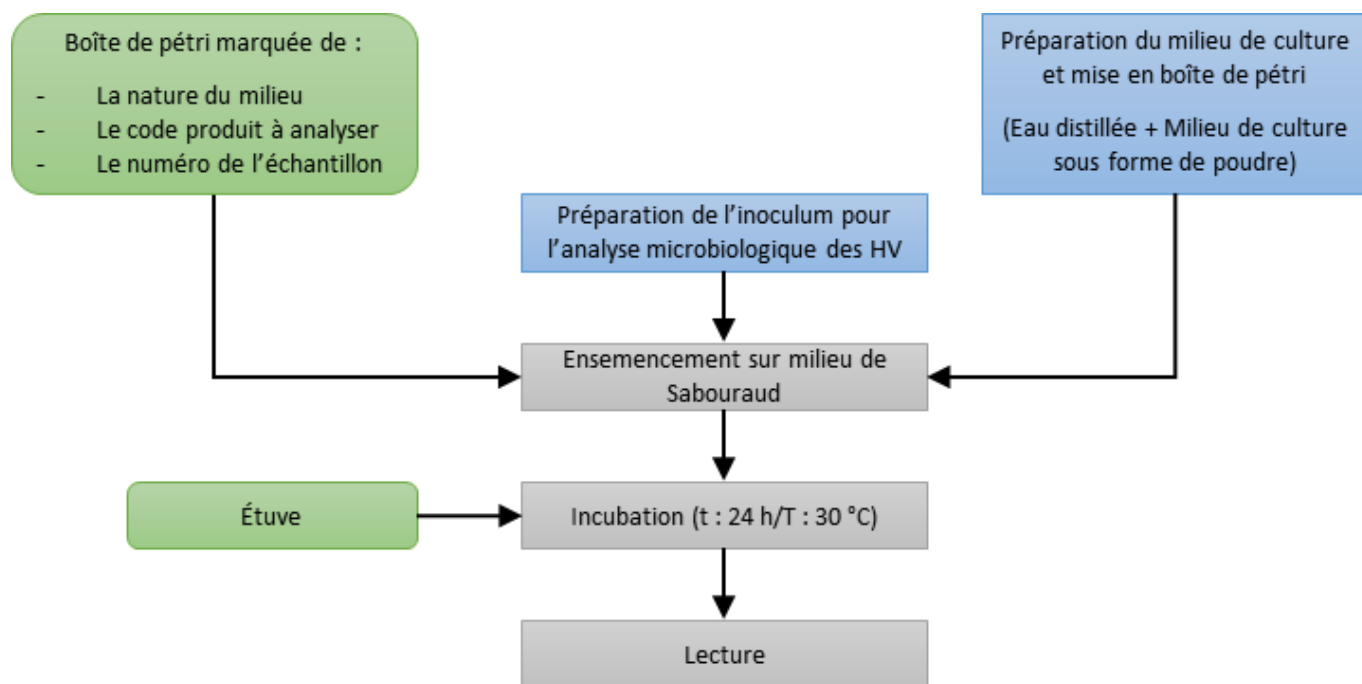


Figure 14 : Protocole d'analyse des levures et moisissures

g. *Listeria monocytogenes*

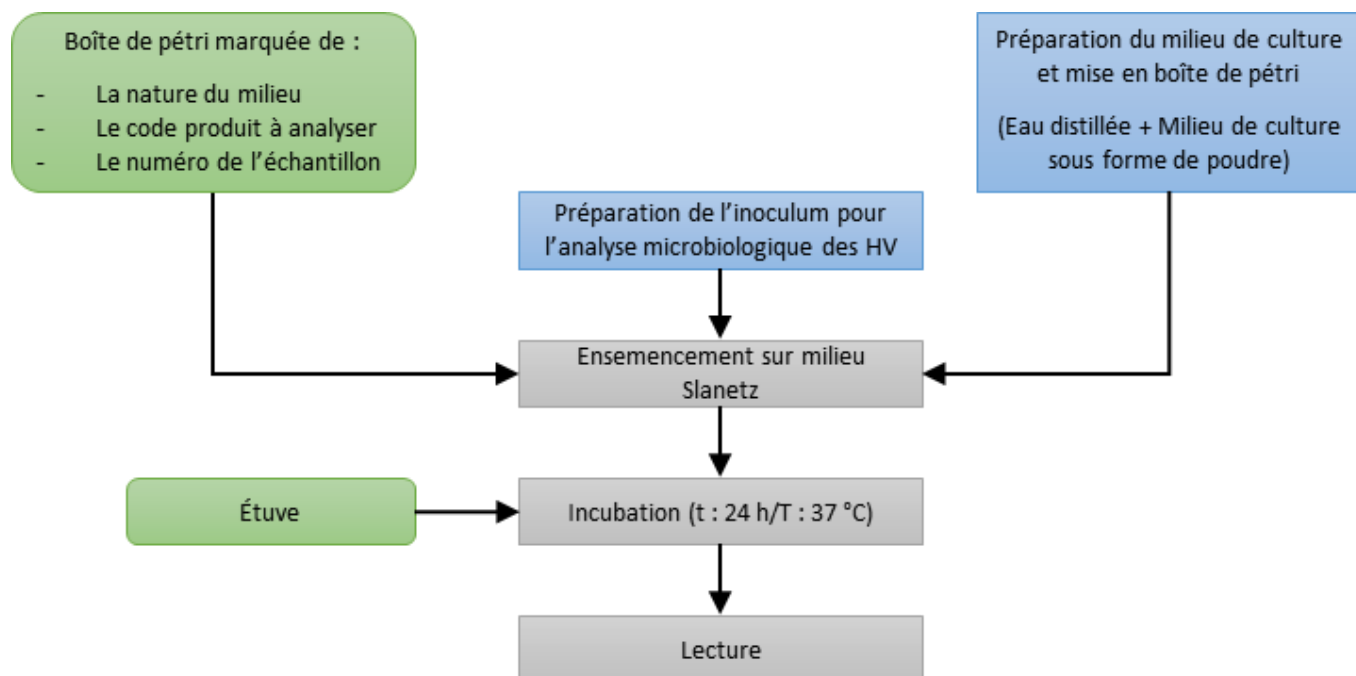


Figure 15 : Protocole d'analyse du *Listeria monocytogenes*

h. *Staphylococcus coagulase* +

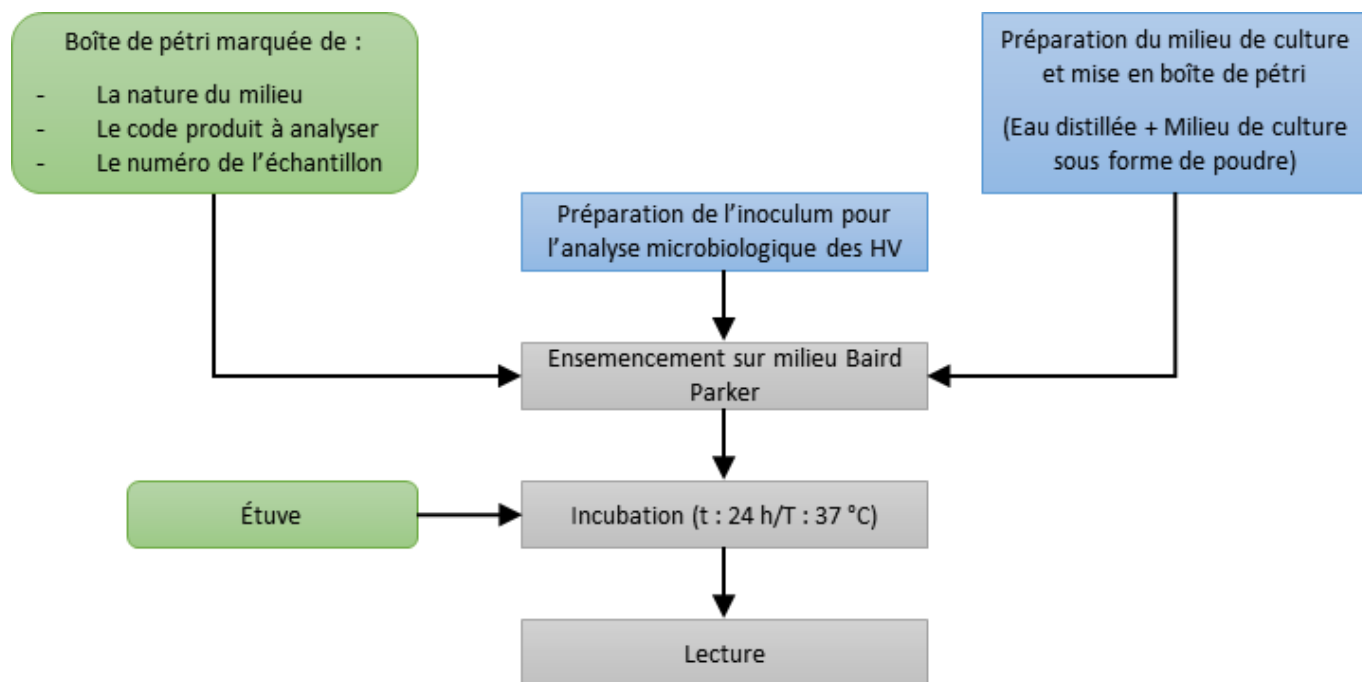


Figure 16 : Protocole d'analyse du *Staphylococcus coagulase* +

5. Expression du résultat [22]

Les boîtes retenues sont celles contenant 15 à 150 colonies caractéristiques.

$$N = \frac{\sum C}{V(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Avec :

N : Nombre de coliformes totaux/thermotolérants par millilitre en tant que moyenne pondérée à partir de 2 dilutions successives

$\sum C$: Somme de colonies obtenues sur les 2 boîtes de 2 dilutions successives

V : Volume de l'inoculum

n_1 : Nombre de boîtes retenues à la 1ère dilution

n_2 : Nombre de boîtes retenues à la 2nde dilution

d : Taux de dilution correspondant à la 1ère dilution retenue

Si les boîtes considérées contiennent moins de 15 colonies, le nombre estimé de microorganismes par gramme est de :

$$Ne = X. d$$

Avec

d = taux de dilution

X = nombre de colonies

Les résultats seront donnés sous la forme « unité formant colonie/gramme ou millilitre »

II. Matériel

Pour les analyses microbiologiques des matériels (tables), les milieux de culture sont préparés à l'avance au laboratoire A.C.S.Q.D.A. et mis dans des boîtes de pétri stérile. Puis, ils sont transportés dans une glacière vers l'endroit où l'on va faire le test.

Sur place, les tables sont déjà préparées (nettoyer et désinfecter) pour faire des analyses. Pour faire l'analyse, les boîtes de pétri contenant le milieu de culture sont renversés sur la surface plane de la table pendant une de 10 à 15 minutes. Cela permet de prendre des échantillons de germes présents sur la table à ce moment pour faire la culture.

