

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou



Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en :
Sciences Alimentaires
Spécialité : Sécurité Agro-alimentaire et Assurance Qualité

Thème

*Contribution à la mise en place du système
HACCP au sein de l'entreprise TANGO.*

Réalisé par :

M^{elle} BELMEDANI Louiza

&

Mr AMROUCHE Karim

Membres de jury :

Président : Mr BENGANA Mohamed

Maître de conférences B à UMMTO

Promoteur : Mr AMROUCHE Tahar

Professeur à l'UMTTO

Examinatrice : Mme LAMMI-MEFIDEN
Sarah

Maître de conférences à l'UMTTO

Examinatrice : Mme Benmallem Remane
Yakout

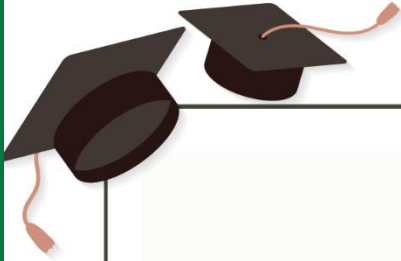
Maître assistante à l'UMTTO



Année Universitaire : 2021/2022



Remerciements



*Avant tout, on tient à remercier **Dieu** le tout puissant de nous avoir donné le courage et la force d'aller au bout de nos fins pour terminer notre travail.*

***On** tient à remercier et à exprimer nos profondes gratitudees à :*

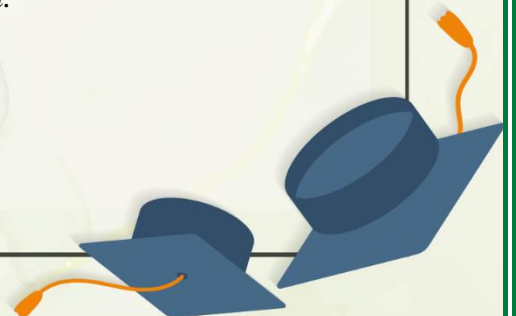
*Monsieur **AMROUCHE Tahar** professeur à l'UMMTO, d'avoir accepté la direction de ce mémoire, pour sa confiance, son aide, son soutien, ses orientations et ses recommandations.*

***Nous tenons** également à exprimer nos sincères remerciements aux membres du jury, en l'occurrence Monsieur **BENGANA Mohamed** maître de conférences (B) à l'UMMTO d'avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail, à Madame **LAMMI MEFIDEN Sarah** maître de conférences à l'UMMTO d'avoir accepté d'examiner notre travail et à Madame **BENMALLEM REMANE Yakout** maître assistante à l'UMMTO qui a eu l'amabilité d'évaluer notre travail.*

*Qu'il nous soit permis d'adresser nos plus vifs remerciements et le témoignage de notre parfaite reconnaissance à Monsieur **NOEL Nicolas** ainsi que Monsieur **ABDELLAOUI El Hadi** de nous avoir donné l'opportunité d'effectuer notre stage au sein de la brasserie Sarl **TANGO Part Of HEINEKEN**.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Madame **LADJ Sonia** manager de qualité à la brasserie Sarl **TANGO Part Of HEINEKEN Company** pour la précieuse collaboration, l'hospitalité et la confiance dont elle a fait preuve tout au long de notre stage, ainsi qu'à toute l'équipe de l'entreprise, pour tout ce qu'ils nous ont apporté comme matériels, savoirs, conseils, orientations, remarques, ainsi que leur disponibilité durant la réalisation de ce travail.*

Nos remerciements vont aussi à tous les enseignants et aux responsables de la faculté des sciences Biologiques et des sciences Agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.



Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère ROZA

Affable, honorable, aimable : tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorde santé, longue vie et bonheur.

Mon père Mohand-Arezki :

Griche, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, L'estime, le dévouement et le respect que j'ai pour toi, l'épaule solide, l'oreille attentive, mon héros. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que t'as consenti pour mon éducation et ma formation.

Mon frère Boussad :

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je te porte, mon bras droit, mon confident. Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Ma sœur Lynda :

Nana inou, en témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour toi. Je te remercie pour ton hospitalité sans égal et ton affection si sincère. Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

A mon adorable neveu AXEL, mon bébé que je n'ai pas mis au monde.

*A la **mémoire** de mes grands-mères Mazouza et Fatma, mes grands-pères Boussad et Mohand, ainsi qu'à mon très cher ami Karim Ziane Chaouche.*

Paix à vos âmes

A mes amis :

*Ma sœur de cœur Lamia ALIBEY, mon ami Madjid qui est au Canada, Fadwa ma copine de chambre, Sans oublier mes très chers **camarades** de la section **M2 SAAQ**.*

***A toutes les personnes qui ont contribué** de près ou de loin à la réalisation de ce travail et je cite ; Mr SI TAYEB,*

Mr Louni, Vava Ahmed, Khali Lyes, Salim, Koceila, Sarah, Lounes, Lounis, Yasmine, Samy ainsi que Mr Idres.

***A mon ami et camarade de binôme Kaghim, avec qui j'ai réalisé ce travail.** Je vous remercie d'être toujours présents à mes côtés*

Wiwiz

Dédicace

Je dédie ce mémoire à :

Ma mère Souad :

Aucun hommage ne pourrait être à sa hauteur, pour tout l'amour qu'elle ne cesse de me donner, pour son soutien tout au long de ces années. Merci pour tous ces sacrifices. C'est à toi que je dois cette réussite, j'en serais très fière de te l'offrir.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorde santé, longue vie et bonheur.

Mon père Rabah :

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation, le long de ces années.

Que Dieu te procure la bonne santé et une longue vie.

Mes deux frères Youva et Aïmane :

Les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour vous. Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Mon adorable petite sœur Marwa :

Ma petite minouchette, le plus beau cadeau que maman et papa ne m'aient jamais fait, c'était toi.

Je te dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.

Ma petite amie Ryma :

Tu as une place spéciale dans mon cœur. Merci d'être venue dans ma vie et de l'avoir rendue spéciale. Merci beaucoup d'avoir été là pour moi chaque fois que j'avais besoin de toi.

Je te dédie ce travail en te souhaitant d'atteindre tous tes objectifs.

A toute ma famille paternelle & ma famille maternelle

A mes amis :

Mon frère Younes, Faycal, Anis, Amine, Chrif, Liliane, Sonia, Ramzi, Mourad, Rahim, Nihal, Nardjes, Lila, Dina, Halim. Sans oublier mes très chers camarades de la section M2 SAAQ.

A toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail et je cite :
Vava Hmed, Khali Lyes, Salim, Lounis, Lounas, Yasmine, Samy ainsi que Mr Idres, Dania, Lamia.

A ma camarade de binôme Wiwiz, avec qui j'ai réalisé ce travail.

Je Vous remercie d'être toujours présents à mes côtés.

Karim

Glossaire	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction.....	1

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : La bière : description et technologie de fabrication

I. Généralités.....	4
1 Historique	4
2 Définition de la bière	4
3 Composition de la bière	5
3.1 Composition chimique	5
3.2 Composition nutritionnelle	5
3.3 Composition minérale	6
4 Les différents types de bière	6
4.1 Classification selon la couleur de la bière	6
4.2 Classification selon la fermentation	7
4.3 Classification selon les styles de bières	8
5 Avantages et inconvénients de la bière	9
6 La consommation de bière en Algérie	11
II. Technologie de fabrication de la bière	12
1 Matières premières	12
1.1 L'eau	12
1.2 Le malt (orge)	13
1.2.1 Les différents types de Malt	14
1.3 Le houblon	16
1.4 La levure	17
1.4.1 Les différents types de levures	19
2 Etapes de fabrication de la bière	19
2.1 Le maltage	21
2.1.1 Le nettoyage de l'orge	21
2.1.2 Le trempage	21
2.1.3 La germination	21
2.1.4 Le touraillage	22
2.1.5 Le dégermage	22

2.2	Le brassage	23
2.2.1	Nettoyage du malt	23
2.2.2	Concassage du malt	23
2.2.3	Empâtage	24
2.3	La filtration du mout	25
2.4	Cuisson du mout	25
2.5	Le refroidissement du mout	26
2.6	Préparation de la levure	26
2.7	La fermentation	26
2.7.1	La fermentation haute	26
2.7.2	La fermentation basse	27
2.8	Récupération de la levure	27
2.8.1	Période de garde	28
2.9	Filtration de la bière	28
2.10	Conditionnement (embouteillage)	28
2.10.1	Lavage des bouteilles	28
2.10.2	Embouteillage	29
2.10.3	Pasteurisation	29
1	Conception de la qualité	31
1.1	Définition de la qualité	31
1.2	Les composantes de la qualité	32
1.3	Maitrise de la qualité	32
1.4	Outils de la qualité	33
1.4.1	Les outils qualité de base ou traditionnels	33
1.4.2	Les outils qualité complémentaires	33
1.4.3	Les trois outils essentiels pour l'élaboration du système HACCP	34
1.4.3.1	Diagramme d'Ishikawa ou diagramme des causes à effet (les 5M)	34
1.4.3.2	L'arbre de décision	35
1.4.3.3	Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités (AMDEC)	
	37	
1.5	Assurance qualité	39
1.6	Management de la qualité totale	40
1.7	Management qualité ISO 9001	41
1.8	Normalisation	41
1.9	La norme ISO 22000	42
1.10	La norme FSSC 22000	42

1.11	Certification	43
1.12	Autocontrôle	43

Chapitre IV : Système HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point.

1	Historique	45
2	Définition du système HACCP	46
3	Objectifs du système HACCP	46
4	Etude critique du système	47
4.1	Avantages du système HACCP	47
4.2	Inconvénients du système HACCP	47
5	Programmes préalables au système HACCP	48
5.1	Préalables appliqués à l'industrie agroalimentaire	48
6	Principes du système HACCP	49
7	Etapas du système HACCP	50
7.1	Phase préparatoire du système HACCP	51
7.2	Phase d'application des 7 principes du système HACCP	53
8	Relation entre HACCP et ISO 22000 et FSSC 22000	57

Partie II : Etude pratique**Chapitre I : Première phase : préparation du système HACCP**

1	Présentation de l'entreprise	60
2	Les programmes prérequis PRP	61
3	Application du système HACCP	83
3.1	Les étapes du système HACCP	83
3.1.1	Phase préparatoire du système HACCP	83

Chapitre II : Deuxième phase : démarche HACCP

1	Phase d'application des 07 principes de l'HACCP	95
	Résultats et Discussion	141
	Conclusion.....	144

Références bibliographiques

- **Action corrective** : Action visant à éliminer la cause d'une non-conformité ou d'une autre situation indésirable détectée.
- **Action préventive** : Action visant à éliminer la cause d'une non-conformité potentielle ou d'une autre situation potentielle indésirable.
- **Audit HACCP** : Examen systématique et indépendant en vue de déterminer si les activités et les résultats du HACCP sont conformes aux dispositions prévues, et si ces dispositions sont effectivement mises en œuvre et sont adaptées à la réalisation des objectifs.
- **CCP-Points Critiques de Maitrise** : Etape à laquelle une (des) mesure(s) de maitrise peut être exercée pour prévenir ou éliminer un danger menaçant la sécurité des aliments ou le ramener à un niveau acceptable.
- **Codex Alimentarius** : C'est une organisation internationale, créée en 1963 par la FAO (Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture) et l'OMS (Organisation mondiale de la santé) , chargée d'élaborer des normes alimentaires, des définitions et des critères applicables aux aliments, de contribuer à leur harmonisation et donc, notamment, de faciliter les échanges internationaux. Elle joue un rôle prépondérant dans la normalisation alimentaire mondiale.
- **Compétence** : Aptitude à mettre en pratique des connaissances et des savoir-faire pour obtenir les résultats escomptés.
- **Conformité** : Satisfaction d'une exigence.
- **Contamination** : Introduction ou présence d'un contaminant dans un aliment ou dans un environnement alimentaire.
- **Correction** : Action visant à éliminer une non-conformité détectée
- **Criticité** : Importance relative des conséquences d'une défaillance d'un produit sur la sécurité, la production, les coûts ainsi que l'image de marque.
- **Danger** : Tout facteur biologique (micro-organisme, toxine...), chimique (conservateur, additifs, ...) ou physique (corps étranger, insecte, cheveux, ...) pouvant entraîner un risque inacceptable pour la santé et la sécurité du consommateur ou la qualité du produit
- **Equipe HACCP** : Groupes de personnes, responsables du développement d'un plan HACCP.
- **Exigence** : Besoin ou attente formulé, généralement implicite ou obligatoire.
- **First in First out (FIFO)** : Premier entré, premier sorti : méthode de rotation du stock basée sur le principe que le produit reçu le plus tôt est expédié en premier.
- **Gravité** : Mesure l'ampleur du danger ou l'importance de ses conséquences possibles.
- **HACCP** : Système qui identifie, évalue et maîtrise les dangers significatifs au regard de la sécurité des aliments.
- **Hygiène** : « Les mesures et conditions nécessaires pour maîtriser les dangers et garantir le caractère propre à la consommation humaine d'une denrée alimentaire compte tenu de l'utilisation prévue ». L'hygiène des aliments a deux composantes (sécurité et salubrité des aliments).
- **Limite critique** : Critère qui distingue l'acceptabilité de la non acceptabilité.
- **Maitrise de qualité** : Ensemble des actions préétablies et systématiques nécessaires pour qu'un produit ou un service satisfasse les exigences de qualité.

- **Management de la qualité** : « Ensemble des activités de la fonction générale de management qui détermine la politique qualité, les objectifs et les responsabilités et les mettant en œuvre par des moyens tels que la planification, la maîtrise, l'assurance et l'amélioration de la qualité dans le cadre du système qualité.
- **Manuel HACCP** : Document énonçant les objectifs, la méthode, les pratiques moyens et la séquence des activités liées à l'apparition des risques et à la maîtrise des points critiques.
- **Marche en avant** : Le principe de la marche en avant consiste à éviter les intervenants sales en se déplaçant des zones à risque vers les zones les plus sensibles.
- **Mesure de maîtrise** : Toute action ou activité pouvant être utilisée pour prévenir ou éliminer un danger ou le réduire à un niveau acceptable.
- **Mesures correctives** : Mesures à prendre lorsque les résultats de la surveillance exercée au niveau du CCP indiquent une perte de maîtrise.
- **Mesures préventives** : Ensemble des techniques, des méthodes, des actions qui devraient permettre d'éliminer le danger ou de réduire le risque à un niveau acceptable.
Nettoyage : Enlèvement des souillures, des résidus d'aliments, de la saleté, de la graisse, ou de toute autre matière indésirable.
- **Niveau acceptable d'un danger pour la salubrité des aliments** : Niveau auquel le produit fini ne causera aucun préjudice au consommateur lorsqu'il est préparé et/ou consommé selon l'usage auquel il est destiné.
- **Non-conformité** : Non-satisfaction d'une exigence
- **Risque** : La probabilité d'un préjudice. Le degré de risque repose à la fois sur la probabilité et la gravité du résultat (type de préjudice, nombre de personnes touchées, etc.). Le « risque » renvoie à l'exposition au danger, c'est-à-dire à la consommation de la denrée contaminée (quantité et fréquence de consommation).
- **Plan HACCP** : Document écrit conçu pour la maîtrise des dangers associés à des procédés et/ou à des produits en particulier à l'intérieur d'un établissement.
- **Procédure** : Manière spécifiée d'effectuer une activité ou un processus.
Processus : Ensemble d'activités corrélées ou en interaction qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie
- **Produit fini** : Produit ne faisant l'objet d'aucun(e) traitement ou transformation ultérieur(e) par l'organisme.
- **Rappel de produit** : Récupération d'un produit du marché, des commerces et des entrepôts, des centres de distribution et/ou des dépôts des clients en raison de sa non-conformité aux normes spécifiées.
- **Surveiller** : Action de mener une séquence planifiée d'observations ou de mesures de paramètres de contrôle pour évaluer si un CCP est sous contrôle.
- **Salubrité des aliments** : Concept selon lequel l'aliment ne causera aucun préjudice au consommateur lorsqu'il est préparé et/ou consommé selon l'usage auquel il est destiné.
Sécurité sanitaire des aliments : assurance que les aliments n'auront pas d'effets néfastes sur la santé du consommateur lorsqu'ils sont préparés et/ou mangés selon l'usage auquel il est destiné.
- **Sécurité alimentaire** : Lorsque tous les humains à tout moment, ont la possibilité physique, sociale et économique de se procurer une nourriture suffisante saine et nutritive pour satisfaire leurs besoins.

- **Validation** : Obtention de preuves qu'une mesure de contrôle, si elle est mise en œuvre de façon appropriée, sera capable de maîtriser le danger en fonction d'un résultat précis.
- **Vérification** : Utilisation par un établissement de méthodes, de procédures, de tests et d'autres types d'évaluation, en plus de la surveillance, pour s'assurer qu'il se conforme à son système HACCP et que celui-ci est efficace.

- **2R** : Rêve, Régularité.
- **4S** : Saveur, Santé, Sécurité, Service.
- **5M** : Matières, Matériel, Main d'œuvre, Milieu, Méthodes.
- **5S** : supprimer, situer, scintiller standardiser, suivre.
- **ACIA** : Agence canadienne d'inspection des aliments.
- **Aw** : Activité de l'eau.
- **AFAQ** : Assurance Française pour la qualité.
- **AFNOR** : Association Française de Normalisation.
- **AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs effets et de leur Criticité.
- **APAB** : Association des producteurs algériens de boissons.
- **ARMPC** : Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise.
- **ATNC** : Apparent Total Nitroso Compounds.
- **BBP** : Bursting Bottle Procedure.
- **BPD** : Bonnes Pratiques de Distribution.
- **BPF** : Bonne pratiques de fabrication.
- **BPH** : Bonne pratiques d'hygiène.
- **BPL** : Bonne pratiques de laboratoire.
- **BPP** : Bonnes Pratiques de Production.
- **BPS** : Bonnes Pratiques de stockage.
- **BPT** : Bonnes Pratiques de transport.
- **BPV** : Bonnes Pratiques de Vente.
- **BVQI** : Bureau Veritas international.
- **CAC** : Codex Alimentarius Commission.
- **CCP** : Critical Control Point.
- **CE** : Le règlement européen.
- **CIP** : Cleaning in place.
- **DLC** : Date Limite De Consommation.
- **EBI** : Inspection bouteilles et emballage.
- **EPI** : Equipement de Protection Individuelle.
- **EU** : Union européen.
- **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **FDA** : Food and Drug Administration.
- **FIFO** : First In First Out.
- **FMEA** : Failure Mode and Effects Analysis en version anglaise, ou FMECA en ajoutant Criticality au sigle initial, en version anglaise.
- **FSSC** : Food Safety System Certification.
- **GMS** : Grande et moyenne surface.
- **GPA** : Gestion Partagée des Approvisionnements.
- **GFSI** : Global Food Safety Initiative.
- **HACCP** : Hazard Analysis Critical Control Points.
- **HDL** : High Density Lipoprotein (Lipoprotéines à Haute Densité).

Liste des abréviations

- **IC** : Indice de Criticité.
- **IHP** : Injection à haute pression.
- **ISO** : Organisation Internationale De Normalisation.
- **KG** : KIESELGUHR.
- **KISS**: Keep It Simple and Stupid.
- **LDL** : Low Density Lipoprotein (Lipoprotéines à Faible Densité).
- **MRC** : Matériaux de Références Certifiés.
- **NASA** : National Aeronautics and Space Administration.
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.
- **PASA** : Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments.
- **PDCA**: Plan, DO, Chek, Act. (Planifier, faire, vérifier et action)
- **PRP** : Programmes Prérequis Préalables (Operational Prerequisite Programmes).
- **PRPo** : Programmes Prérequis Opérationnels.
- **QQOQCCP** : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ?
- **RTbf** : Réservoir tampon bière filtrée.
- **RTbnf** : Réservoir tampon de bière non filtrée.
- **SGS** : société générale de surveillance.
- **SMQ** : Système management de qualité.
- **SMSDA** : système de management de la sécurité des denrées alimentaires.
- **T.Q.M** : Management de qualité totale.
- **USDA**: United States Department Agriculture.

Figure 1 : Vue d'ensemble de la structure d'un grain d'orge (malt).....	14
Figure 2 : Houblon	17
Figure 3 : Cytologie d'une cellule de levure	18
Figure 4 : Procédé de fabrication de la bière.....	20
Figure 5 : Les transformations chimiques du grain d'orge (Après le maltage).....	25
Figure 6 : Qualité = Satisfaction de besoins.....	31
Figure 7 : Déroulement d'une étape de résolution de problème	34
Figure 8 : Diagramme d'Ishikawa / diagramme des causes à effet.....	35
Figure 9 : Roue de Deming	39
Figure 10 : Management de la qualité totale (TQM).....	41
Figure 11 : Signification du mot HACCP	46
Figure 12 : Les différentes étapes du système HACCP	51
Figure 13 : Logo de l'entreprise « TANGO » Part Of The HEINEKEN Company.....	60
Figure 14 : Programmes prérequis	61
Figure 15 : Diagramme de fabrication de la bière Heineken « Bouteille », fait par l'entreprise TANGO.....	92
Figure 16 : Arbre de décision permettant de déterminer les points critiques pour la maîtrise	133

Liste des tableaux

Tableau 1 : Constituants chimiques de la bière.....	5
Tableau 2 : Nutriments de la bière	5
Tableau 3 : Les minéraux de la bière	6
Tableau 4 : Les différentes sortes de malt.....	14
Tableau 5 : Questions génériques de l'AMDEC.....	38
Tableau 6 : Evaluation des dangers (Indice de criticité « C »)	54
Tableau 7 : L'infrastructure du bâtiment	62
Tableau 8 : Hygiène du personnel.....	66
Tableau 9 : Contrôle des nuisibles	68
Tableau 10 : Nettoyage et désinfection	70
Tableau 11 : Emballage.....	72
Tableau 12 : Les matières premières, produit fini.....	73
Tableau 13 : Matériel, appareillage et équipement	75
Tableau 14 : Eau	79
Tableau 15 : Stockage, le transport, distribution et la vente	80
Tableau 16 : : Gestion des déchets	81
Tableau 17 : Etape 1 ; Constituer l'équipe HACCP	84
Tableau 18 : Valeurs nutritionnelles de la bière HAINOKEN pour 100 ml.	86
Tableau 19 : Fiche technique comportant les données relatives à la bière HEINEKEN.	86
Tableau 20 : Conditions d'utilisation du produit	88
Tableau 21 : Vérification et validation du diagramme de fabrication.....	93
Tableau 22 : Méthode du système de cotation	95
Tableau 23 : Etape 07 (Principe 02) ; Identification des dangers dans chaque étape du procédé de fabrication par la méthode des 5M dans la Brasserie.	96
Tableau 24 : Identification des dangers dans chaque étape du procédé de fabrication par la méthode du système de cotation des risques.....	97
Tableau 25 : Analyse de dangers Traitement de l'eau + Station CO2	125
Tableau 26 : Détermination des CCP et PRPo.....	134
Tableau 27 : Récapitulatif des CCP identifiés au niveau de la chaîne de production de la bière Heineken.....	135
Tableau 28 : Fixation des seuils critiques, le système de surveillance ainsi que le plan d'action corrective pour chaque CCP.....	135
Tableau 29 : Programme d'enregistrement.....	139

Introduction

« La qualité », un mot qui prend tout son sens lorsqu'une crise de confiance majeure s'abat sur le secteur alimentaire, et met en question la sécurité et la santé du consommateur.

En effet, durant le processus de fabrication d'un aliment ou une boisson, les consommateurs sont exposés à divers dangers biologiques, chimiques ou physiques non négligeables. Pour faire face à ces dangers et fournir des produits sûrs répondant aux normes, la commission du Codex Alimentarius soumet la consommation des denrées alimentaires à des règles d'hygiène et de salubrité, conformément aux dispositions de la loi.

A cet effet, les industries agroalimentaires cherchent à rassurer et regagner la confiance des consommateurs. Les efforts visant à améliorer la qualité et la sécurité des aliments, peuvent être réalisés par une mise en œuvre intégrée cohérente des principes de base des bonnes pratiques d'hygiène (BPH), des bonnes pratiques de fabrication (BPF), et en adoptant ainsi une nouvelle démarche, par introduction des systèmes d'analyse des risques et points critiques pour leur maîtrise ou Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP) (Yunus, 2016).

Selon le codex Alimentarius, le système HACCP repose sur des bases scientifiques et cohérentes, il définit des dangers spécifiques et indique les mesures à prendre en vue de les maîtriser et de garantir la salubrité de l'aliment. Ce système constitue un outil permettant d'évaluer les dangers et de mettre en place des systèmes de maîtrise axés davantage sur la prévention que sur l'analyse du produit fini. Tout système HACCP doit être capable d'évoluer et de tenir compte des progrès accomplis, par exemple dans la conception du matériel, les méthodes de transformation ou les innovations technologiques.