Après, les milieux de culture sont mis dans la glacière pour garder la fraîcheur. Les milieux de culture sont rapportés au laboratoire et la durée du trajet est de 1 heure. À la fin, les milieux de cultureensemencée sont incubés à une température de 30 °C durant 72 h.

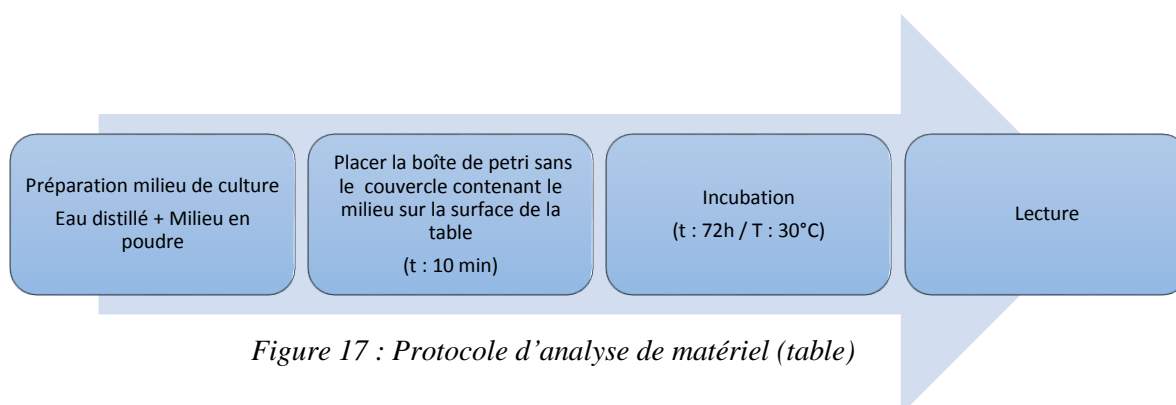


Figure 17 : Protocole d'analyse de matériel (table)

ANNEXES

ANNEXE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LA FILIÈRE LÉGUME

I. Présentation générale de la filière maraîchère [18]

La production de légumes à Madagascar possède de nombreux atouts et opportunités (potentiel agronomique, potentiel du marché intérieur et extérieur...). Le maraîchage présente un intérêt indéniable pour le petit paysannat : rentabilité économique, apport de trésorerie rapide grâce à des cycles courts, investissement financier limité pour la mise en culture, valorisation des rizières en contre-saison et intensification des surfaces cultivées dans des régions caractérisées par une forte pression foncière.

Quatre types de structures maraîchères sont identifiés : contre saison sur rizière, contre-saison sur tanety¹¹ et baiboho¹², permanent sur sol exondé, et enfin sous verger (de façon plus marginale). Les travaux sont très peu mécanisés et les femmes sont généralement très mobilisées sur ces productions. La filière est marquée par un nombre important d'acteurs : entre le producteur et le consommateur, les produits peuvent passer par 1 à 5 intermédiaires (collecteurs, grossistes, transporteurs, détaillants, transformateurs, exportateurs).

Le tableau 24 nous montre les atouts, les inconvénients, les opportunités et les menaces de la commercialisation des légumes à Madagascar.

¹¹ Tanety : terrasses et versants de collines

¹² Baiboho : terres inondables et inondées par un cours d'eau en période de crue

Tableau 24 : Commercialisation des légumes à Madagascar [18]

ATOUTS	<p>Intérêt économique de la culture maraîchère (rentabilité et faible investissement)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Potentiel agronomique (potentiel d'extension et de développement, culture de contre-saison) ; - Intérêt de la culture pour la consommation des ménages ; - Mobilisation de la main d'œuvre familiale.
INCONVÉNIENTS	<ul style="list-style-type: none"> - Culture nécessitant un accès à l'eau ; - Fort besoin en main-d'œuvre (également opportunité pour emploi) ; - Absence de stratégie politique de structuration et de développement de la filière ; - Accès limité aux produits de traitement (prix et disponibilité) - Faiblesse de la structuration et de la professionnalisation de la filière : approvisionnement, transformation, stockage ; - Produits périssables ; - Problèmes d'écoulement et de baisse de prix en saison ; - État des pistes rurales : enclavement, accès aux intrants et aux marchés.
OPPORTUNITÉS	<p>Conditions climatiques et pédologiques des hautes terres favorables à la filière légume</p> <ul style="list-style-type: none"> - Existence de marchés extérieurs pour certains produits : oignon, pomme de terre ; - Tendance des marchés, notamment extérieurs, aux produits naturels et biologiques ; - Informations de plus en plus répandues sur les bienfaits et la nécessité de consommer des légumes pour la santé (internet, médias, milieux médicaux, etc.) ; - Existence de « plates-formes » réunissant les acteurs de la filière pour certaines spéculations ; - Filière soutenue par nombreux projets (PSDR, Saha, Prosperer, JICA), d'ONG (Agrisud, Fert) et d'organismes (Ceffel, Fifamanor, CTHA) ; - Existence d'acquis à capitaliser.
MENACES	<ul style="list-style-type: none"> - Pression des maladies difficilement contrôlables (pomme de terre, oignons) ; - Perturbations climatiques qui influent sur la qualité et la quantité des produits.

II. Les acteurs de la filière [18]

1. Producteurs : les exploitations familiales

La part du maraîchage sur l'exploitation représente en moyenne 45 % des superficies totales (saison et contre saison confondue). Il existe essentiellement deux types de pratiques :

- Le maraîchage pour l'autoconsommation ;
- Le maraîchage « professionnel » à but commercial.

La pratique maraîchère est très peu mécanisée pour tous les types de pratique.

2. Transformateurs : nombre d'agents et techniques très limités

La transformation artisanale des légumes est relativement peu répandue, mais elle représente néanmoins un intérêt et une opportunité.

La transformation industrielle est très peu développée (ex. : Codal, usine de surgelés) ; les produits sont généralement vendus à l'export et au niveau de Madagascar dans les grands centres de distribution (supermarchés, épiceries) qui n'existent que dans les grandes villes.

3. Exportateurs

Il existe très peu de grandes structures d'exportation dans la filière légume comparée à d'autres productions malgaches (fruits, épices, etc.). Les structures rencontrées intervenant dans l'export de légumes sont : Lecofruit, Codal

La plupart des productions concernées sont la pomme de terre, l'oignon et le haricot vert, et sont majoritairement exportées vers Maurice, Mayotte et la Réunion, et pour une petite partie, vers le continent européen

La principale contrainte des marchés à l'export est le respect des normes exigées (qualité sanitaire, calibrage, couleur), en particulier pour le marché européen. Les normes sont particulièrement difficiles à respecter par les producteurs, et le peu d'intermédiaires compétents dans le domaine oblige les exportateurs à s'impliquer sur tout l'aval de la filière (collecte, conditionnement...).

4. Acteurs et circuits de commercialisation

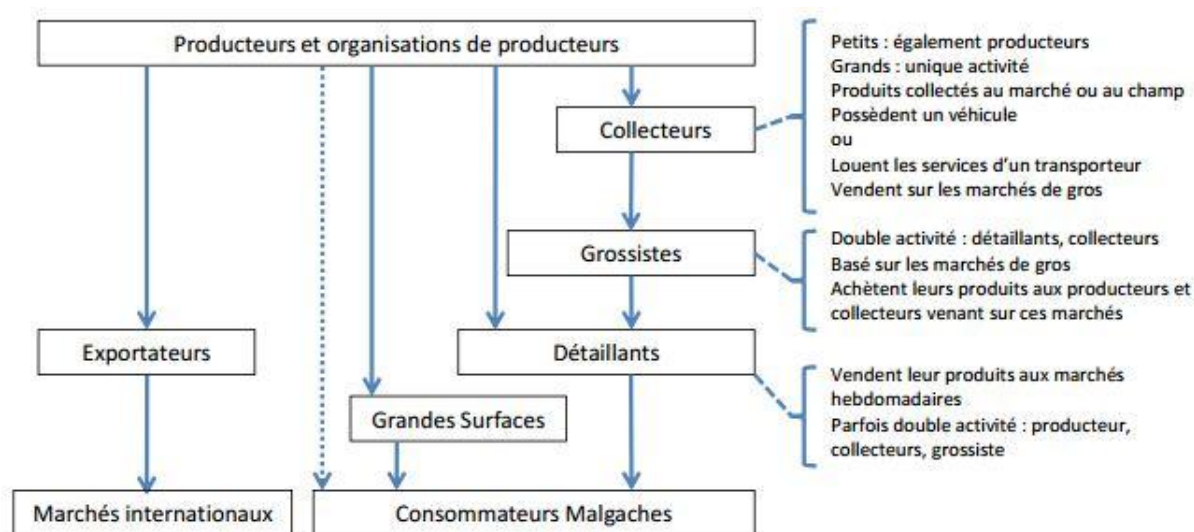


Figure 18 : Schéma de commercialisation des légumes à Madagascar [18]

III. Politique générale de la filière [17]

1. Énoncé de la politique

Contribuer à la réduction de la pauvreté, à la sécurisation alimentaire, à l'amélioration de l'équilibre alimentaire et à l'équilibre de la balance des paiements par le développement, la diversification et la promotion des productions de fruits et légumes.

2. Objectifs

- Augmenter la consommation des Malgaches en fruits et légumes afin d'assurer un apport minimum en éléments nutritifs essentiels par les fruits et légumes, afin d'atteindre les 2133 kcal/tête/jour définies par le DSRP ;
- Assurer une source de revenus suffisants pour pallier la période de soudure ;
- Augmenter et diversifier les produits à l'export ;
- Contribuer à la protection de l'environnement et à la biosécurité par le développement de la culture des fruits et légumes.

3. Stratégie

- S'appuyer sur l'exploitation familiale ;
- Promouvoir les entrepreneurs individuels ;
- Promouvoir et appuyer les Organisations paysannes (ou de Producteurs) de base et fédérées ;

- Favoriser une approche intégrée de l'ensemble de la filière par l'intermédiaire des organisations inter professionnel et l'approche 3 P ;
- Capitaliser et vulgariser les acquis des recherches agronomiques ;
- Exploiter les acquis de la biotechnologie.

4. Grands axes d'action

- Relance de la multiplication des semences et renouvellement triennal des semences améliorées ;
- Structuration du monde rural et renforcement des Organisations paysannes (ou de Producteurs) ;
- Formation et instruction en matière d'hygiène alimentaire ;
- Éducation des consommateurs ;
- Professionnalisation des producteurs ;
- Lutte phytosanitaire ;
- Formation technique, normes et qualité ;
- Organisation du circuit de commercialisation ;
- Sensibilisation aux normes de qualité sur le marché local ;
- Adhésion de Madagascar à l'UPOV.

5. Manques

- Un « plan directeur de développement du sous-secteur fruits et légumes » ;
- Un projet de multiplication et distribution des semences ;
- Des données économiques (statistiques) fiables et régulières.