En Algérie, selon la législation alimentaire en vigueur, les entreprises agroalimentaires, quels que soient leurs statuts, leurs tailles et leurs spécialisations, sont, désormais, soumises à diverses obligations afin d'assurer la salubrité des denrées alimentaires avant leur mise sur le marché. Ces nombreuses obligations sont dictées et précisées, d'abord par la loi n° 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes, ensuite par l'arrêté interministériel du 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires et enfin par le décret exécutif n° 17-140 du 11 avril 2017 fixant les conditions d'hygiène et de salubrité lors du processus de mise à la consommation des denrées alimentaires. L'Arrêté interministériel du 1 décembre 2020 fixe les conditions et les modalités de mise en œuvre du système d'analyse des dangers et des points critiques pour leur maîtrise (HACCP).

La bière étant parmi les boissons les plus consommées, continue son ascension à travers le monde, emmenée par les marchés émergents pour atteindre un nouveau record, exposée ainsi durant sa fabrication à divers facteurs, qui influencent négativement sa qualité et sa salubrité.

La mise en place du système HACCP devient alors plus qu'indispensable au niveau des brasseries afin de prévenir les risques liés à sa qualité sanitaire.

Dans ce contexte, à travers une étude bibliographique ainsi qu'un stage réalisé au sein de la brasserie SARL « TANGO » Part Of HEINEKEN Company de Rouïba, le présent travail consiste à suivre la démarche de mise en place du système HACCP au sein de la chaîne de fabrication de la bière.

PARTIE I :
Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : La bière.

I. Généralités

1 Historique :

Apparue avant l'antiquité, la bière est un breuvage universel et probablement le plus ancien jamais fabriqué par l'homme et considérée comme la boisson alcoolisée la plus vendue au monde.

L'histoire de la bière est généralement liée à ses ingrédients ainsi que les avancées technologiques qui font de cette boisson le breuvage universel que l'on connaît aujourd'hui, qui a été l'objet de différentes croyances qui se déroulaient tout au long de son histoire. Les premières cultures de céréales, notamment de l'orge et de l'épeautre (une céréale proche du blé), ont été attestées en 8000 avant JC. En Mésopotamie, berceau de la bière. A cette époque tous les ingrédients étant disponibles. Les premières traces concrètes estimées de son invention/découverte remontent à 4000 ans avant J-C.

Depuis sa découverte, la bière est considérée comme un produit instable et fragile, la fermentation reste ainsi un phénomène mystérieux et divin. Si la bière d'aujourd'hui possède les caractéristiques spécifiques que nous lui connaissons, c'est grâce aux travaux et au recherche de Louis Pasteur (chercheur français), après son étude sur le vin en 1866, vint en aide aux brasseurs français, ce qui leur a permis de concurrencer leurs voisins européens. Il apporta ainsi avec son étude l'explication du principe de la chimie de la fermentation alcoolique et met à jour l'existence de micro-organismes dans la levure, et proposa des réflexions sur l'hygiène et la stérilisation (ou pasteurisation), afin de produire une boisson plus saine et plus claire. Par la suite, la pasteurisation s'imposa et rend la bière quasi inaltérable et conservable sur plusieurs mois.

L'évolution technologique a joué un rôle très important dans la production de la bière d'aujourd'hui, car la fabrication est devenue totalement automatisée. Les recherches scientifiques de leur part ont permis d'obtenir un produit qui répond totalement aux attentes des clients avec une très bonne qualité.

2 Définition de la bière :

La bière est une boisson naturelle alcoolisée, sans matière grasse, obtenue par une infusion d'orge germée aromatisée avec du houblon et mise en fermentation avec de la levure. L'orge germée prend le nom de malt. Quelques fois pour satisfaire les préférences des consommateurs ou pour des raisons d'économie, on remplace une partie du malt par d'autres céréales comme le riz ou bien le maïs, la banane et le manioc ...

Selon le **Décret n°2016-1531 du 15 novembre 2016 - art. 2 de la loi française** ; le malt de céréales représente au moins 50% du poids des matières amylacées ou sucrées mises en œuvre. L'extrait sec représente au moins 2% du poids du moût primitif.

Des épices naturelles ou des herbes aromatiques peuvent être joints à la bière pour lui conférer les caractéristiques aromatiques souhaitée, tel que le houblon qui est une plante vivace grimpante à tige volubile, qui représente l'ingrédient clé de l'amertume de la bière et qui est réputée pour ses vertus antiseptiques conservatrices.

3 Composition de la bière :

La bière a une valeur nutritive plus élevée comparée à d'autres boissons alcoolisées, et cela est dû à la présence d'un certain nombre de minéraux essentiels et nutriments ; le magnésium, potassium, le calcium, le phosphore et une petite quantité du sodium (BAMFORTH, 2002 ; TAFULO *et al*, 2010).

En plus de ses apports nutritifs, la bière apporte aussi une petite contribution à l'alimentation étant composée de certaines vitamines du groupe B (B₁, B₂, PP, B₁₂) qui proviennent du malt et des levures, également des minéraux, des polyphénols et fibres. La composition réelle des différentes bières varie considérablement en fonction des matières premières utilisées et de la manière dont elles sont fabriquées.

3.1 Composition chimique :

La composition chimique détaillée de la bière pour un litre à 5% d'alcool par volume est rapportée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Constituants chimiques de la bière (Anonyme, 2021).

Composants	Valeurs
Valeur énergétique	450 Kcal
Eau	91 %
Alcool	5 %
Résidus d'hydrates de carbone	4 %
Substances protéiques	6 g
Anhydride carbonique	5 g
Acide citrique	110 mg
Polyphénols	100 mg
Alcools supérieurs	100 mg
Acides aminés essentiels	80 mg
Esters	25 mg
Acide pyruvique	80 mg
Vitamine B3 ou PP (niacine)	7700 µg
Vitamine B5 (acide pantothénique)	1500 µg
Vitamine B6 (pyridoxine)	600 µg
Vitamine B2 (riboflavine)	300 µg
Vitamine B9 (acide folique)	300 µg
Vitamine B1 (thiamine)	25 µg
Vitamine H (biotine)	10 µg

3.2 Composition nutritionnelle :

Les différentes quantités de nutriments présents dans 100 g de bière sont indiquées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Nutriments de la bière (Ciquel, 2020).

Nutriments	Valeurs
Protéines	0,37 g
Glucides	1,64 g
Sucres	1,64 g

3.3 Composition minérale :

La composition minérale de 100G de matière est illustrée dans le Tableau 3. :

Tableau 3 : Les minéraux de la bière (Ciquel, 2020).

Minéraux	Valeurs
Sodium	4,44 mg
Magnésium	7,37 mg
Phosphore	13,50 mg
Potassium	36,50 mg
Calcium	< 9 mg
Manganèse	0,01 mg
Fer	< 0,02 mg
Cuivre	< 0,14 mg
Zinc	< 0,03 mg
Sélénium	< 0,005 µg
Iode	< 1,20 µg

4 Les différents types de bière :

Il existe différents critères de classification de bière ; La couleur, le mode de fermentation et le style.

4.1 Classification selon la couleur de la bière :

La couleur a été depuis longtemps le critère de classification le plus courant pour les consommateurs. La couleur de la bière vient principalement du malt, plus ou moins grillé selon la recette utilisée et la couleur souhaitée.

Selon la durée et la température du touraillage du malt, on peut obtenir des bières de différentes couleurs. Le touraillage correspond à l'étape finale de la malterie : après la germination de l'orge, le malt vert est séché à l'air chaud. L'humidité du grain passera de 45% à 5% en 24 heures à 48 heures. La température et la durée de séchage du malt déterminent la couleur finale de la bière (Fekl et al, 2021).

➤ **Les bières blanches** : Caractérisées par un léger trouble, presque dépourvues de matières colorantes, les bières blanches sont faites à partir des malts pâles et des malts de froment.

➤ **Les bières blondes** : D'une couleur tirant sur le blond très clair, délicates, légères et spécifiées par une amertume très fine, les bières blondes sont brassées avec des malts d'orge pâles. Cette bière est plus appréciée pour ses qualités désaltérantes que pour ses caractéristiques aromatiques ou gustatives, elle est considérée comme la bière de soif par excellence.

Souvent ce sont les bières des grandes marques, servies en demi-pression et proposées dans les rayons de la grande distribution.

➤ **Les blondes spéciales :** Différentes des précédentes, ces bières sont caractérisées, par un blond plus soutenu, et sont globalement plus riches et plus intenses et affichent un degré supérieur à 5,5% d'alcool. Pour conférer à ces bières un caractère plus marqué, les brasseurs jouent sur les différentes variétés de houblon ajoutées.

➤ **Les bières brunes :** Contrairement aux autres, ces bières sont caractérisées par une couleur brune acajou à noir profond, ces bières sont brassées avec des malts bruns, appelés malts « chocolat » fortement torréfiés qui leur confèrent un fort potentiel aromatique et des couleurs allant du marron au noir, ces dernières se caractérisent par une mousse riche et crémeuse. Légèrement acidulées et généralement amères, des notes de café, de la chicorée et du pain d'épices constituent leur gamme aromatique dominante.

➤ **Les ambrées :** D'une couleur or ambré à cuivré, ces bières sont fabriquées à partir de malts plus torréfiés que pour les bières blondes, et génèrent des senteurs (fragrances) expressives de fruits secs, réglisse, ou encore de tabac. En bouche, elles ne perdent rien en fraîcheur, mais se révèlent plus savoureuses que les blondes et sont souvent caractérisées d'un gout un peu fumé et salé.

4.2 Classification selon la fermentation : Selon (Fekl et al, 2021).

a. **La fermentation basse :** Cette fermentation utilise des souches de levures qui travaillent à basse température inférieure à 10°C pour produire un type de bières appelées Pils qui correspondent à 80 ou 90 % de la production mondiale. Quand les nutriments sont épuisés en fin de fermentation, la levure se dépose en bas de la cuve et on la récupère par raclage.

b. **La fermentation haute :** Résultante de l'usage de levures semblables à celles utilisées en boulangerie et exercée depuis la nuit des temps, cette fermentation exige une température ambiante qui avoisine les 20°C. Elle produira des ales ou des stouts.

c. **La fermentation spontanée :** La terre, l'eau et l'air constituent le milieu essentiel pour la présence et le développement des micro-organismes. Les levures sont généralement véhiculées par l'air et certaines souches se développent plus particulièrement à la saison des fruits. Dans une région proche de Bruxelles, précisément dans la vallée de la Senne et le Pajottenland, un moût de bière a été laissé à refroidir à l'air libre, des microorganismes bienveillants ontensemencé ce milieu nutritif. Ils donneront ainsi des produits de caractère, de grande qualité, les lambics, gueuzes et autres faros.

d. **La refermentation en bouteille :** Ce type de bière est fabriqué au niveau artisanal, les moyens n'offrent pas la possibilité de bien filtrer et pasteuriser la bière. Ainsi la bière contient de la levure qui induira la fermentation des sucres résiduels en bouteille et de se déposer au cours de son stockage. Il est essentiellement préférable de laisser ces bouteilles debout et de verser la bière avec délicatesse.

e. **La fermentation mixte :** Elle rassemble en générale deux types de fermentation ; une fermentation basse et une fermentation haute sur une même bière.

4.3 Classification selon les styles de bières :

De nos jours, une grande diversité de bière est produite, ce qui fait que chaque bière est caractérisée par un style unique qui définit la recette, l'origine historique ou géographique ainsi que les ingrédients particuliers, qui la rendent gouteuse et originale (Fekl et al, 2021).