IV. Normes

Les normes existantes à Madagascar concernent uniquement les légumes à destination de la consommation en frais. Ces normes sont facultatives et les légumes vendus sur le marché, ou destinés à l'export en frais, respectent rarement les normes. Ces normes sont élaborées par le bureau des normes de Madagascar (BNM). Il en existe pour chacune des spéculations traitées dans cette étude excepté pour le chou. Ces normes datent des années 1980, mais sont en cours de réactualisation pour s'aligner sur le codex alimentarius et intégrer la notion de label.

Les principaux éléments de ces normes portent sur :

- L'aspect (pas de saleté, pas trop de tâches, taille, couleur),
- La maturité,
- Le pourrissement,
- La fermeté,
- L'absence de résidu de produits de traitement,
- La classification des produits (selon différentes catégories).

Le Bureau des Normes de Madagascar n'assure aucun contrôle concernant ces normes. Le rôle est dévolu au ministère du Commerce, mais les contrôles sont inexistants pour les produits du marché intérieur. Les contrôles sont en revanche obligatoires à l'export, mais peu réalisés.

V. Généralités sur le haricot vert

Madagascar est actuellement le 5ème exportateur de haricots verts à destination des marchés européens. Cette filière est en effet dominée par une société privée se chargeant de la collecte, de la transformation, du conditionnement et de l'export de haricots verts en particulier à destination de l'Union européenne : la société Lecofruit. [18]

Le haricot vert est une production très tournée vers l'export ; les producteurs sont fréquemment engagés par contrat avec les acheteurs. Il y a 2 filières pour le haricot vert : une très structurée, contrôlée uniquement par Lecofruit et alimentant les marchés à l'export, et une plus informelle alimentant les marchés locaux.

1. Zone de production :

Les grandes zones de production de haricot vert se concentrent autour de la capitale (Miarinarivo, Mahitsy, Ambatolampy, Ankazobe et Ampefy), principalement pour approvisionner les usines de Lecofruit. En 2004, Madagascar a exporté 1 115 tonnes de conserves de haricot vert.

Tableau 25 : Production (en tonnes) de haricot vert par région

Régions	2005	2010
Analamanga	6 196	-
Vakinankaratra	-	1 225
Itasy	-	4 500
Total	6 196	5 725

Source : Stat 2004 et DRDR

2. Calendrier de production

Variétés : Fotsy kely, variétés hybrides Lecofruit (HVL/HVM, H1, H2, etc.)

Tableau 26 : Calendrier cultural haricot [18]

		Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Févr.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juill.	Août
		CS		Saison des pluies						Saison sèche - CS			
CONTRE SAISON	Rizière - Tanety - Baiboho	Sem	Récolte									Semi	
SAISON	Tanety - Baiboho		Sem			Sem/Récolte		Récolte					

3. Itinéraire technique

a. Caractéristiques du sol

Le haricot peut donner de bons résultats économiques sur des sols de textures très diverses (sablo-argileux, limono-sableux, etc.), mais préfère les terres fortes. Les sols franchement limoneux, battants et asphyxiants sont très défavorables à la germination (manque d'oxygène) et à la levée. La parcelle doit posséder une bonne homogénéité quant à la nature du sol et au profil pédologique pour obtenir un stade de maturité identique au moment de la récolte.

b. Préparation du sol

Les haricots verts demande un sol préparé sur 30 à 50 cm de profondeur et à structure homogène. Le lit de semis (surface) doit être ameubli (finement structuré et aéré). La préparation du sol doit permettre l'installation rapide du système racinaire sur les 25 - 30 premiers centimètres qui permettra à la plante (racines traçantes très délicates) une bonne alimentation hydrique et minérale ;

- Sous-solage à 40 cm de profondeur « épandage fumier de ferme et fumure phospho-potassique », labour à 15 - 20 cm de profondeur « repos du sol durant un mois », pulvérisation et affinage du sol avant semis
- Dans le cas de terrain en pente : confectionner des billons parallèles aux courbes de niveau 15 à 20 cm de haut et espacés de 35 cm « pour la culture de contre-saison : préparer les rizières encore humides et pas trop argileuses ou des baiboho bien drainés. [16]

c. Fertilisation

La fertilisation doit être raisonnée de façon à ce que la dose totale de chaque élément nutritif soit parfaitement adaptée aux conditions rencontrées dans chaque parcelle. [25]

i. Fumure :

- Fumure de redressement : dans les terres très pauvres, afin de ramener la fertilité à un niveau convenable :
 - Organique : 20 t de fumier de ferme/ha à enfouir lors du labour un mois avant semis ;
 - Minéral : acide phosphorique : 400 u/ha - Potasse : 300 u/ha - dolomie : 2 t/ha.
- Fumure d'entretien : destinée à compenser les exportations en éléments fertilisants de la culture :
 - Organique : 5 t/ha de poudrette de parc à bœufs (40 g par trou de plantation) donnent de très bons résultats ;
 - Minéraux : Azote : bien que le haricot soit une légumineuse, l'apport d'un peu d'azote au moment du semis favorise la levée des jeunes plants : 10 u de N/ha.

La matière organique (très bien décomposée) et les engrais de fonds sont à incorporer à la préparation du sol. Il faut éviter d'apporter des fumures organiques trop importantes juste avant le semis, car cela s'accompagne d'une sensibilité accrue aux maladies (pourritures) et aux ravageurs (nématodes, mouche des semis). Il ne faut en aucun cas appliquer du fumier frais sur les champs de haricots avant le semis en raison du risque de contamination par la bactérie *E. coli*, le cycle de culture des haricots fins étant très court entre la plantation et la récolte [25]. La fumure d'entretien est à enfouir lors du labour.

ii. Phosphore : [25]

Le phosphore favorise un enracinement solide (important en sols sableux), il doit donc être présent sous forme assimilable dès la levée. Il est également un facteur de précocité. Le phosphore, bien que nécessaire en plus petites quantités est capital pour la croissance de la plante. Les carences en P se manifestent par des colorations vert foncé du limbe, un port érigé et le brunissement des feuilles âgées suivies de leur chute.

Dose : 50 à 100 kg/ha de P_2O_5 ;

Formes : phosphates d'ammoniaques, superphosphate triple ;

Moment : fumure de fond éventuellement complétée en couverture dans certains sols.

iii. Potasse : [25]

Le haricot, comme toutes les légumineuses, réagit bien à la potasse. Les carences en K provoquent des colorations vert foncé et des décolorations internervaires, le bas des feuilles s'enroule vers le bas. Plus tard, on observera la nécrose et la chute des feuilles. La potasse conditionne la qualité de la gousse.

Dose : 100 à 200 kg/ha de (K₂O), 40 à 80 u/ha

Formes : sulfate de potasse et nitrate de potasse. Éviter le chlorure de potasse (KCl) toxique pour le haricot).

Moment : fumure de fond et couverture.

On préconise : 200 kg/ha de NPK 11-22-16 à enfouir en localisé au moment du semis dans le sillon ou en poquets.

Éviter d'épandre de la chaux afin d'éviter d'avoir du haricot qui ne cuise pas

iv. Éléments toxiques

Le haricot est sensible aux excès de :

- **Chlore :** le haricot est très sensible à la présence de chlorures (salinité) et il faut donc éviter les engrais qui en contiennent. Cette sensibilité peut également se manifester avec des eaux d'irrigation contenant du chlore.
- **Sodium et bore :** éviter les précédents culturaux ayant reçu des fumures boratées

d. Semis

i. Choix de semences

- Trier les semences : choisir les plus grosses, bien formées, saines et qui ne sont pas attaquées par les charançons et les bruches, les graines ayant une bonne faculté germinative
- Éliminer les graines présentant de nombreuses graines ridées, brisées, avortées, moisies, etc.
- Désinfecter les semences triées avec 200 g de Manebe à 80 % pour 100 g de semences, afin de lutter contre la fonte de semis et pourriture du collet.

ii. Choix de la date de semis

- Décembre - janvier sur les Hauts-Plateaux pour le haricot cultivé en saison des pluies ou en juin - juillet pour le haricot cultivé en saison sèche.
- Dans le sud, les semis auront lieu en début de saison des pluies.

iii. Mode de semis

- Pour le haricot à rames : réaliser des poquets de 3 à 4 graines espacés de 35 à 50 cm sur la ligne et chaque ligne de poquets espacée de sa voisine de 60 cm (sur cet espace on pourra cultiver de plantes maraîchères de petite taille).
- Pour le haricot nain, culture à plat et en sol normal : on conseille l'usage des poquets de 2 à 3 graines distants de 15 à 20 cm sur la ligne avec 40 cm entre chaque ligne
- Pour le haricot nain et en culture sur billons : faire les poquets sur le sommet des billons 3 à 4 graines/poquet distantes de 20 cm du voisin.

La quantité de semences : varie de 100 à 180 kg de semences/ha selon la grosseur des grains

iv. Profondeur de Semis [25]

L'exécution du semis doit être régulière pour obtenir une levée homogène et par conséquent une maturité homogène. Le haricot étant à germination épigée (les cotylédons sortent du sol), il faut éviter les difficultés de sortie de la plantule :

- En sol sablonneux : entre 3 et 5 cm de profondeur,
- En sol lourd : 2 cm de profondeur (pas d'irrigation avant la levée).

Tout ce qui favorise l'asphyxie (sols lourds, excès d'eau, sols tassés, profondeur de semis trop importante, etc.) va compromettre la levée. Celle-ci sera irrégulière et sujette aux maladies du collet et des racines.

e. Entretiens

Durant la période de croissance, quelques entretiens sont nécessaires pour la culture.

- Épandre 10 unités d'azote/ha juste après semis, pour favoriser la levée des jeunes plants » et ressemer au bout de 8 jours ;
- Binage léger dès que les lignes de haricot sont visibles au-dessus du sol afin d'avoir une terre fine et meuble sans mauvaises herbes ;

- Léger buttage dès que les plantes ont 15 cm de hauteur ;
- Lorsque les fleurs apparaissent, il ne faut plus toucher aux plantes, car les fleurs tombent facilement ;
- Irrigations : ne sont pas conseillées sauf si le besoin en eau se fait sentir. Ne pas irriguer par aspersion lors de la floraison.

f. Récolte et rendement

Suivant les variétés et la destination des gousses et des graines, la récolte peut se faire à 4 époques différentes :

- Sous forme de haricot vert : lorsque les gousses ont atteint leur taille définitive et sont encore verts. On les appelle encore « aiguilles » ou « filets » ;
- Sous forme de haricot demi-sec : lorsque les graines sont entièrement formées et que les gousses commencent à sécher. On les consomme écosés ;
- Sous forme de » flageolets verts « : lorsque les graines sont entièrement formées et les gousses commencent à sécher, mais en plus, on fait sécher les gousses à l'abri de la lumière pour avoir des graines sèches, mais vertes. On les consomme écosés ;
- Sous forme de haricot sec : lorsque les graines et les gousses sont entièrement sèches. On les consomme écosés.

Rendements :

En culture traditionnelle, les rendements en haricot sec sont très faibles : 500 à 700 kg/ha.

En culture améliorée : 2 t/ha en haricot sec avec 3 tonnes de tiges et feuilles

Pour le haricot vert : 8 à 10 tonnes/ha et en haricot mangetout : 10 à 12t/ha.

g. Maladies :

- Fonte de semis : due à des champignons microscopiques (Botrytis, Pythium, Fusarium) ;
- Flétrissement bactérien : dû à des bactéries qui provoquent le flétrissement soudain de toute la plante ;
- Fanthracnose : due à un champignon qui cause sur les feuilles et surtout sur les gousses des taches grisâtres à contours rougeâtres ;
- Alternariose : due à un champignon qui provoque des taches brunes sur les feuilles et les gousses ;

- Pourriture molle des tiges : due à un champignon qui fait pourrir les tiges ;
- Rouille : due à un champignon qui provoque des taches pulvérulentes brunes sur les feuilles et même les gousses ;
- Maladies à sclérose : dues à un champignon qui provoque l'apparition de protubérances sur le système racinaire puis la pourriture de ce dernier ;
- Maladies mineures : cercosporiose, graisse des gousses, etc.

h. Ennemis

- Chenilles diverses : qui rongent le limbe des feuilles et minent l'intérieur des gousses ;
- Cigarier : qui perce le limbe des feuilles et enroule une partie de ce limbe en forme de cigare ;
- Pucerons : qui piquent le limbe des feuilles et les jeunes pousses ;
- Mouche du haricot : qui pond dans les tissus des jeunes plantules, ce qui provoque le jaunissement et le ramollissement des 2 premières feuilles. Les larves minent les feuilles et la tige, jusqu'au collet et la plante meurt ;
- Coléoptères divers : qui rongent le limbe des feuilles ;
- Punaises : qui piquent les jeunes pousses et les feuilles » bruches » : dont les larves rongent l'intérieur de graines stockées ;
- Charançons : qui rongent l'intérieur des graines stockées. Précaution : ne pas traiter 15 jours avant la récolte.

i. Valeur alimentaire du haricot vert :

- Eau : 79 %
- Matières azotées : 2 %
- Matières grasses : trace
- Matières hydrocarbonées : 7 %

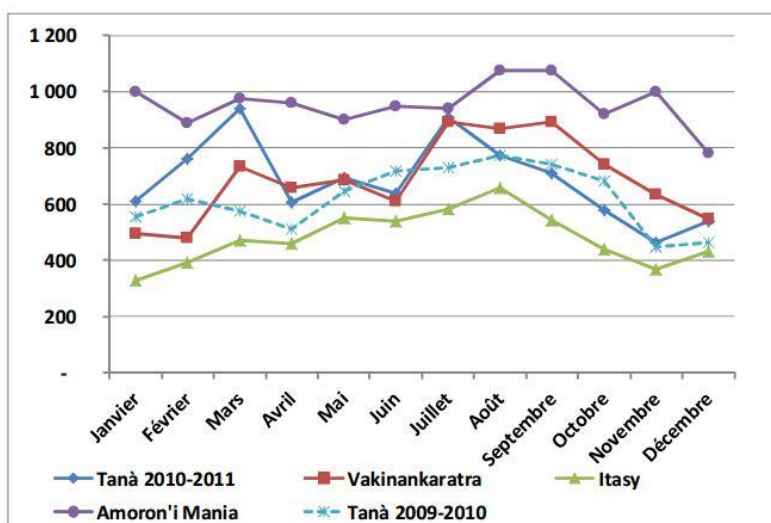


Figure 19 : Évolution des prix du haricot vert sur les marchés des 4 régions [18]

ANNEXE 2 : PLAN DE MAÎTRISE SANITAIRE

Le plan de maîtrise sanitaire est composé d'un ensemble de documents décrivant les moyens mis en œuvre par un établissement pour assurer l'hygiène et la sécurité alimentaire de ses productions par rapport aux dangers microbiologiques, physiques, chimiques et sans oublier le danger allergène [27]. Le Plan de Maîtrise Sanitaire n'est donc qu'un terme permettant de définir et de regrouper les exigences du « Paquet Hygiène ». [37]

Il comprend :

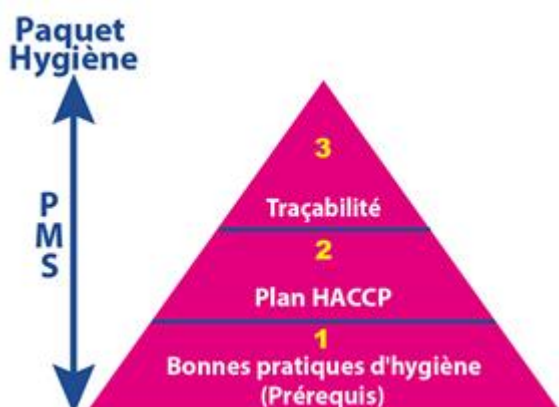
- Des bonnes pratiques d'hygiène ou des prérequis obligatoires.
- D'un plan HACCP validé et mis à jour régulièrement.
- D'un système de traçabilité.

Le plan de maîtrise sanitaire comprend aussi l'ensemble des documents qualifiés mis en place dans l'établissement (classeur qualité). Ces documents permettront de prouver (justifier) le bon fonctionnement de votre système de maîtrise sanitaire.

Vous retrouverez : [27]

- Les enregistrements qualifiés ;
- Les cahiers des charges fournisseurs ;
- Les autocontrôles : analyses bactériologiques ;
- Etc.

Le PMS présente une importance pour les entreprises ayant une activité soumise à agrément. Il est à prévoir dans la procédure d'inspecter les documents du PMS et de voir sur site l'effectivité et de l'efficacité des mesures ainsi décrites [37]. Par conséquent, la mise en place du Plan de Maîtrise Sanitaire est obligatoire pour toute activité liée à l'alimentation, non seulement pour répondre aux exigences réglementaires, mais également pour constituer le dossier de demande d'agrément sanitaire. [37]



Le plan de maîtrise sanitaire est donc un dossier important à constituer, ou à tenir à jour, pour votre dossier d'agrément sanitaire. Il vous permettra de justifier votre travail vis-à-vis des services officiels de contrôles et il reste obligatoire dans tout établissement de l'alimentaire. [27]

ANNEXE 3 : GÉNÉRALITÉS SUR LE SYSTEME HACCP

1. Présentation

Le système H.A.C.C.P. est un système qui définit, évalue et maîtrise les dangers qui menacent la salubrité des aliments [11]. H.A.C.C.P. se traduit donc par l'analyse des risques (des dangers), des points critiques pour leur maîtrise. Il s'agit d'une méthode d'assurance permettant la maîtrise de la qualité des produits alimentaires. Elle garantit la sécurité alimentaire et l'hygiène des denrées à tous les niveaux de leur production en proposant une méthodologie.

Le H.A.C.C.P. est intimement lié à la sécurité des denrées alimentaires. Cependant, son application ne se limite pas au secteur agroalimentaire uniquement ; elle est aussi utilisée dans autres domaines d'activité comme l'industrie aéronautique, l'industrie chimique ou encore l'industrie nucléaire. C'est uniquement la nature des dangers qui change d'un secteur à l'autre, le principe reste le même.

H.A.C.C.P. est actuellement le seul système de maîtrise de la qualité certifiable admis par les réglementations des principaux pays importateurs (U.E. notamment) [39].

2. Historique

Cette méthode a été créée à la fin des années 60 par la société Pillsbury et pour le compte de la NASA afin de gérer les dangers liés à la contamination des produits alimentaires des programmes spatiaux de la NASA et d'éviter les T.I.A.C. des astronautes. Par conséquent, les grands groupes européens de l'industrie alimentaire ont appliqué cette méthode pour la gestion de la sécurité de leur fabrication.

La méthode H.A.C.C.P. est applicable à l'identification des dangers microbiologiques, chimiques et physiques qui affectent la sécurité alimentaire. Actuellement, le dispositif H.A.C.C.P. a la reconnaissance de plusieurs organismes internationaux pour la garantie de la salubrité des aliments.

3. Principes

Le système HACCP repose sur les sept principes suivants [11] :

	Procéder à l'analyse des risques
PRINCIPE 1 :	<ul style="list-style-type: none"> - Identifier les dangers associés à tous les stades de fabrication ; - Évaluer la probabilité de concrétisation de ces dangers.
PRINCIPE 2 :	Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP).
PRINCIPE 3 :	Fixer le (ou les) seuil(s) critique(s) à respecter pour s'assurer que le CCP est maîtrisé.
PRINCIPE 4 :	Mettre en place un système de surveillance permettant de maîtriser les CCP.
PRINCIPE 5 :	Établir les mesures correctives à prendre lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé.
PRINCIPE 6 :	Appliquer des procédures de vérification afin de confirmer que le système H.A.C.C.P fonctionne efficacement.
PRINCIPE 7 :	Constituer un dossier dans lequel figureront toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application.

4. Directives

L'application du système H.A.C.C.P. à un secteur de la chaîne alimentaire nécessite avant tout le bon fonctionnement des programmes tels que les bonnes pratiques d'hygiène conformes aux codes d'usage du codex et aux exigences adéquats en termes de sécurité sanitaire des aliments. [11]

L'application de la méthode H.A.C.C.P. consiste en l'exécution des 13 étapes présentées ci-après. La portée du plan H.A.C.C.P. doit être préalablement définie. Cette portée doit décrire le segment de la chaîne alimentaire concerné ainsi que les classes générales de dangers à couvrir.