On peut citer par exemple les styles suivants :

a. Bière de garde : ce style originaire du Nord de la France signifie que la bière a été « gardée », autrefois en fûts, aujourd'hui en cuves avant d'être embouteillée, ce qui permet d'améliorer ses arômes et son goût. Ces bières de garde peuvent être conservées et consommées par la suite après plusieurs mois, voire des années après la mise en bouteille.

b. Bière d'abbaye : généralement blonde ou ambrée, sa recette est fondée sur une production historique de bière dans une abbaye. La bière d'abbaye est riche en malt, caractérisée par une rondeur en bouche et un goût peu amer.

c. Lager : c'est la bière blonde classique, elle représente 90% de la production mondiale. Faite à partir d'une fermentation basse, elle engendre le plus souvent des arômes floraux et une amertume légère. Sa déclinaison la plus connue est la Pils aux sapidités (saveurs) fines de malt et de houblon.

d. Pale Ale : signifie en anglais « bière pâle ». Blonde également, elle est faite à partir d'une fermentation haute, et brassée à base de malts spéciaux, d'où ses saveurs de biscuit.

e. India Pale Ale : dans son utilisation actuelle, cette ale se caractérise et se distingue par une forte amertume et des arômes intenses d'agrumes. Elle a été redécouverte par les brasseurs artisanaux américains dans les années 80, la recette première a été mise au point par les Britanniques au XIX^{ème} siècle pour faciliter le transport de ces bières par bateau jusqu'aux Indes, et cela par une augmentation de la quantité de houblon dans leur brassage afin d'améliorer la conservation de la bière jusqu'à destination.

f. Triple : Produite par une fermentation haute, avec des levures particulières qui lui confèrent des sapidités de fruits murs et des notes épicées de clou de girofle, ce qui la rend plus aromatique et ronde en bouche.

g. Stout : cette bière de tradition anglaise se distingue des autres bières brunes par un goût de grillé persistant, et cela grâce à l'usage des malts très torrifiés au goût de café.

h. Saison : originaire des fermes brassicoles du nord de Belgique et de France. Fruitée et fraîche, elle est brassée avec une levure spéciale et des houblons belges ou anglais qui lui confèrent des sapidités herbacées.

i. Sour : Cette bière de tradition Belge, qui par l'action des lactobacilles dont la maîtrise relève d'un vrai savoir-faire, est considérée comme une bière acide. Le moût généralement laissé à l'air libre estensemencé par les microorganismes présents dans l'air et se prête ensuite à différentes recettes : rajout de fruits, vieillissement en tonneaux.

j. Vieille en fût : ces bières se prêtent à des vieillissements en fûts de chêne ayant contenu des liqueurs ou des vins, pendant une durée qui varie de 3 à 18 mois, la bière s'approprie alors

les arômes du bois mais aussi ceux laissées par les boissons vieilles auparavant. Grâce à la richesse de leurs saveurs, ces bières de dégustation sont prisées par la restauration.

5 Avantages et inconvénients de la bière :

Natalie MAJCHER (une diététicienne – nutritionniste), a affirmé dans son étude en 2017 que trop nombreux sont les personnes qui croient que la bière est malsaine et fait grossir. Mais en effet, la bière est sans gras, dépourvue de cholestérol et faible en hydrates de carbone. 5 g de glucides sont contenus dans un verre de 341 ml de bière à 5% d'alcool.

La bière est fabriquée à partir de la fermentation d'une infusion d'orge germée (malt) qui lui confère tout un tas de minéraux, dont du phosphore, potassium, et du magnésium ou encore du chrome, qui sont impliqués dans le métabolisme des glucides, et le sélénium qui a un effet d'antioxydant.

Quant aux levures ajoutées, elles apportent et enrichi la bière en vitamines B, plus particulièrement en vitamine B9.

La bière, tout comme le vin, aurait des vertus ignorées pour le système vasculaire, cœur, les reins ou encore les os...

Parmi les avantages et inconvénients de la bière on retrouve :

- **Assure le bon fonctionnement des reins :**

Une étude Finlandaise a démontré que la bière avait plus d'avantages rénaux que les autres boissons alcoolisées. En effet, les hommes qui consommaient une canette de bière par jour réduisaient le risque de développer des calculs rénaux de 40%. Réellement, le houblon trouvé dans la bière nous aide à prévenir la formation de calculs tandis que sa forte teneur en eau contribuerait à maintenir le travail des reins.

- **Améliore la digestion :**

La bière, et en particulier les bières sombres, contiennent jusqu'à un gramme de fibres solubles dans chaque verre de 30 cl qui ont un rôle important dans le transit intestinal. Cependant une carence en fibres peut conduire à des troubles gastriques et intestinaux tel que constipation ou diarrhée.

- **Diminue le mauvais cholestérol :**

De nombreuses études ont démontré qu'une consommation modérée d'alcool de 20 à 30 g par jour, qui provient de la bière, pouvait être bonne pour la santé, en effet les fibres contenues dans la bière jouent un rôle très important dans la réduction du niveau du mauvais cholestérol LDL et dans l'augmentation du HDL (le bon cholestérol), celui qui nous aide à prévenir l'obstruction des artères.

- **Augmente le niveau de vitamines B :**

Une étude néerlandaise a prouvé que la bière est riche en vitamines du groupe B. D'ailleurs les scientifiques ont constaté que les buveurs de bière avaient des niveaux de vitamine B6 de 30% plus importante que les non-buveurs, et leurs analyses ont démontré une forte teneur de vitamines B12 qui possède des propriétés antianémiques présentes dans très peu d'aliments.

- **Diminue l'ostéoporose et améliore la densité osseuse :**

Une étude publiée dans le Journal of the Science of Food and Agriculture affirme que de boire de la bière modérément peut prévenir l'ostéoporose. Les chercheurs ont aussi découvert que la bière est riche en silicium alimentaire, qui est importante dans le développement et la croissance osseuse.

- **La bière réduit les risques d'infarctus et autres maladies cardio-vasculaires :**

En effet, plus de 100 études ont montré que la consommation modérée de bière diminue de 40 à 60% le risque des maladies cardiovasculaires.

Une étude médicale a été menée sur la consommation de bière de deux groupes de personnes, l'un ayant subi une crise cardiaque et l'autre choisi au hasard dans la population tchèque. Les Tchèques étant connus pour être de grands consommateurs de bière. Les résultats ont montré que dans les deux groupes, le risque de faire un infarctus, le plus faible apparaissait chez ceux qui consommaient entre 4 et 9 litres de bière par semaine. Ce risque était trois fois plus réduit que celui des hommes ne buvant jamais de bière.

Une autre étude ayant portée sur des patients ayant subi un pontage a démontré que ceux qui buvaient une bière par jour étaient moins exposés aux caillots causants des crises cardiaques et accidents vasculaires cérébraux.

Cette recherche a indiqué que la consommation d'une bière par jour, modifie la structure du fibrinogène (une protéine responsable de la coagulation du sang).

- **Diminue les risques d'Alzheimer :**

D'après des études, les consommateurs de bière auraient moins de risques de souffrir de la maladie d'Alzheimer ou autres démences de la même lignée que les non-buveurs de bière.

- **Un excellent remède contre le rhume :**

Boire de la bière chaude est un très bon remède contre les rhumes ! En effet, l'orge chauffée améliore la circulation sanguine et la respiration, elle aide également contre les douleurs articulaires et renforce votre système immunitaire.

- **Réduit l'insomnie :**

La bière contient de l'acide *nicotinique* et de la *lactoflavine*, qui sont connus pour leur effet de favorisation de l'endormissement.

- **Lutte contre le stress :**

Une étude réalisée par Wannabeer sur ses collaborateurs a établi que deux verres de bière par jour réduisent le stress ou les angoisses liés au travail.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la clé pour bénéficier des avantages de la bière, c'est la modération. La consommation excessive d'alcool peut engendrer de grands problèmes de santé, une consommation trop importante pourrait ainsi :

- Favoriser les risques de survenue de nombreux cancers, tels que les cancers des voies digestives (bouche, œsophage, estomac, côlon ...) et le cancer du sein.

- Augmenter la survenue de maladies cardiovasculaires.
- Être une des principales causes de maladies hépatiques chroniques tel que la cirrhose.
- Être associée à l'apparition de troubles psychiques et psychologiques (anxiété, dépression...) qui pourraient induire des suicides.

6 La consommation de bière en Algérie :

En moyenne, l'algérien consomme environ 4,3 litres de bière par an et 1,4 litre de vin. Une consommation stable puisqu'en 2005 les algériens consommaient 4,4 litres de bière par personne.

La consommation d'alcool a continué de progresser en Algérie. Selon des chiffres obtenus par TSA Arabi auprès du président de l'Association des producteurs algériens de boissons (APAB), les algériens ont consommé 270 millions de litres de boissons alcoolisées, durant l'année 2017 (**Hamani, 2017**).

Rapporté à la population totale, cela représente une consommation annuelle moyenne de 6.75 litres par algérien. Mais selon l'organisation mondiale de la santé (OMS), seuls 3.2% des algériens consomment de l'alcool.

Une étude internationale initiée par **Vinepair**, un célèbre site américain dédié uniquement au vin et à la bière, ou l'équipe de ce site a réalisé une carte du monde des marques de bières favorites des consommateurs dans pas moins de 100 pays à travers le monde, a démontré que la bière « Tango » est la préférée des Algériens. Pour rappel, cette bière est fabriquée au niveau de la brasserie SARL TANGO basée à Rouïba. Une brasserie qui appartenait au groupe Mehri jusqu'à 2008, propriété du milliardaire algérien éponyme. En effet par la suite, la brasserie TANGO a été vendue au géant mondial Heineken pour la bagatelle de 135 millions d'euros en 2008.

II. Technologie de fabrication de la bière

1 Matières premières :

La bière étant un produit de l'Antiquité, ses composants sont issus de la production humaine et sont relativement faciles à se procurer. La bière est faite à partir d'eau, de céréales, de houblon et de levures. En variant ces quatre composés majeurs on peut obtenir autant de bières différentes. Toutefois la véritable qualité d'une bière dépend du savoir-faire du maître brasseur (**Lacroix, 2000**).

1.1 L'eau :

Quantitativement c'est la matière première principale ; non seulement de la bière mais également pour toute sorte d'autres activités (Trempage, nettoyage, rinçage...), 6 à 10 L sont utilisés par litre de bière fabriquée, ce qui fait 90% de la composition globale de la bière.

Qualitativement l'eau est très importante, vu la présence de sels qui influencent durant le brassage la dégradation des sucres et des protéines et aussi la croissance et le développement de la levure.

L'eau de production doit être pure, sans bactéries. Elle est essentielle car elle permet aux autres ingrédients de libérer leurs saveurs. Elle doit, avant tout, répondre aux normes fixées par l'Organisation Mondiale de la Santé (l'OMS).

Sa composition très variable, nous permet de trouver une grande diversité d'ions en différentes proportions. La densité de certains de ces ions peut influencer plus ou moins considérablement sur le déroulement de certaines étapes de la fabrication de la bière.

Avant son utilisation, on peut la purifier et l'adoucir par différentes techniques afin de garantir la qualité du produit par :

- Une neutralisation par des acides.
- Par l'ajout de sulfate ou de chlorure (SO_4^{2-} , Cl^-).
- Une décarbonatation par addition de chaux, décantation, filtration ou précipitation des carbonates par chauffage.

L'eau est composée de principalement par 6 sels minéraux qui sont : le sodium, le bicarbonate, le chlorure, le magnésium, le calcium et le sulfate. Ces derniers influencent sur le processus de fabrication ainsi que sur la douceur et la dureté en bouche de la bière. Le calcium (Ca^{2+}) contribue à rendre l'eau alcaline, il favorise l'acidification du moût lors du brassage ce qui est important pour l'activité enzymatique, il permet aussi de protéger les alpha-amylases de la chaleur, c'est un nutriment important pour les levures et il favorise la précipitation des protéines lors de l'ébullition. Le magnésium (Mg^{2+}) est un nutriment essentiel aux levures, il permet la fermentation des sucres. Le sodium (Na^+) a pour but de développer la douceur du malt et d'apporter mollesse et rondeur à la bière. Le sulfate (SO_4^{2-}) met en avant une amertume sèche pour la bière.

Une composition d'eau constante est nécessaire pour garantir la régularité du brassage et donc de la bière.

1.2 Le malt (orge) :

Le malt d'orge est une céréale appartenant à la famille des graminées (*Poaceae*) qui pousse sous divers climats, en hiver comme au printemps. Sa culture est aussi ancienne que celle du blé. Il existe d'assez nombreuses variétés que l'on classe selon le nombre de rangs que possède l'épi.

L'orge est la céréale la plus utilisée dans la fabrication de la bière. Les céréales contiennent 70 à 80% d'amidon et une petite quantité de sucres simples, c'est cette source d'énergie qui est à la base du corps de la bière et qui permet d'obtenir un produit nutritif et alcoolisé. L'orge est réputée pour favoriser une bonne digestion et pour son apport en fibres, vitamines B, sélénium, phosphore, fer, zinc, cuivre et magnésium. Elle contient huit acides aminés essentiels et a une action favorable sur le taux de sucre dans le sang, le cholestérol et la flore intestinale.

Il présente l'avantage sur les autres céréales d'avoir un grain vêtu : même après le battage, les pellicules pailleuses ou glumelles y restent adhérentes ; cette enveloppe pailleuse jouera un précieux rôle protecteur contre les détériorations mécaniques que le grain risquerait de subir au cours des retournages auxquels il faut procéder durant la germination et qui auraient pour conséquence un arrêt de cette germination, accompagnée d'une moisissure plus ou moins prononcée. Elle félicitera aussi la filtration du mout durant le brassage en allégeant la couche filtrante. (**Vène, 1967**).