L'exécution des 13 étapes suivantes permettra la mise en place de ces principes H.A.C.C.P.
[40]

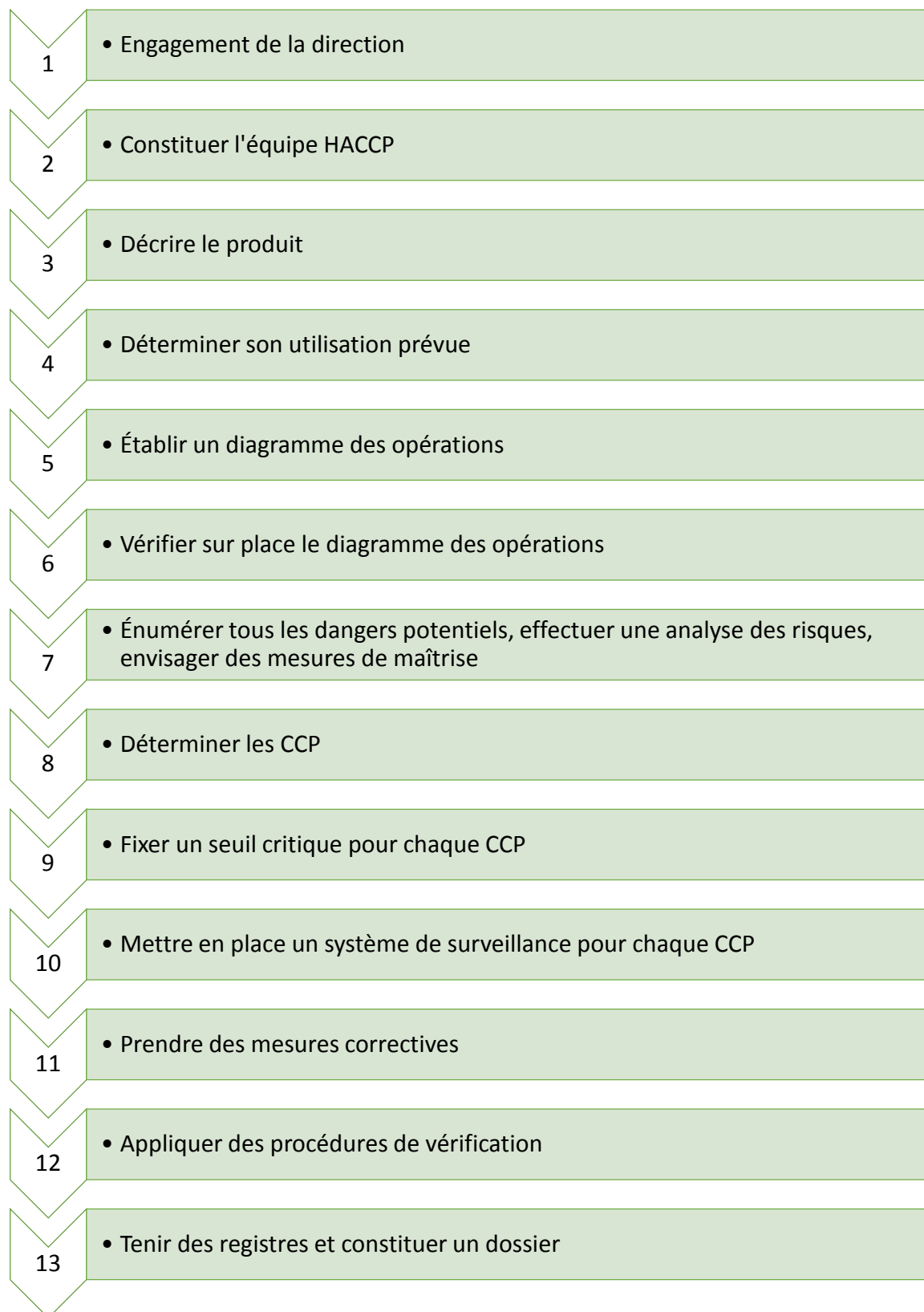


Figure 20 : 13 étapes de l'HACCP [40]

ÉTAPE 0 : Engagement de la direction

La direction doit être engagée pour permettre la mise en place du système H.A.C.C.P. et de connaître l'importance de ce système.

ÉTAPE 1 : Constituer l'équipe H.A.C.C.P.

L'entreprise devrait s'assurer qu'elle dispose d'experts et de techniciens spécialisés dans le produit en cause pour mettre au point un plan H.A.C.C.P. efficace. En principe, elle devrait constituer à cet effet une équipe multidisciplinaire. Si de tels spécialistes ne sont pas disponibles sur place, il faudrait s'adresser ailleurs.

ÉTAPE 2 : Décrire le produit

Il est nécessaire de procéder à une description complète du produit, notamment de donner des instructions concernant sa sécurité d'emploi telles que composition, structure physique/chimique (y compris A_w , pH, etc.), traitements microbicides/statiques (par exemple traitements thermiques, congélation, saumure, fumage, etc.), emballage, durabilité, condition d'entreposage et méthode de distribution.

ÉTAPE 3 : Identifier l'utilisation du produit

L'usage auquel est destiné le produit doit être défini en fonction de l'utilisateur ou du consommateur final. Dans certains cas, il peut être nécessaire de prendre en considération les groupes vulnérables de population (par exemple restauration collective).

ÉTAPE 4 : Faire un diagramme de fabrication

C'est l'équipe H.A.C.C.P. qui doit être chargée d'établir un tel diagramme, qui comprendra toutes les étapes des opérations. En appliquant le système HACCP à une opération donnée, il faudra tenir compte des étapes qui la précèdent et de celles qui lui font suite.

ÉTAPE 5 : Vérifier le diagramme

L'équipe H.A.C.C.P. devrait comparer en permanence le déroulement des activités au diagramme des opérations et, le cas échéant, modifier ce dernier.

ÉTAPE 6 : Analyser les dangers

L'équipe H.A.C.C.P. devrait énumérer tous les dangers auxquels on peut raisonnablement s'attendre à chacune des étapes - production primaire, transformation, fabrication, distribution et consommation finale.

Les dangers associés aux aliments peuvent être de trois natures :

- Dangers microbiologiques : dangers liés aux microorganismes.
- Dangers chimique : pesticides, résidus d'huile ou de produits d'entretien,
- Dangers physiques : morceau de bois, métal, verre, cheveux, etc.

L'équipe H.A.C.C.P. devrait ensuite procéder à une appréciation des risques, afin d'identifier les dangers à éliminer, ou de les ramener à un niveau acceptable, si l'on veut obtenir des aliments salubres.

Lorsqu'on procède à l'appréciation des risques, il faut tenir compte, dans la mesure du possible, des facteurs suivants :

- La probabilité qu'un danger survienne et la gravité de ses conséquences sur la santé ;
- L'évaluation qualitative et/ou quantitative de la présence de dangers ;
- La survie ou prolifération des microorganismes dangereux ;
- L'apparition ou persistance dans les aliments de toxines, de substances chimiques ou d'agents physiques ;
- Les facteurs à l'origine de ce qui précède.

L'équipe H.A.C.C.P. doit alors envisager les éventuelles mesures à appliquer pour maîtriser chaque danger.

Plusieurs interventions sont parfois nécessaires pour maîtriser un danger spécifique, et plusieurs dangers peuvent être maîtrisés par une même intervention.

ÉTAPE 7 : Déterminer les CCP

Il peut y avoir plus d'un CCP où une opération de maîtrise est appliquée pour traiter du même danger. La détermination d'un CCP dans le cadre du système H.A.C.C.P. peut être facilitée par l'application d'un arbre de décision qui présente un raisonnement fondé sur la logique.

Il faut faire preuve de souplesse dans l'application de l'arbre de décision, selon que l'opération concerne la production, l'abattage, la transformation, l'entreposage, la distribution, etc. Il doit être utilisé à titre indicatif lorsqu'on détermine les CCP. L'arbre de décision donné en annexe ne s'applique pas forcément à toutes les situations. D'autres approches peuvent être utilisées. Il est recommandé de dispenser une formation afin de faciliter l'application de l'arbre de décision.

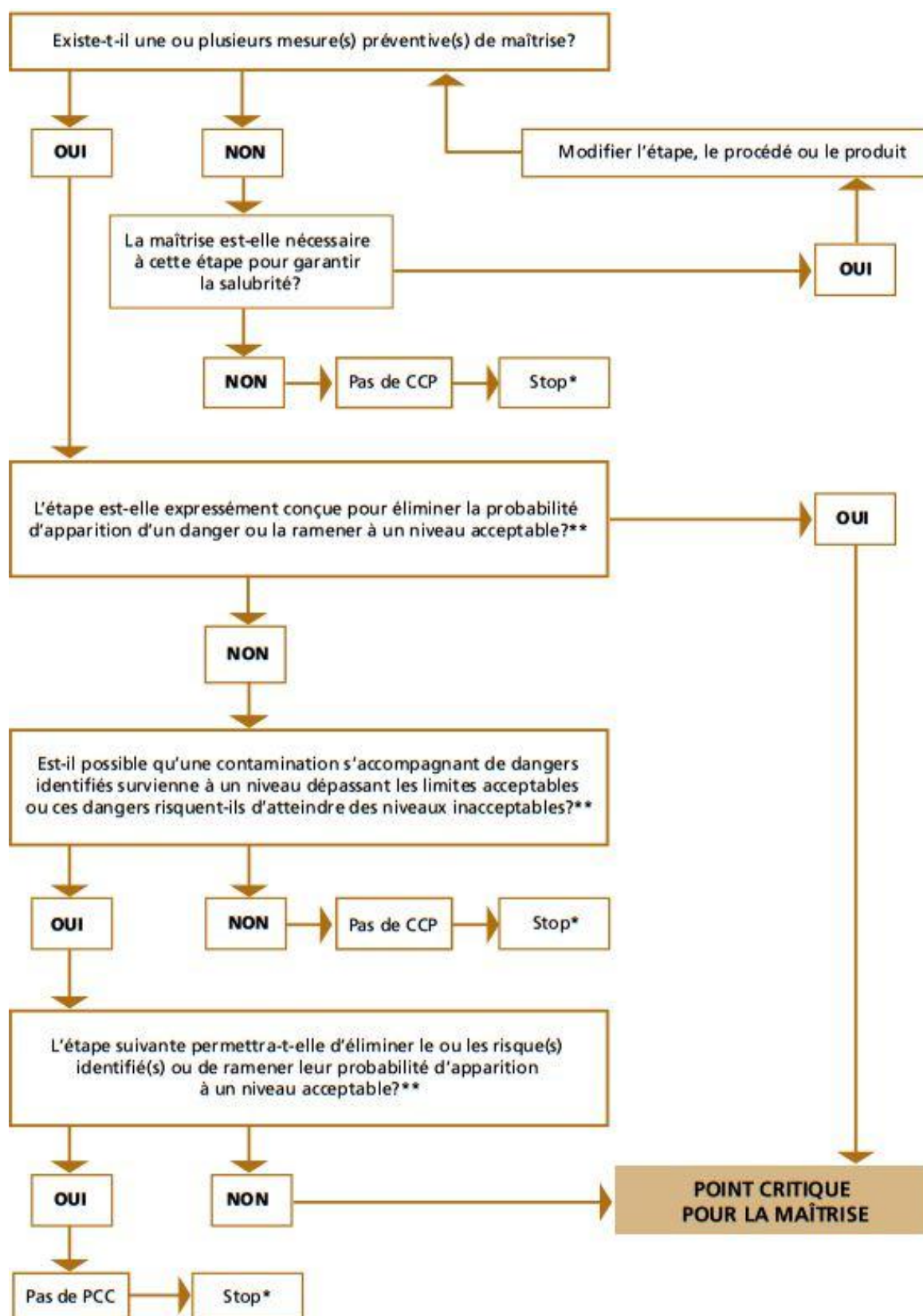


Figure 21 : Méthode pour déterminer un CCP [11]

* Passer au prochain danger identifié dans le processus décrit.

** Il est nécessaire de définir les niveaux acceptables et inacceptables en tenant compte des objectifs généraux lors de la détermination des CCP dans le plan HACCP.

Si un danger a été identifié à une étape où un contrôle de sécurité est nécessaire et qu'aucune mesure d'intervention n'existe au niveau de cette étape ou de toute autre, il faudrait alors modifier le produit ou le procédé correspondant à cette étape, ou à un stade antérieur ou ultérieur, de manière à prévoir une intervention.