Le malt est une céréale qui a subi un processus de maltage. A ce titre n'importe quelle céréale peut théoriquement être du malt. Or, dans le domaine brassicole la céréale la plus utilisée c'est l'orge. C'est pourquoi, lorsque l'on utilise le mot malt sans préciser de quelle céréale on parle, il s'agit très souvent d'orge malté (**Biernard, 2020**).

Le malt, c'est lui qui apporte le sucre dans la bière. D'ailleurs, d'après la désignation officielle de la bière en France, il est obligatoire de disposer d'un minimum de 50% de malt de céréales pour qu'une bière puisse s'appeler bière. Il est envisageable d'utiliser jusqu'à 49% d'autres apports en sucre qui peuvent être : du miel, du riz, du maïs, du jus de fruit, du sirop... etc. Au-delà de ce cap, ce n'est plus une bière.

La structure du grain de malt est illustrée dans la figure 1.

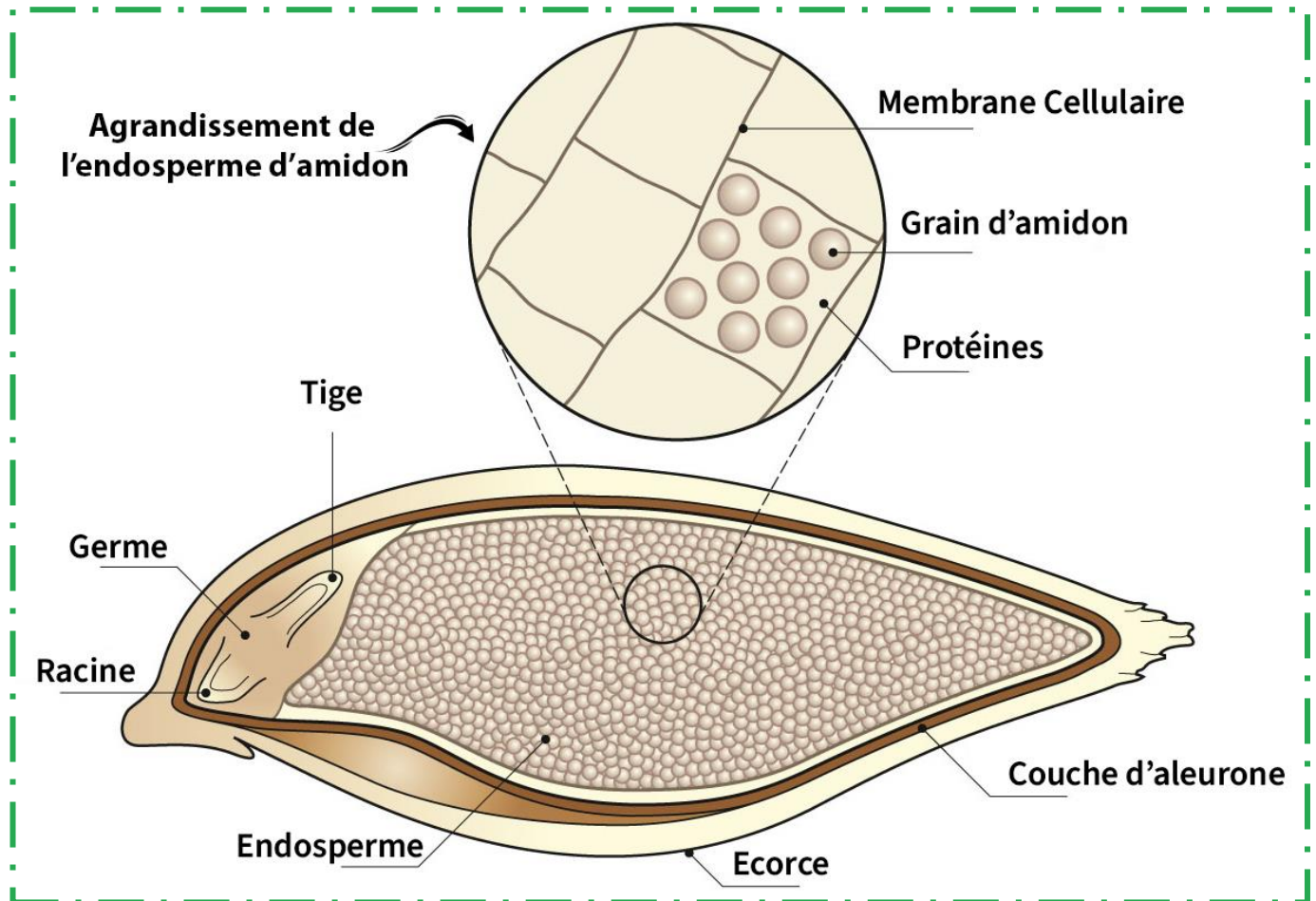


Figure 1 : Vue d'ensemble de la structure d'un grain d'orge (malt) (Ferrari et al, 2022).

1.2.1 Les différents types de Malt :

Il existe plusieurs types de malts, que l'on classe en fonction de la durée du séchage des grains. Le malt de céréale (orge, avoine, blé, seigle), partiellement germé et grillé donne non seulement l'alcool, le corps mais aussi une grande partie du parfum et la couleur de la bière.

Les différentes sortes de maltes qu'on peut retrouver sont citées dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les différentes sortes de malt (Micetcraft, 2021)

Malt	Description
Lager Malt	Lager Malt peut être utilisé pour brasser à la fois des ales et de la bière blonde. La bière blonde pâle est le style de bière le plus courant, et son nom vient de ce fait. Le malt lager est le type de malt le plus couramment utilisé pour le brassage de la bière, car il est toujours le plus facile à acheter. De plus, le Lager Malt est utilisé dans presque tous les types de bière.
Pale Ale Malt	Comparé au Lager Malt, ce type de malt a une température de séchage plus élevée dans le four de séchage et produit une saveur de malt légèrement torréfié, ce qui convient très bien au brassage de la bière Pale Ales.
Malt De Blé	L'histoire du blé utilisé pour brasser la bière est presque aussi ancienne que l'orge, et le blé a la même capacité de brassage que l'orge. Selon le style de bière, 5 à 70 % du malt utilisé pour le brassage peut être du malt de blé. Le blé n'a pas d'enveloppe et a moins

	de tanins que l'orge. Les grains sont généralement plus petits que l'orge mais contiennent plus de protéines, ce qui contribue à la persistance de la mousse de la bière. En raison de sa teneur élevée en protéines, il est beaucoup plus visqueux que l'orge. Si le « Protein Rest » n'est pas effectué pendant la période de brassage, il peut provoquer une infiltration difficile.
Malt de seigle	Le seigle germé n'est pas courant, mais il est facilement disponible car il est actuellement populaire. Dans le tableau des formules céréalières pour la vinification, 5 à 10 % de seigle peuvent être utilisés pour obtenir la saveur du seigle. Il est encore plus visqueux que le blé lors du brassage, il doit donc être traité en conséquence.
Malt Pilsner	Le malt le plus pâle de tous, largement utilisé dans de nombreux styles. La température de séchage commence à 35 °C et monte progressivement jusqu'à 70-85 °C avec des arrêts variables. Il a le goût délicat des céréales et du miel d'acacia.
Malt pâle	Les températures de séchage sont plus élevées que le malt Pilsner, et donnent des notes de croûte de pain et, dans certains cas, des nuances biscuitées (comme c'est le cas pour le célèbre Maris Otter anglais).
Malts Cuits (Doivent Être Écrasés)	Les malts cuits sont généralement obtenus en augmentant directement la température de cuisson lors de la production de malt de base. En outre, le malt de base transformé peut être cuit sur une cuisinière pendant un certain temps. Vous pouvez également traiter ces malts à la maison.
Biscuit Malt	Ce malt entièrement torréfié et légèrement torréfié donne à la bière l'arôme des biscuits et des panneaux. L'utilisation de ce malt représente généralement 10 % de l'ensemble du tableau des formules de grains. Cela peut donner à la bière un aspect ambré foncé.
Malt Victoire (Kilned)	Ce malt Kilned a le goût du Biscuit Malt, mais il rend la bière plus noisette. Le malt Victoria peut apporter une orange à la bière et accentuer la couleur de la bière.
Malt de Munich	Ce type de malt est ambré et donne à la bière la saveur du blé et a une capacité de brassage suffisante. Mais, il est généralement écrasé avec le malt de base. Ce malt est utilisé dans la bière Oktoberfest et de nombreux autres types de bière, y compris la bière Pale Ales.
Malt de Vienne	Comparé au malt de Munich, ce malt a une couleur plus claire et un goût plus sucré. C'est un composant important de la bière Bock. Il conserve une capacité enzymatique suffisante pour se transformer, mais il est généralement utilisé pour le brassage avec du malt basique.
Malt Dextrine	Il s'agit du célèbre Carapils américain, ce type de malt doit être utilisé de manière conservatrice. Cela foncera un peu la couleur de la bière, renforcera le goût et sentira l'épaisseur de la bière. L'utilisation habituelle de 5 gallons de bière est de 1/2 livre. S'il est trempé dans du malt de dextrine, beaucoup d'amidon qui ne peut pas être converti se formera et l'amidon deviendra trouble.
Malts Au Caramel (Trepés, Broyés Et Écrasés)	Les malts au caramel (malt cristallin) sont fabriqués par un processus spécial de chauffage et de cuisson pour cristalliser les sucres. Ces sucres sont des molécules à longue chaîne qui ont été caramélisées et ne peuvent pas être converties en monosaccharides par les enzymes lors du brassage. Il en résulte une saveur de malt plus épaisse et une douceur de caramel dans la bière, ce qui rend le goût de la bière plus épais. Ces malts sont utilisés dans presque toutes les bières ales et les bières blondes à haute teneur. Habituellement, 5 gallons de bière sont ajoutés à 1/2 livre de différents types de malt cristallin, ce qui représente 5 à 25 % de la formule totale de malt.
Caramel 1 (10 L)	Ce malt apporte une légère douceur mielleuse à la bière, et peut en partie augmenter l'épaisseur du vin fini.
Caramel 2 (40 L)	Ce malt approfondit la couleur de la bière et ajoute une légère douceur caramélisée. Cela le rend tout à fait approprié pour le brassage de la bière Ales de couleur claire et de la bière Lager de couleur ambrée.

Caramel 3 (60 L)	C'est le malt caramel le plus couramment utilisé, et il est également appelé cristal moyen. Elle convient parfaitement au brassage de la bière Pale Ales, de la bière Bitter à l'anglaise, de la Porter stout et de la Stout. Il donne à la bière une riche saveur de caramel et un caractère épais.
Caramel 4 (80 L)	Ce malt peut être utilisé pour brasser de la bière rouge foncé et donner à la bière une saveur de caramel légèrement sucrée et amère.
Caramel 6 (120 L)	Ce malt approfondit la couleur de la bière et ajoute une saveur de caramel aigre-doux. Une petite quantité peut être utilisée pour augmenter la complexité de la bière, ou une grande quantité peut être ajoutée à la vieille bière blonde, à la bière au vin d'orge et au doppelbock.
Spécial B	Ce malt belge unique a la douceur des noix grillées. Dans les bières brunes, les porter et les doppelbocks, la bonne quantité (1/4-1/2 livre) est excellente. L'utilisation de plus de 1/2 livre dans un lot de 5 gallons de bière blonde donnera à la bière une saveur de prune.
Malts Grillés (Peuvent Être Trempés Ou Écrasés Et Écrasés)	Ce malt fortement torréfié peut donner au porter et à la stout un goût de café ou de brûlé. Évidemment, ces malts doivent être utilisés avec modération. Certains brasseurs recommandent d'ajouter ce malt vers la fin du processus de brassage. Ils pensent que cela peut réduire le goût astringent du malt. De plus, l'utilisation d'eau douce ou d'eau à faible teneur en bicarbonate semble produire un goût plus doux. Généralement, ce type de malt est utilisé en faible quantité, et lorsque la pulvérisation est plus fine, une plus petite quantité peut être utilisée pour obtenir une meilleure couleur.
Chocolat Malt	Une petite quantité de ce malt est utilisée dans la bière brune British Ales et est largement utilisée dans le porter et le stout. Cela donnera à la bière un goût de chocolat aigre-doux et des caractéristiques de torréfaction agréables, et lui donnera un aspect rouge foncé et noir.
Malt noir verni	C'est le malt noir le plus foncé et doit être utilisé avec prudence. La quantité ajoutée à chaque 5 gallons de bière est généralement inférieure à 1/2 livre. Si elle est utilisée en quantités excessives, la bière sentira le coca, ce qui la rend très inconfortable au goût. L'utilisation de ce malt peut être utilisée pour colorer la bière ou pour limiter la douceur d'autres types de bière qui utilisent beaucoup de malt caramel. Ceci peut être réalisé en utilisant 1 ou 2 onces de ce malt.
Orge rôtie	Ce n'est pas du vrai malt, mais de l'orge normale fortement torréfiée. Il a un goût de café sec et distinct et est la saveur caractéristique de la Stout, et sa saveur de charbon de bois « astringente » est moindre.

1.3 Le houblon :

Le houblon « *Humulus Lupulus* » nom latin « *humus* » qui veut dire « terre » et « *lupus* » qui signifie « petit loup » car elle pousse à l'état sauvage dans la campagne, appartient à la famille des *Cannabaceae* (*Urtivées*) se développant sous forme de lianes, c'est une plante grimpante de taille haute (peut atteindre jusqu'à dix mètres). C'est une plante dioïque ce qui veut dire que les fleurs mâles et femelles poussent sur des plantes différentes. Ce que l'on désigne en brasserie sous le nom de houblon (Figure 2), ce sont uniquement les fleurs femelles ; celles-ci sont disposées en cônes et chacun de ces cônes est formé de folioles disposées autour d'un axe central (Vène, 1967).

Les éléments essentiels des cônes matures sont les trichomes glandulaires, appelées glandes lupulines, qui contiennent le lupulin, qui se traduit par une poudre jaunâtre et résineuse (Hampton et al. 2002 ; Li and Deinzer, 2006). Cette substance contient des acides amers (*l'humulone* et la *lupulone*), des huiles essentielles et des flavonoïdes utilisés principalement dans l'industrie brassicole, ce qui donne sa saveur amère au houblon et éventuellement à la bière, ainsi que dans les recherches biomédicales en vue de des propriétés médicinales du

houblon et ses vertus antiseptiques ; elle favorise l'apaisement, la digestion et le sommeil (Kavalier et al. 2011). Ces composés contribuent à la conservation de la bière.

Le houblon peut se conserver sous des formes diverses :

- Houblon en cônes : Houblon compressé en balles ; parfois moulu avant usage.
- Pellets de houblon : Houblon moulu et compressé, conservé dans des sacs fermés sous une atmosphère de gaz inerte.
- Extraits de houblon : Contiennent seulement des matières amères extraites.

250 à 300 composés chimiques de la bière proviennent des huiles essentielles du houblon. Il développe ainsi de très nombreux arômes en fonction de ses différentes variétés et procédés de fabrication. Il existe différentes variétés de houblon selon le pays d'origine, le sol, le climat etc. En général on parle de :

- Houblons riches : Très amères.
- Houblons aromatiques : Aromes agréables, amertume plus faible.



Figure 2 : Houblon (Belmedani et Amrouche, 2022).

1.4 La levure :

La levure de bière est l'appellation courante d'un champignon unicellulaire microscopique naturellement présent dans l'air. Il s'agit principalement du *Saccharomyces cerevisiae* ou du *Candida*. Ces micro-organismes, de forme variable selon l'espèce (sphérique, ovoïde, en bouteille, triangulaire ou apiculée, c'est-à-dire renflée à chaque bout comme un citron) mais généralement ovales, d'environ 6 à 10 microns et jusqu'à 50 microns (se multiplient par bourgeonnement ou par fission, scissiparité). Ils sont souvent capables d'accomplir une sporulation soit dans un but de dormance en milieu défavorable, soit dans un but de dispersion (Larpent and Larpent-Gourgaud 1997).

Ce champignon microscopique provoque la fermentation des matières organiques animales ou végétales, et possède la propriété de provoquer - en atmosphère anaérobie (c'est-à-

dire en l'absence d'oxygène) – la fermentation alcoolique de certains sucres, notamment le saccharose, le lactose et le maltose.

Elle se distingue de la levure du boulanger par le procédé de déshydratation de la crème de levure. De plus, la levure de bière est inactive si les cellules ont été chauffées à plus de 40°C (mais elle conserve ses vitamines et sels minéraux).

La levure de bière est obtenue par fermentation du malt (orge germée) et du houblon en brasserie, après séparation du liquide fermenté, c'est-à-dire de la bière. Donc elle n'a rien à voir avec la levure chimique utilisée en pâtisserie, qui est en générale composée de bicarbonate de sodium ajouté d'un produit acide provoquant le dégagement d'acide carbonique nécessaire à la levée de la pâte, qui est dépourvu de valeur nutritive particulière.

A l'état frais, la levure de bière est une pâte jaune clair d'odeur aromatique et de saveur légèrement amère dont la durée de conservation est extrêmement limitée, raison pour laquelle elle est pratiquement toujours utilisée sous forme sèche, forme obtenue grâce aux diverses opérations successives suivantes : lavage à l'eau glacée, pressage, séchage sous vide à une température ne dépassant pas 40° C, pulvérisation et, enfin, tamisage qui donne une poudre de couleur beige prête à être conditionnée en vue de sa commercialisation. Cette méthode de préparation conserve à la levure de bière toutes ses qualités naturelles et ses possibilités de revivification à condition toutefois de la garder à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière. Il est parfois adjoint une phase supplémentaire de lyophilisation (procédé de déshydratation sous vide à très basse température) qui augmente encore la durée de sa conservation.

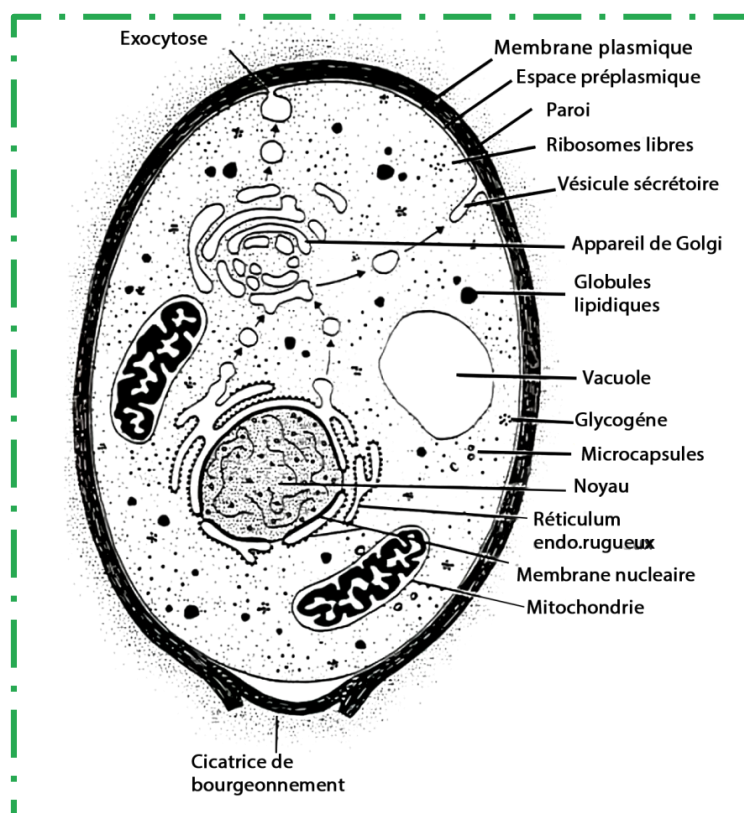


Figure 3 : Cytologie d'une cellule de levure (Larpen et Larpen-Gourgaud 1997)

1.4.1 Les différents types de levures :

Les levures pouvant générer une fermentation alcoolique sont nombreuses mais pas forcément adaptées à la production de bière. Incapables de fermenter le maltose, donnant un goût trop acide ou encore générant un fort trouble, elles seront requalifiées comme des nuisibles. Pour ce qui est des *saccharomyces cerevisiae*, M. Pasteur a montré que l'on peut les séparer en deux grandes catégories. Celles qui sont capables de fermenter à basse et à haute température (**voir page 26**).

2 Etapes de fabrication de la bière : [Pour plus de détails voir (Annexe 1)]

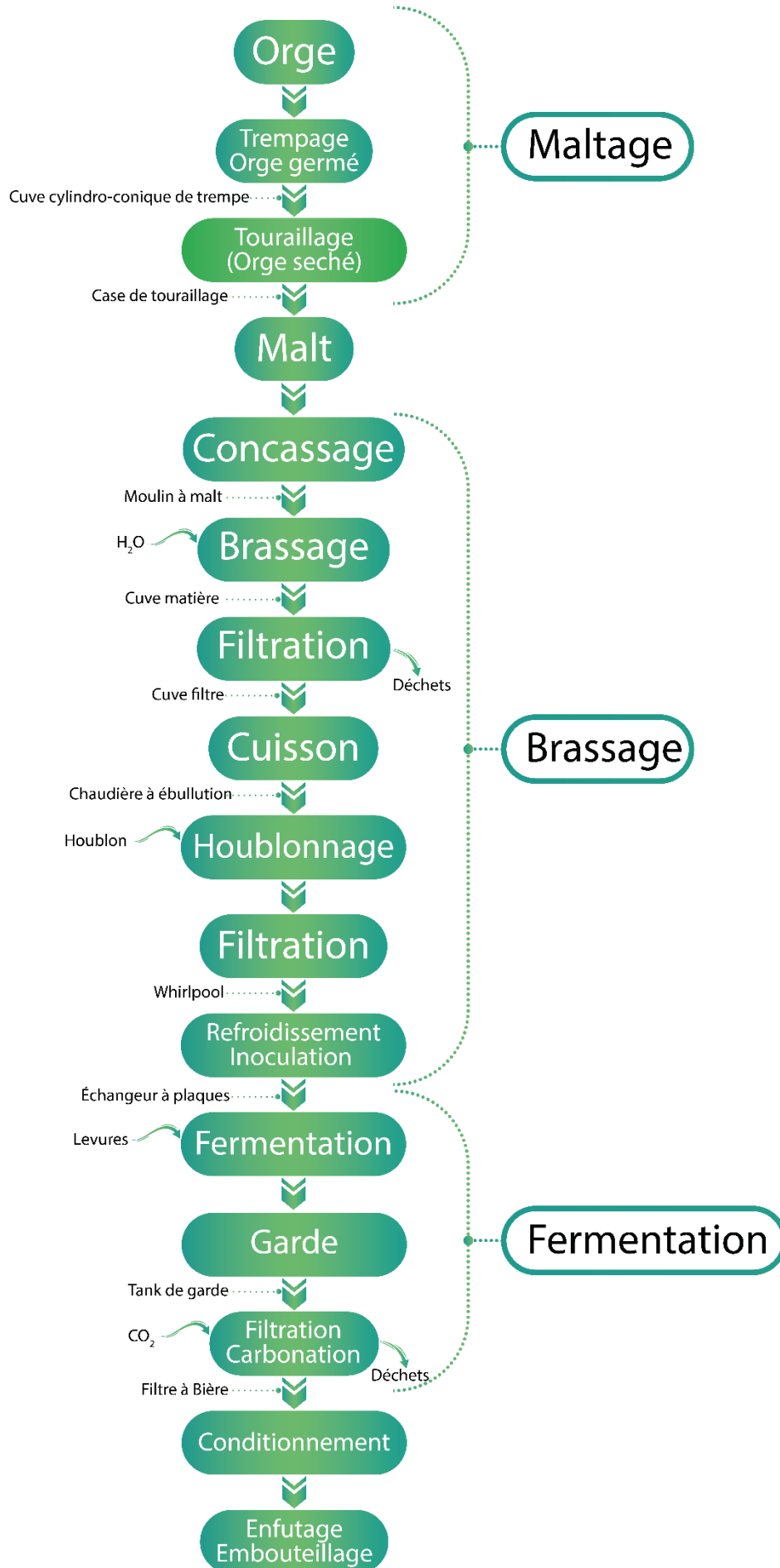


Figure 4 : Procédé de fabrication de la bière (Belmedani et Amrouche, 2022).

2.1 Le maltage :

Le maltage est la première étape de la production de la bière, elle consiste à fabriquer le malt à partir de l'orge en passant par les stades du trempage, de la germination et du touraillage. Le but du maltage en premier lieu est de former des enzymes. Ceux-ci se forment déjà dans la malterie par la modification de l'amidon et des protéines du grain d'orge. Cette modification se poursuivra de façon encore plus intense en salle de brassage (la deuxième étape).