ÉTAPE 8 : Fixer les cibles & limites critiques

Il faut fixer, et valider si possible, des seuils correspondant à chacun des points critiques pour la maîtrise des dangers. Dans certains cas, plusieurs seuils critiques sont fixés pour une étape donnée. Parmi les critères choisis, il faut citer la température, la durée, la teneur en humidité, le pH, le pourcentage d'eau libre et le chlore disponible, ainsi que des paramètres organoleptiques comme l'aspect à l'œil nu et la consistance.

ÉTAPE 9 : Établir la surveillance des CCP

Un tel système de surveillance permet de mesurer ou d'observer les seuils critiques correspondant à un CCP. Les procédures appliquées doivent être en mesure de détecter toute perte de maîtrise. Dans la mesure du possible, il faudra procéder à des ajustements de procédés lorsque les résultats de surveillance indiquent une tendance en direction d'une perte de contrôle à un CCP.

ÉTAPE 10 : Établir un plan d'actions correctives

Des mesures correctives spécifiques doivent être prévues pour chaque CCP, dans le cadre du système H.A.C.C.P., afin de pouvoir rectifier les écarts, s'ils se produisent.

Ces mesures doivent garantir que le CCP a été maîtrisé. Elles doivent également prévoir le sort qui sera réservé au produit en cause. Les mesures ainsi prises doivent être consignées dans les registres H.A.C.C.P.

ÉTAPE 11 : Prévoir des procédures de vérification

On peut avoir recours à des méthodes, des procédures et des tests de vérification et d'audit, notamment au prélèvement et à l'analyse d'échantillons aléatoires, pour déterminer si le système HACCP fonctionne correctement. De tels contrôles devraient être suffisamment fréquents pour confirmer le bon fonctionnement du système. Par exemple il faudrait :

- Passer en revue le système H.A.C.C.P. et les dossiers dont il s'accompagne ;
- Prendre connaissance des écarts constatés et du sort réservé au produit ;
- Vérifier que les CCP sont bien maîtrisés.

Dans la mesure du possible, les mesures de validation devront comprendre des activités permettant de confirmer l'efficacité de tous les éléments d'un plan H.A.C.C.P.

ÉTAPE 12 : Établir la documentation : dossiers & procédures

La tenue de registres précis et rigoureux est indispensable à l'application du système HACCP. Les procédures HACCP devraient être documentées et devraient être adaptées à la nature et à l'ampleur de l'opération.

Exemples de dossiers :

- Analyse des dangers ;
- Détermination des CCP ;
- Détermination des seuils critiques.

Exemples de registres :

- Activités de surveillance des CCP ;
- Écarts et mesures correctives associées ;
- Modifications apportées au système H.A.C.C.P.

ÉTAPE 14 : Prévoir d'actualiser le système

L'objet de l'amélioration continue d'un système de management de la qualité est d'augmenter la probabilité de satisfaire les clients et les autres parties intéressées. Le système H.A.C.C.P. ne peut être établi une fois pour toutes. Ce système peut changer à tout moment selon les produits à faire, la variation de nature, des types d'ingrédient utilisé, et d'autres facteurs de changement.

Le principe de l'amélioration continue est souvent représenté par un cycle d'actions, appelé « roue de Deming » ou cycle P.D.C.A. : Plan (planifier, prévoir), Do (faire), Check (vérifier), Act (réagir). Pour l'actualisation du système, il est nécessaire d'utiliser la roue de Deming. Cette dernière est une illustration de la méthode de gestion de la qualité dite P.D.C.A. (Plan-Do-Check-Act). [22]

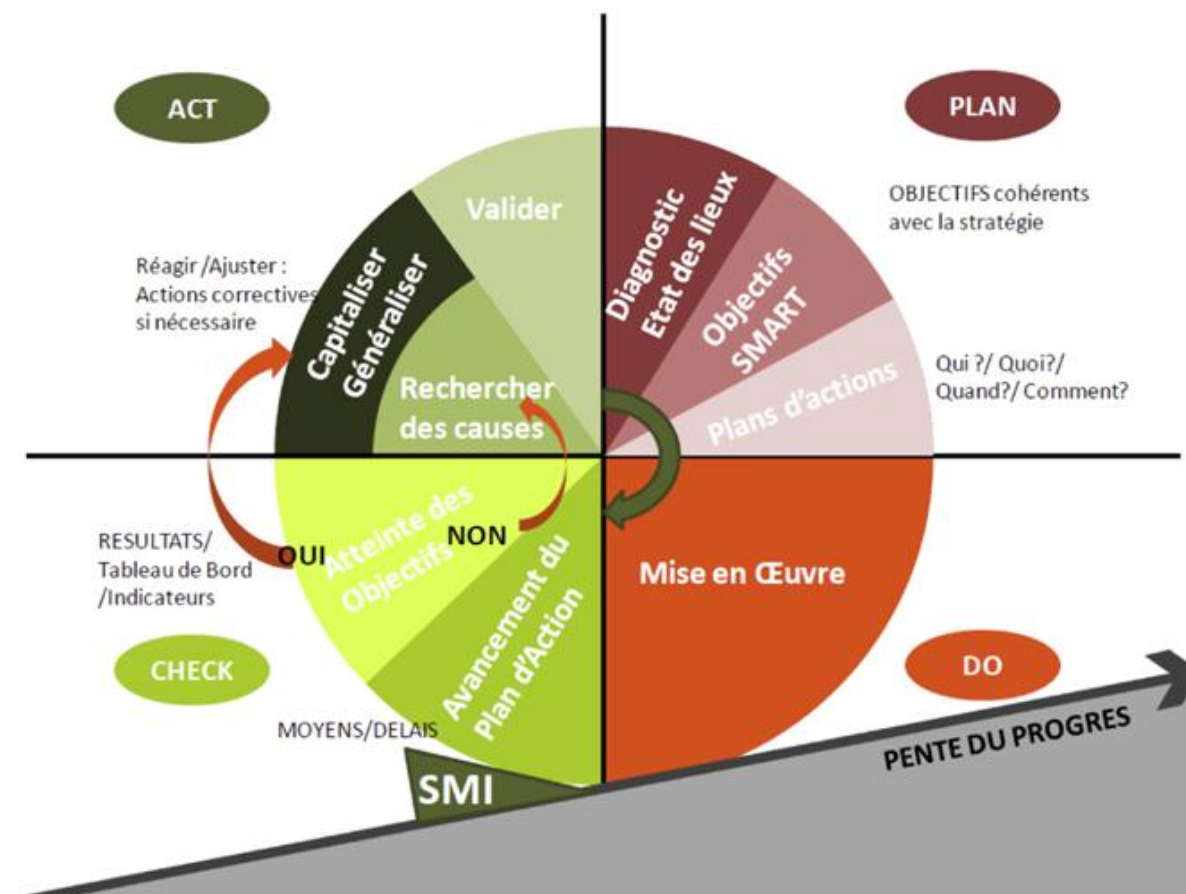


Figure 22 : Roue de Deming

- **Plan** : Préparer, planifier (ce que l'on va réaliser)
- **Do** : Développer, réaliser, mettre en œuvre (le plus souvent, on commence par une phase de test)
- **Check** : Contrôler, vérifier
- **Act** (ou Adjust) : Agir, ajuster, réagir

La roue de Deming est un moyen permettant de repérer avec simplicité les étapes à suivre pour améliorer la qualité dans une organisation. Pour que le système H.A.C.C.P. puisse être efficacement mis en œuvre. Il est essentiel de former le personnel de l'entreprise aux principes et aux applications d'un tel système. [21]

ANNEXE 4 : TRAÇABILITÉ

1. Définition

Au sens étymologique, la « traçabilité » est liée à la « trace » qui, au sens figuratif, est une « marque laissée par un événement ». Tracer peut aussi signifier « indiquer la voie à suivre » ou encore « marquer les contours ». Le mot « traçabilité », au sens de la possibilité d'identifier l'origine et de reconstituer le parcours (d'un produit), depuis sa production jusqu'à sa diffusion, est relativement récent¹. Née dans le milieu des années 80, la traçabilité répondait alors à un simple souci logistique : elle garantissait un contrôle des flux de marchandises au sein d'une chaîne de partenaires, permettant de sérieuses économies. [10]

Selon la définition de la norme ISO 8402 : 1994, la traçabilité est : « L'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un article ou d'une activité, ou d'articles ou d'activités semblables, au moyen d'une identification enregistrée ».

La norme ISO 9000 : 2000 définit la traçabilité comme étant « l'aptitude à retrouver l'historique, la mise en œuvre ou l'emplacement de ce qui est examiné ». [14]

Il s'agit donc d'une démarche qui consiste à donner la possibilité de retrouver la trace des différentes étapes et lieux de vie d'un produit, depuis sa création jusqu'à sa destruction. Autrement dit, la traçabilité permet d'identifier, pour un produit : [10]

- Toutes les étapes de sa fabrication,
- La provenance de ses composants et leurs fournisseurs,
- Les endroits où le produit et ses composantes ont été entreposés,
- Les contrôles et tests sur le produit et ses composantes,
- Les équipements utilisés dans sa fabrication ou sa manipulation,
- Les clients directs qui ont acheté le produit.

La traçabilité présente deux caractéristiques clés : [10]

- Elle est intentionnelle : des identifications enregistrées proviennent d'un dispositif organisé pour assurer la collecte et l'enregistrement systématique des identifications.

- Elle a plusieurs usages : suivre un historique, localiser des entités ou retrouver des opérations. Ces usages se combinent et déterminent l'organisation du dispositif d'identification.

Il reste que la traçabilité n'est qu'un support qui fournit des résultats et des informations. À elle seule, elle ne garantit pas la sécurité des produits, ne permet pas la prise de décision, ni l'évaluation des résultats obtenus.

2. Objectifs généraux et avantages

Un système de traçabilité répondra de fait à de nombreux objectifs : [10]

- Conformité réglementaire ;
- Meilleure efficacité des processus ;
- Communication avec les fournisseurs et les clients ;
- Avantages commerciaux ;
- Avantages financiers (ex. : réduction des intrants utilisés et des vols).

Dont les principaux objectifs visent à

- Garantir une information fiable et véritable, tant pour les pouvoirs publics lors des contrôles, que pour le consommateur lors de ses achats ;
- Assurer une intervention rapide et ciblée sur les produits susceptibles de présenter un risque (identification rapide des produits non conformes et retrait ciblé de ces produits).

La traçabilité poursuit des objectifs différents et complémentaires. Elle implique donc au moins deux notions : [10]

- La traçabilité sur la logistique du produit : être capable de localiser le produit dans l'espace et dans le temps.
- La traçabilité sur le contenu du produit : être capable de donner toutes les informations concernant la vie du produit (origine des semences ou des plants, opérations culturales, intrants utilisés en production, alimentation des animaux, soins vétérinaires, traitements phytosanitaires, opérations de transformation...), tracer (trace en anglais) pour connaître les utilisations ou la composition de la denrée (les substances utilisées pour la réaliser).