Les enzymes sont nécessaires à la transformation de l'amidon en sucres fermentescibles ; ils seront transformés en alcool et en sucres durant la fermentation. Dans une brasserie le malt est stocké dans des silos, en générale les brasseries achètent de l'orge maltée chez des malteurs (Vène, 1967).

Le maltage s'effectue comme suit :

2.1.1 Le nettoyage de l'orge :

L'orge qui est livrée à la malterie par voie ferrée, par camion ou par bateau, ne convient pas immédiatement pour le maltage, différentes impuretés s'incrustent lors de la récolte et du transport, comme par exemple des poussières, des pierres, etc. Pour cela l'orge doit être d'abords nettoyé afin de se débarrasser de ces éléments.

La taille du grain est également importante, les grains doivent absorber de l'eau et germer aussi vite l'un que l'autre. Les grains irréguliers et brisés seront pas utilisés et seront écartés pour être vendus comme aliment pour bétail. Par contre les grains dont la taille est plus ou moins grande seront travaillés davantage.

2.1.2 Le trempage :

Le but de cette étape est l'absorption de l'humidité. Le trempage est une facette importante du maltage et exige par conséquent une approche et un contrôle spécialisés, une bonne absorption d'eau et oxygénation doivent être prises en compte.

Le trempage des grains d'orge se fait dans des cases de trempage, pendant une dizaine d'heure, la température de l'eau a une très grande influence ; plus l'eau est chaude plus l'absorption sera rapide. De plus elle a un effet nettoyant et élimine certaines substances indésirables des enveloppes.

Grace à ce traitement, le teneur en eau de l'orge augmente d'à peu près 10 % à 45 %. Le trempage consiste en une alternance de période sous eau et de période d'aération afin d'éviter l'étouffement des céréales (Vène, 1967).

Une fois la teneur en eau augmentée, les grains trempés sont transférés vers les cases de germination.

2.1.3 La germination :

Le but principal de la germination est l'activation d'enzymes telle que l'amylase, ces enzymes sont capables de transformer l'amidon insoluble et les protéines du grain d'orge en sucres simples et en protéines solubles.

Dans les cases ou sur les aires de germination, les grains d'orge commencent à germer, et leur respiration dégage de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique, mais également de la chaleur. Afin d'éliminer cet acide et cette chaleur, l'aération est indispensable (Vène, 1967).

Grâce à la germination, les caractéristiques physiques de l'orge seront modifiées, le grain devient tendre. La qualité du malt après la germination est caractérisée par :

- Taux d'humidité.
- Oxygénation suffisante.
- Conduite de la température.
- La durée de germination totale.

Cette étape dure environ une cinquantaine d'heures.

2.1.4 Le touraillage :

Après la germination complète des grains, cette dernière est interrompue en séchant les grains avec de l'air chaud.

Le touraillage se fait dans un local au sol métallique pourvu de petits trous qu'on appelle la touraille. Un flux d'air chaud est soufflé au travers les céréales, le taux d'humidité diminue graduellement de 45 % à environ 5 %. La température qu'atteint le malt durant le touraillage (85 à 105 °C) détermine en partie la couleur du grain et plus tard la couleur de la bière, elle influence également le goût.

Pour les bières foncées, il faut un malt très désagrégé de couleur foncée, celui-ci se forme à une température de touraillage très élevée par la réaction entre les sucres formés préalablement et les acides aminés qui forment des combinaisons aromatiques et colorées.

Selon le type de bière, différents malts touraillés à de diverses températures seront employés (Vène, 1967).

- La pils nécessite du malt clair (température de touraillage basse).
- Les bières de couleur ambrée sont brassées avec du malt coloré et aromatique (programme de trempage et de germination adaptés, touraillage à des températures élevées).
- La Campbell's Scotch nécessite du malt caramélisé, coloré, très fortement désagrégé avec un taux très élevé en sucres caramélisés.

2.1.5 Le dégermage :

Le malt, lorsqu'il sort de la touraille, doit être débarrassé de ses radicelles, qui nuiraient ultérieurement à la qualité de la bière. Ce dégermage doit être opéré aussitôt après le touraillage car, le malt étant encore chaud, les radicelles se détachent très facilement tandis qu'en se refroidissant les radicelles hygroscopiques s'humidifient et se détachent ensuite difficilement. La dégermeuse est généralement constituée par un tambour en tôle perforée ou tourne rapidement un batteur à lames hélicoïdales d'acier.

Après dégermage, le malt doit être emmagasiné dans des conditions propres à assurer sa bonne conservation.

De nos jours, le maltage est effectué par un malteur plus souvent que par le brasseur lui-même (Vène, 1967).

2.2 Le brassage :

L'objectif du brassage est d'extraire les principes avantageux du malt et du houblon et, le cas échéant, des succédanés pour obtenir un mout sucré.

Si l'on doit chercher à utiliser de façon complète les matières premières mises en jeu, il ne faut pas que ça soit aux dépens de la stabilité, du caractère et de la qualité de la bière que l'on obtiendra en dernier.

On peut dire, que la qualité du malt, la nature de la mouture, le procédé de brassage ainsi que le mode de soutirage constituent les quatre principaux paramètres dont dépendra la réussite du brassage.

La série d'actions et d'opérations, dont l'ensemble est représenté par le terme « Brassage », est la suivante ;

2.2.1 Nettoyage du malt :

A la réception du malt (la majorité des brasseries ne possèdent pas de malterie, elles se font livrer le malt dans des centaines venants d'autres pays), l'entreprise effectue une préparation et un nettoyage pour la matière reçue avant de passer au brassage.

- Faire passer le malt à travers une trémie afin d'éliminer tous les gros déchets physiques qui ont une granulométrie importante, qui peuvent être présents dans la matière.
- Une fois les gros déchets éliminés, on fait passer le malt dans un dépoussiéreur pour enlever la poussière contenue.
- Puis à travers un aimant pour attirer tous les débris de métal et les éliminer.

Une fois le malt nettoyé, notre matière est désormais prête à être stockée dans les silos à atmosphère contrôlée ($T^{\circ}=15-25^{\circ}\text{C}$, Humidité = 1% - 04%) pendant quelques jours.

2.2.2 Concassage du malt :

Cette étape consiste à casser/broyer l'endosperme (ou albumen) tout en conservant intactes les enveloppes des grains d'orge, ces dernières sont indispensables pour la filtration du mout.

Plus le concassage du malt est poussé, c'est-à-dire plus que la mouture est fine, meilleure sera l'extraction ; mais si la filtration se fait en cuve, les nécessités du soutirage vont imposer une limite à la finesse de la mouture ; en effet, avec la mouture trop fine, la filtration se fait mal, les eaux de lavage pénètrent imparfaitement la masse et l'épuisement n'est pas complet. Il faudra pratiquement éviter autant que possible de déchirer les enveloppes pailleuses du malt : on concassera simplement entre des cylindres de façon telle que les enveloppes soient en plus grande partie respectées pendant que l'amande intérieure sera réduite en farine fine. Ceci ne pourra s'obtenir qu'avec un malt bien désagrégé : Cette désagrégation correcte du malt sera

donc une condition importante pour avoir un bon concassage. Il faudra en outre que le malt soit bien calibré et bien sec.

Cette opération s'effectue le plus souvent dans un concasseur qui surmonte une trémie à farine située un étage au-dessous. Les appareils sont choisis de telle façon que leur débit permette de moudre un brassin en une ou deux heures (Vène, 1967).

2.2.3 Empâtage :

Cette étape consiste à mélanger intimement, à chaud, le malt avec de l'eau dans une cuve appelée (Cuve matière). Il a pour but de transformer, sous l'action de la diastase, l'amidon du malt en dextrine et en sucre susceptible de fermenter, le maltose, qui se dissolvent dans l'eau ; on obtient ainsi un jus sucré ou mout (Figure 5) (Moreau, 1909).

L'embâtage s'effectue souvent dans une cuve matière où la maïsche est chauffée à des différents paliers de température :

a. Palier protéinique : transformation des protéines :

Cette phase a pour objectif de rendre la bière plus claire. La réaction biochimique consiste à transformer (découper) les protéines responsables de l'opacité en molécules plus simples et cela grâce à l'effet des enzymes protéinases qui à cette température sont très actives.

Le palier protéinique est utile lorsque la recette contient des céréales autres que du malt (blé malté, orge cru, flocons, etc...) ou lorsqu'elle contient du malt à 6 rangs qui est plus riche en protéines.

Ce palier est facultatif car les protéines sont importantes pour la tenue de la mousse, il est donc important de le faire seulement dans le cas où la recette contient un pourcentage important de protéines et qu'on souhaite éclaircir notre bière.

Selon le résultat souhaité, la température de cette phase peut atteindre les **50°C pendant environ 10 à 30 minutes**.

b. Palier de saccharification :

Ce palier a pour but de transformer l'amidon en sucres plus simples. Deux enzymes sont sollicitées lors de cette phase avec un résultat différent pour chacune d'elles. La première est la bêta amylase, son action est de transformer l'amidon en maltose qui est un sucre simple fermentescible. Ce sucre originaire du malt est capital à la fermentation et sera transformé en alcool. La seconde enzyme est l'alpha amylase, son effet est de transformer l'amidon en dextrines, des sucres non fermentescibles qui apporteront du corps à la bière.

L'action de la bêta amylase se fait à des températures proches de 64°C et l'alpha amylase à des températures proches de 69°C. Lors du palier de saccharification, les deux enzymes seront sollicitées mais il est possible de favoriser l'une ou l'autre selon le profil de bière recherché.

c. Palier de désactivation des enzymes :

Cette dernière phase, aussi appelé mash-out, a pour but de stopper toute activité enzymatique en éliminant les enzymes présentes dans la maïsche. Malgré le palier de saccharification, il peut rester de l'amidon dans la maïsche et le palier d'inactivation des enzymes évitera que cet amidon ne soit transformé de façon non maîtrisée lors du rinçage des drêches. Le moût sera alors plus stable. Le mash-out est pas un palier facultatif. Ce palier peut atteindre une température de 76°C pendant environ 10 minutes.

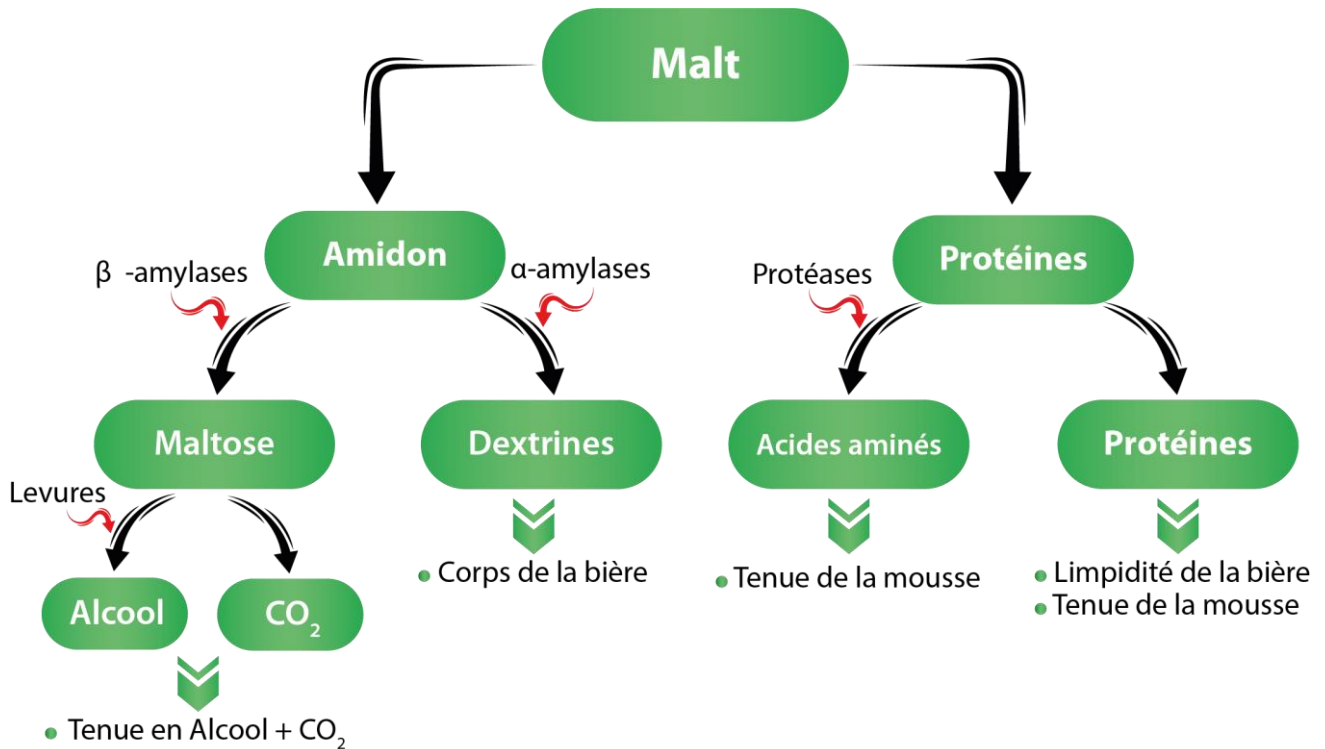


Figure 5 : Les transformations chimiques du grain d'orge (Après le maltage) (Belmedani et Amrouche, 2022).