La traçabilité doit permettre aux acteurs opérant à tous les niveaux du processus et de la filière : [10]

- De suivre les flux : matières premières (aliments pour animaux, produits primaires, intrants utilisés), des denrées alimentaires, de leurs ingrédients et des emballages. Dans le contexte du secteur agroalimentaire, un système de traçabilité est un système permettant d'assurer la connaissance des fournisseurs et des lots de matières premières utilisées pour élaborer chaque lot de produit fini ;
- D'identifier la documentation nécessaire afin de pouvoir tracer chaque opération, de suivre chaque étape de la production, du transport, du conditionnement, de la transformation, du stockage, de l'expédition ;
- D'assurer la coordination adéquate entre les différents acteurs impliqués (petits producteurs, pisteurs, transporteurs, exportateurs...) ;
- D'obtenir que chaque intervenant ait au moins connaissance de ses fournisseurs directs et de ses clients directs, et davantage si possible

La traçabilité doit aussi permettre : [10]

- De pouvoir remonter la chaîne pour réagir le plus vite possible et le plus en amont possible, opérer les retraits, les rappels et/ou prendre les mesures défensives qui s'imposent. Plus la traçabilité est efficace et plus les entreprises ont une bonne visibilité des lots produits, et par conséquent plus l'impact d'un incident sera limité.
- De garantir l'authenticité d'un produit, et les caractéristiques qui découlent du mode de production inscrit sur l'étiquette (ex. : produits « bio », produits équitables, produits vendus sous un « label » particulier, produit d'une origine contrôlée ou garantie). La mise en place de la traçabilité alimentaire permet donc de valoriser des produits de niche (produits « terroir », produits garantis sans OGM, sans allergène...). Pour les industriels, les motivations seront donc aussi d'ordre commercial.

3. Directions de la traçabilité

La traçabilité peut se concevoir dans les deux sens :

- Traçabilité descendante (vers l'aval) : elle permet à tous les stades du cycle de vie du produit de retrouver la destination d'un lot ou d'une unité de produit. Du point de vue d'une filière, les données associées doivent permettre de descendre de l'amont jusqu'au produit fini [10]. Elle sert notamment en cas de rappel et de retrait de produit [15].
- Traçabilité ascendante (vers l'amont) : est la capacité, en tout point de la chaîne d'approvisionnement, à retrouver l'historique de sa production (origine du lot, conditionnement) et les caractéristiques d'un produit à partir d'un ou plusieurs critères donnés. Elle sert notamment à comprendre un résultat observé et à trouver la cause d'un problème qualité [15]. Du point de vue d'une filière, les données associées doivent permettre de remonter du produit jusqu'aux matières premières. [10]

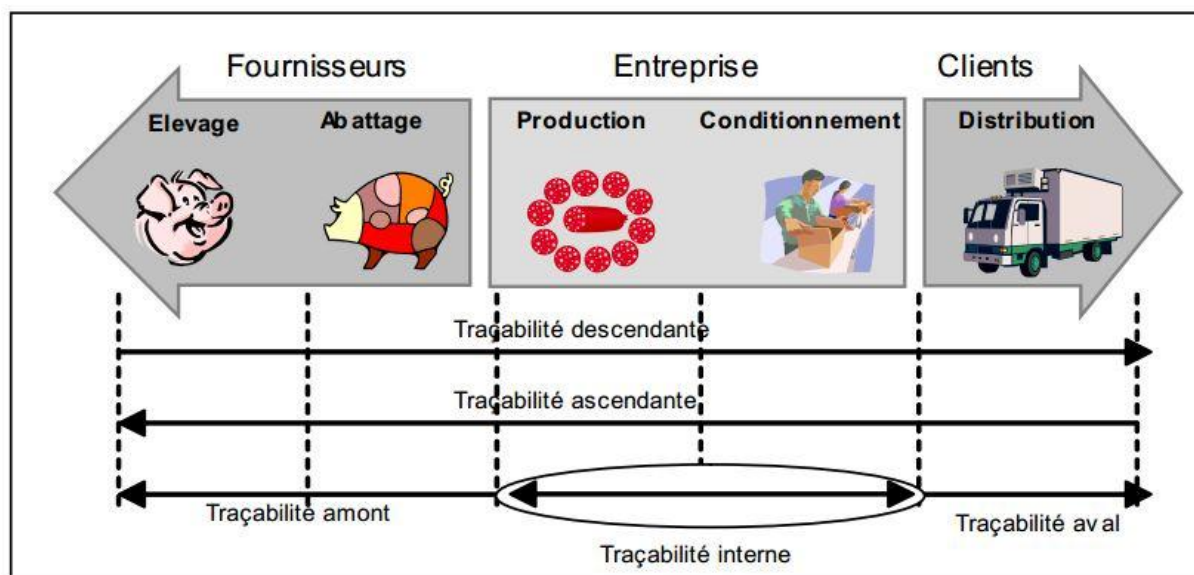


Figure 23 : Les différentes traçabilités (cas salaison) [14]

Nous pouvons distinguer la traçabilité amont et aval. La traçabilité aval est la capacité à tracer la localisation des produits sortants. La traçabilité amont est la capacité à tracer l'origine des produits entrants. La traçabilité de tous les produits transitant à l'intérieur de l'entité de référence est qualifiée d'interne. [14]

4. Finalités de la traçabilité

La traçabilité des activités représente « la capacité à assurer le suivi, si possible en temps réel, des activités (et des informations relatives à ces activités) et des flux d'information (associés aux flux physiques au sein de la chaîne logistique) reliant ces diverses activités. La traçabilité des activités doit permettre à l'entreprise de combiner les données ainsi recueillies de manière à reconstruire l'image de l'ensemble du processus concerné (au travers d'un réseau de flux et d'activités inter reliés) » [23].

Le principe général est le couplage des flux d'information aux flux physiques et aux activités relatives à un même processus¹³.

La traçabilité répond à deux finalités complémentaires : [10]

- **Sécurité** : assurer la conformité du produit par rapport à des règles ou des contraintes. Cela sert à parer des dérives ou des anomalies, à les comprendre, à lutter contre une utilisation non rationnelle des intrants, à lutter contre les vols, les détournements ou la contrefaçon, à surveiller des comportements ou des pratiques, suivre le respect de la chaîne du froid, etc. ;
- **Exécution** : contrôler le déroulement d'opérations ou d'enchaînements et la bonne fin de séquences industrielles, logistiques ou administratives.

¹³ Par processus, nous entendons : « Ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information (ou de matière porteuse d'information : le flux des produits dans l'usine est un flux de matière, mais cette matière est porteuse d'information) significatifs, et qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel important et bien défini. »

ANNEXE 5 : DIAGRAMME D'ISHIKAWA

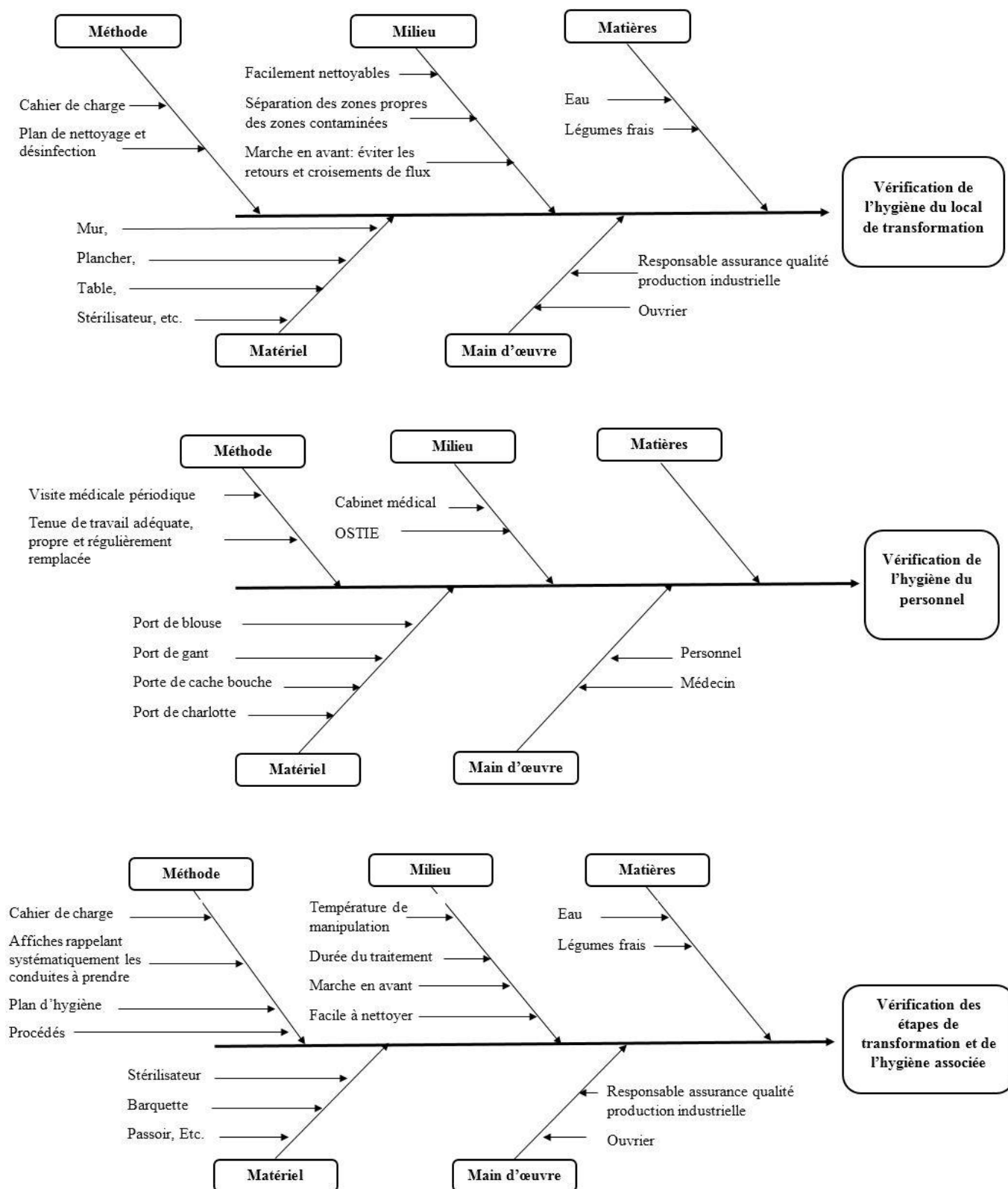


Figure 24 : Diagramme d'Ishikawa

ANNEXE 6 : LAVAGE DES MAINS

POURQUOI SE LAVER LES MAINS?

- ❖ Même en bonne santé, nous sommes tous porteurs de microbes sur la peau, dans le nez, la gorge ouïes intestins,...
- ❖ La meilleure façon de prévenir la contamination des produits est de se laver régulièrement et correctement les mains.

QUAND SE LAVER LES MAINS ?

- A la prise de poste
- Après être allé aux toilettes
- Après avoir éternué, s'être mouché
- Après avoir fumé
- Après avoir touché des matières contaminants (cartons,...)
- Régulièrement pendant le travail
- Dès que nécessaire

COMMENT SE LAVER LES MAINS ?

- Bien se mouiller les mains sous l'eau courante
- S'enduire les mains de savon liquide bactéricide en effectuant des mouvements de friction et de rotation pendant au minimum 20 secondes
- Se brosser le bout des ongles
- Bien rincer sous l'eau courante
- Sécher ses mains avec des essuie-mains à usage unique. En aucun cas, s'essuyer sur un torchon ou sur son tablier.
- A Jeter les essuie-mains dans une poubelle à commande non manuelle

ANNEXE 7 : CERCLE DE SINNER

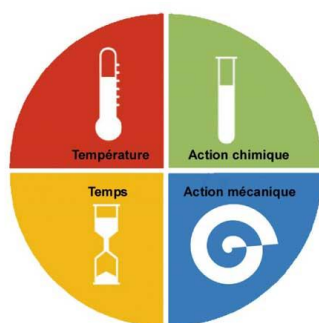


Figure 25 : Cercle de Sinner

Dans l'opération de nettoyage, le résultat final est influencé par 4 facteurs interdépendants (T.A.C.T. ou Température, Action, Chimie, Temps), regroupés dans le Cercle de Sinner. Si l'un des facteurs est diminué, on doit obligatoirement compenser cette perte en augmentant un ou plusieurs des autres facteurs. [41]

Action Température (T) :



L'action thermique s'illustre dans plusieurs cas de figure dans les activités de nettoyage.

La température de l'eau dans la dilution du produit : L'eau chaude favorise la détergence d'un produit, et les différents pouvoirs (pouvoir mouillant, séquestrant).

L'action thermique est apportée par le frottement d'un disque sur un support (méthode spray, décapage à sec).

Action mécanique (A) :



C'est l'action apportée par l'utilisation de matériel qui engendre un frottement et une pression.

À défaut de matériel, l'agent est considéré comme action mécanique par son action de frotter à l'aide d'un grattoir ou frottoir. Dans les opérations de nettoyage, l'action mécanique doit être modulée afin d'éviter les altérations du support, et limiter la fatigue trop importante des agents. (Répercussion sur les arrêts de travail ou l'efficacité du personnel.)

Action chimique (C) :



Représente l'action d'une solution détergente ou alcaline. Cette action est augmentée ou diminuée par la concentration de produit pur contenu dans la solution (mélange eau + produit). Il est important de respecter la dilution de produit dans les opérations de nettoyage. Le « sur - dosage » et le « sous - dosage » ont des incidences sur le résultat attendu.

Temps d'action (T) :



Pendant l'opération de nettoyage, le temps d'action est combiné à l'action chimique. C'est le fait de laisser agir le produit sur le support qui accroît son pouvoir nettoyant. Exemple : Lors d'un décapage au mouillé, le temps de pose de la solution décapante permet de décoller, dissoudre et ramollir les couches d'émulsion

Source : [12]

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	I
LISTE DES FIGURES	II
LISTE DES PARTIES EXPERIMENTALES	III
LISTE DES ANNEXES.....	III
LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS.....	IV
GLOSSAIRE.....	V
INTRODUCTION	1
PARTIE I : CONTEXTE GÉNÉRAL DE L'ÉTUDE	3
I. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	3
1. <i>Choix du thème</i>	3
2. <i>Problématique</i>	3
3. <i>Hypothèses</i>	4
4. <i>Objectifs</i>	4
II. GENERALITES SUR LA SOCIETE.....	4
1. <i>Historique</i>	4
2. <i>Situation juridique</i>	5
3. <i>Ressources humaines</i>	6
4. <i>Politique</i>	6
5. <i>Activités</i>	9
6. <i>Description des produits</i>	9
7. <i>Destination des produits</i>	9
8. <i>Référentiel et certification</i>	10
III. GENERALITES SUR L'HYGIENE	12
1. <i>Histoire</i>	12
2. <i>Définition</i>	13
3. <i>Objectif</i>	14

4.	<i>Classification.....</i>	14
5.	<i>Règle d'hygiène</i>	14
6.	<i>Danger lié à l'hygiène</i>	15
7.	<i>Principes généraux d'hygiène alimentaire</i>	16
8.	<i>Panorama de la réglementation</i>	19
PARTIE II : MATERIELS ET METHODES		23
I.	TECHNOLOGIE DE LA TRANSFORMATION	23
1.	<i>Matières premières (MP).....</i>	23
2.	<i>Matériels</i>	23
3.	<i>Emballage.....</i>	24
4.	<i>Processus de transformation.....</i>	25
II.	ÉTUDE DE LA SITUATION EXISTANTE.....	33
1.	<i>Revue documentaire.....</i>	33
2.	<i>Constatation sur terrain</i>	33
3.	<i>Méthode d'Ishikawa.....</i>	33
4.	<i>Vérification des bonnes pratiques d'hygiène</i>	33
5.	<i>Analyse microbiologique</i>	40
PARTIE III : RÉSULTATS, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....		50
I.	CONSTATATION DU SYSTEME ACTUEL.....	50
1.	<i>Matériel</i>	50
2.	<i>Méthode</i>	52
3.	<i>Milieu.....</i>	53
4.	<i>Main d'œuvre</i>	55
5.	<i>Matières premières</i>	56
II.	RECOMMANDATIONS	63
1.	<i>Appareil et matériel de mesure</i>	63
2.	<i>Ajout de machine.....</i>	63
3.	<i>Matériel de nettoyage durant la transformation.....</i>	64
4.	<i>Tenue réglementaire</i>	64
5.	<i>Technique nettoyage.....</i>	65
6.	<i>Agent de contrôle</i>	66

7. Conception du local	66
CONCLUSION	68
RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES	70
PARTIE EXPÉRIMENTALE 1 : DÉNOMBREMENT DE SPORE	75
PARTIE EXPÉRIMENTALE 2 : ANALYSES MICROBIOLOGIQUES	76
ANNEXE 1 : GÉNÉRALITÉS SUR LA FILIÈRE LÉGUME	83
ANNEXE 2 : PLAN DE MAÎTRISE SANITAIRE	95
ANNEXE 3 : GÉNÉRALITÉS SUR LE SYSTEME HACCP	96
ANNEXE 4 : TRAÇABILITÉ.....	105
ANNEXE 5 : DIAGRAMME D'ISHIKAWA.....	110
ANNEXE 6 : LAVAGE DES MAINS.....	111
ANNEXE 7 : CERCLE DE SINNER	112

Titre : « Optimisation des mesures d'hygiène de la transformation du légume *Phaseolus vulgaris* — Cas de la société Lecofruit »

Université d'Antananarivo
Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques (ESSA)

Mémoire de fin d'études

Diplôme d'Ingénieur Agronome, grade Master

Domaine : Science de l'Ingénieur – Science Agronomique et Environnementale

Mention : Industries Agricoles et Alimentaires

Parcours : Génie des Procédés et Technologie de Transformation



Auteur : RANDRIAMIHARISOA Sitraka S.
Promotion : KINGATSA (2010 – 2015)
Adresse : VG 11 Amparibe, Antananarivo
Mail : randriamiharisoa.sitrakas@gmail.com
Tel : +261 34 81 682 93

Date de réalisation : 26 janvier 2016
Tuteur : Dr. RANDRIATIANA Richard

Résumé :

Au sein d'une entreprise agroalimentaire, l'hygiène présente une grande importance pour l'obtention d'un produit fini de qualité. Le respect des critères d'hygiène, tout au long du processus de transformation, est indispensable pour assurer la salubrité et la propreté du produit fini. Quelques principes et règles d'hygiène doivent donc être appliqués. Afin d'optimiser les mesures d'hygiène, diverses analyses microbiologiques ont été effectuées sur les haricots verts et les matériels entrant en contact avec les haricots verts pour définir les points en déficit sur le volet hygiène. En plus, une observation des applications de l'hygiène par le personnel nous a montré des actions inadéquates. Les résultats obtenus montrent la recontamination par l'homme des haricots verts traités. Quelques problèmes au niveau des infrastructures et de matériels ainsi que le non-respect du flux du personnel par certains membres du personnel sont aussi observés. En général, l'étude a abouti à la conclusion que l'optimisation consisterait à l'usage de l'eau chaude pour le nettoyage, à la fourniture d'équipements de nettoyage utiles pour le bon fonctionnement du travail, à l'utilisation de vêtements de travail faciles à porter et au renforcement du suivi du personnel pour le respect de l'hygiène durant toute la transformation.

Mots clés : Optimisation, hygiène, transformation, haricots verts, qualité, Lecofruit.

Abstract :

In a food company, hygiene is of great importance for obtaining a quality finished product. Compliance with hygiene criteria along all the transformation process, is essential to ensure the safety and cleanliness of the finished product. Some principles and health regulations have to be applied. To optimize hygiene, various microbiological analysis were performed on green beans and materials coming into contact with the green beans to define the deficit points on the hygiene aspect. In addition, observation of hygiene applications by staff showed us inappropriate actions. The obtained results show some recontamination by men at the level of green beans. Some problems of infrastructure and equipment as well as the failure of the Staff stream with certain staff members are also observed. In general, the study concluded that the optimization consists in the use of hot water for cleaning, the supply of cleaning equipment useful for the functioning of labor, the use of easy to wear work clothes and strengthening the monitoring of staff for the respect of hygiene throughout processing.

Keys words : Optimization, hygiene, transformation, green beans, quality, Lecofruit.

Famintinana :

Eo amin'ny orinasa mpamokatra sakafo, ny fahadiovana dia manan-danja mba ahazoana vokatra tsara kalitao. Ilayna ny fanajana izany mandritra ny fanodinana mba ho vokatra madio sy tsy mitera-doza no ho azo. Noho izany dia misy ny lamina tokony harahina. Mba hanatsarana ny fahadiovana dia misy fitiliana mikraoba natao tamin'ny "haricots verts" sy tamin'ireo fitaovana ampiasaina. Teo ihany koa ny fijerena ny fomba fanao ny mpiasa ahafahana mahita ny tsy mety. Ny valim-pitiliana no nahafantarana fa nisy mikraoba avy amin'ny olona hita teo amin'ny "haricots verts". Misy olana kely ihany koa eo amin'ny lafiny foto-drafitrasa sy ny tsy fahampian'ny fitaovana ampiasaina ary koa eo amin'ny fanajana ny fidiovan'ny mpiasa. Amin'ny ankapobeny, ny fanatsarana dia mahakasika ny fampiasana rano mafana mandritra ny fanadiovana. Eo ihany koa ny fanomezana fitaovana sahaza hampandeha tsara ny asa sy fanatsarana ny akanjo entina miasa ary ny fanaraha maso eo amin'ny lafiny fanajan'ny mpiasa ny lamina momba ny fahadiovana.

Teny manan-danja: Fanatsarana, fahadiovana, fanodinana, "haricots verts", kalitao, Lecofruit.