2.3 La filtration du mout :

A la fin de l'empâtage, le brasseur filtre le jus (liquide obtenu) appelé moût en le faisant tout simplement passer à travers les matières solides, c'est-à-dire les résidus de malt utilisé (enveloppe des grains, particules insolubles) qui se nomment les drêches. Cette opération a lieu dans la cuve filtre munie d'un fond filtrant, les drêches tassées sur le fond perforé forment en plus un filtre naturel qui ne laisse passer que le moût limpide. Ces drêches sont ensuite rincées avec de l'eau chauffée à une température d'environ 76°C afin d'en extraire un maximum de sucres encore présents et améliorer ainsi le rendement. Les drêches une fois retirées de la cuve, sont séchées et destinées au bétail comme nourriture. Elles contiennent des fibres, des protéines, du sucre et un peu d'amidon (Vène, 1967).

2.4 Cuisson du mout :

Le liquide obtenu est transféré dans une chaudière à ébullition ou il va être chauffé durant 1 ou 2 heures (selon le profil de la bière). Cette étape a pour but de stabiliser et stériliser le mout, mais aussi c'est à cette dernière que l'ajout du houblon est effectué.

L'ajout du houblon est une opération très importante, car c'est ce qui confère l'amertume à la bière par l'intermédiaire des résines. On l'incorpore généralement au début de la cuisson, mais aussi de temps en temps durant la procédure pour garder un peu des huiles essentielles du houblon et réguler le goût.

Les résines amères du houblon sont difficiles à extraire, c'est pourquoi une longue cuisson est nécessaire pour les stabiliser. La cuisson permet aussi la coagulation des protéines du malt et favoriser la limpidité et stériliser le mout.

On peut aussi ajouter différentes épices afin d'apporter des saveurs supplémentaires au mout et cela se fait selon la bière souhaitée.

Après la cuisson, le mout est transféré dans une centrifugeuse (cuve Whirlpool), dans le but de le séparer des résidus solides. Une élimination du trouble à froid est souhaitable dans une limite maximale de 70 à 80%, car au-delà, les bières ont souvent une mauvaise tenue de mousse et peu de goût (Vène, 1967).

2.5 Le refroidissement du mout :

Le refroidissement du mout se fait dans des échangeurs à plaques à contre-courant d'un liquide réfrigérant (Glycol). Une aération (8 à 10 ppm) du mout est pratiquée en sortie d'échangeurs afin que l'oxygène ait le temps de se dissoudre avant la fermentation (JEANTET et al., 2007).

2.6 Préparation de la levure :

Pendant le refroidissement du mout, la préparation du levain est effectuée en réhydratant la levure en ajoutant une petite quantité de mout ainsi que de l'air stérile, ce qui permet de créer un milieu favorable pour la multiplication de la levure. Cette étape est effectuée généralement dans une flasque de réhydratation.

Ensuite, le mélange est transféré dans un propagateur pour but d'atteindre le taux de levure recherché pour la fermentation.

2.7 La fermentation :

Le mout obtenu après le brassage, est refroidi soit par transvasements successifs, soit en le laissant à l'air libre. A ce mout est ajouté le ferment composé essentiellement de levures qui initient la fermentation (N'guessan et al. 2010).

Ce dernier renferme des sucres fermentescibles ; dans la phase de fermentation, l'alcool va apparaître résultant de la transformation des sucres sous l'influence des levures. Le mout est transféré dans la cuve de fermentation.

La fermentation est déclenchée par l'ensemencement par des levures du genre *Sacharomyces* parfaitement caractérisées et provenant de laboratoires. Les oses et les diholosides vont subir la fermentation alcoolique.

Il existe deux sortes de fermentation :

2.7.1 La fermentation haute :

La fermentation haute nécessite l'adjonction dans le mout de levures dont l'activité optimale à des températures hautes (15-25 °C) durant 3 à 8 jours.

La levure haute couramment utilisée dans cette fermentation est appelée *Sacharomyces cerevasiae*.

La fermentation haute permet d'obtenir de hautes teneurs en alcool, car la levure n'est pas ralentie en présence d'alcool, ainsi que des arômes complexes. Les bières ainsi produites sont généralement moins chargées en dioxyde de carbone que les bières de fermentation basse.

Une bière obtenue par fermentation haute est appelée Ale.

2.7.2 La fermentation basse :

La fermentation basse nécessite l'adjonction dans le mout de levures dont l'activité optimale à des températures basses (10-15 °C) durant une semaine. La levure basse couramment utilisée dans cette fermentation est appelée *Sacharomyces uvarum*. La fermentation basse ne permet d'obtenir de hautes teneurs en alcool comme celles de la fermentation haute, car l'activité de la levure est ralentie en présence d'alcool.

Cette fermentation se déroule en deux étapes : la fermentation primaire et la fermentation secondaire.

- La fermentation primaire permet la croissance de la levure et donc la transformation des sucres du moût en alcools et la réduction du taux de *Diacetyle* (métabolite secondaire néfaste à la qualité organoleptique de la bière).
- La fermentation secondaire est l'étape de maturation de la bière.

Les bières ainsi produites ont un goût de houblon et de malt. Elles sont en moyenne moins fruitées et moins alcoolisées que celles de la fermentation haute, mais plus chargées en dioxyde de carbone.

La bière obtenue par fermentation basse est appelée Lager.

2.8 Récupération de la levure :

La collecte et le réemploi de la levure est une méthode assez simple. A la fin de la fermentation la levure est récupérée pour but de réduire la charge pour l'étape de filtrage, et perpétuer aussi d'encourager le métabolisme des levures (permettre leurs multiplications d'avantage). Cette étape permet aussi d'assurer une certaine quantité de levures pour la fermentation du nouveau mout.

La récupération de la levure se fait en jouant sur différents facteurs du milieu (température), car une modification de la température va favoriser la séparation de la bière et de la couche sédiments de la levure.

Cette étape s'effectue généralement dans les deux différentes fermentations :

- Dans la fermentation haute à une température un peu élevée (15-25°C) : les levures montent en surface, ce qui permet leurs recyclages en utilisant la mousse accumulée en surface.
- Par contre dans la fermentation basse qui elle, se fait à une température un peu froide (10-15°C) : les levures se déposent au fond des cuves. Ce qui permet leur recyclage qui est effectué en utilisant le phénomène de décantation.

Une fois les levures récupérées, elles sont lavées et stockées au froid pour permettre leurs stockages avant leur réutilisation.

2.8.1 Période de garde :

Une fois fermentée, la bière sera transférée dans un tank de garde où elle va subir une dernière fermentation à des températures plus faibles pour une durée bien déterminée (en moyenne quelques semaines). Ce qui va permettre aux levures de continuer leurs activités et permettre ainsi l'affinage de la bière et la libération des derniers arômes (Gout de clou de girofle, pomme,).

2.9 Filtration de la bière :

En fin de garde, la bière possède les propriétés organoleptiques requises pour sa consommation agréable ; toutefois, un léger trouble, ou voile, y subsiste et nuit à l'aspect brillant de la bière (Vène, 1967).

La filtration s'effectue généralement en 2 étapes :
Une filtration qui va permettre une stabilisation physique de la bière et séparation des éléments solides (levures), souvent avec un filtre « **KIESELGUHR** ».
Une filtration qui va permettre une stabilisation chimique (élimination des tanins), souvent effectuée avec un filtre « **PVPP** ».

L'étape de filtration a un triple but :

- Clarifier la bière pour la rendre translucide
- Diminuer la charge en microorganismes en retenant la plus grande partie des bactéries éventuellement présentes et des levures subsistantes en fin de garde.
- Stabiliser la bière par rétention des complexes protéines-polyphénols, des colloïdes qui formeraient rapidement un trouble, ainsi que des polysaccharides et des protéines peu solubles.

2.10 Conditionnement (embouteillage) :

Après la filtration, la bière est prête à être soutirée, c'est-à-dire mise en bouteille. L'embouteillage est souvent réalisé sur une chaîne automatisée :

2.10.1 Lavage des bouteilles :

Avant de soutirer la bière, les bouteilles doivent être soigneusement lavées. Les machines modernes employées pour ce lavage opèrent par trempage, arrosage et injections ; les bouteilles sont successivement traitées par différentes solutions détersives, constituées par des mélanges de soude, carbonate de soude et phosphates. Les bouteilles sont pratiquement stérilisées par un séjour de cinq à dix minutes dans un bain de soude caustique à 5% à température de 65° ; des pompes fournissent une pression d'injection (Vène, 1967).

Les machines à laver peuvent être :

- Machines à tambour, où les bouteilles sont entraînées par la rotation d'un tambour dans un bain de trempage où elles se trouvent la tête en haut, puis arrosées et injectées dans la partie supérieure du tambour lorsqu'elles se trouvent la tête en bas.
- Machines à chaîne, où les bouteilles sont entraînées par une chaîne sans fin successivement dans des bains de trempage et au-dessus d'injecteurs.

- Machines à carrousel, où les bouteilles se trouvent sur les injecteurs liés à un plateau tournant qui les amène successivement au-dessus des différents bains d'injection.

2.10.2 Embouteillage :

Le soutirage s'effectue de façon iso barométrique et le dispositif utilisé est analogue. Toutefois, les conduits servant à la mise sous pression, au remplissage et au retour de l'air, sont forés dans le cône d'un unique robinet ; ils s'ouvrent successivement grâce à la rotation du robinet.

Il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas d'aération de la bière à l'embouteillage, afin qu'elle garde en bouteilles la même qualité. La bouteille passera directement vers la capsuleuse ou elle sera capsulée.

2.10.3 Pasteurisation :

Pasteur a montré que beaucoup d'altérations subies par les boissons fermentées est en particulier la bière, proviennent du développement de ferments nuisibles ; il a montré en outre que la destruction de ces ferments ou stérilisation était possible par maintien durant un temps convenable à une température suffisante. Sur ce principe est fondée la pasteurisation de la bière qui consiste à la chauffer pendant quelques minutes à une température voisine de 60°C.

Naturellement, on doit veiller à ce qu'ultérieurement la bière ne puisse se réinfecter. C'est pour cette raison que l'on pasteurise presque toujours la bière dans les bouteilles, parfois même dans les futs.

Ce traitement, malheureusement, n'est pas sans inconvénient pour le goût et surtout pour la stabilité colloïdale de la bière ; celle-ci en effet n'est pas une solution parfaite, mais une pseudo-solution que la chaleur risque de disloquer. La bière pasteurisée sera plus sensible aux troubles colloïdaux, qui sera voiles après soutirage (**Vène,1967**).

La pasteurisation s'effectue dans des appareils à bain d'eau dont il existe deux modèles :

- Ceux où les bouteilles restent en place et où la température de l'eau monte graduellement (Pasteurisateur Gasquet).
- Ceux où les bouteilles se déplacent dans un bain à température progressivement croissante (Pasteurisateur tunnel à un ou deux niveaux).

Une fois le produit pasteurisé, les bouteilles passeront vers l'étiqueteuse ou elles seront munies d'une étiquette contenant toutes informations du produit ainsi que les ingrédients utilisés, ensuite elles seront datées d'une DLC (date limite de consommation, une année en général).

Enfin le produit sera prêt à la distribution sur le marché, et sera propre à la consommation.

Chapitre II : Assurance qualité

1 Conception de la qualité :

Au fil des années (depuis près d'un siècle), on a vu se dessiner diverses visions de la qualité et elle a été toujours confondue avec la conformité d'un produit. Tout d'abord celle d'une qualité considérée comme un niveau de supériorité relative d'un produit. Qui dit qualité, dit aussi la satisfaction des clients ce qui permet d'atteindre les exigences et les attentes des clients : il faut que les attentes d'un produit alimentaire soient supérieures aux perceptions de ce dernier (grand écart entre les deux) pour dire qu'il est de qualité, pour cela l'entreprise est confrontée à un cycle de la qualité qu'elle doit suivre et appliquer pour répondre et satisfaire les attentes des clients (Figure 6) (Delvosalle, 2002).

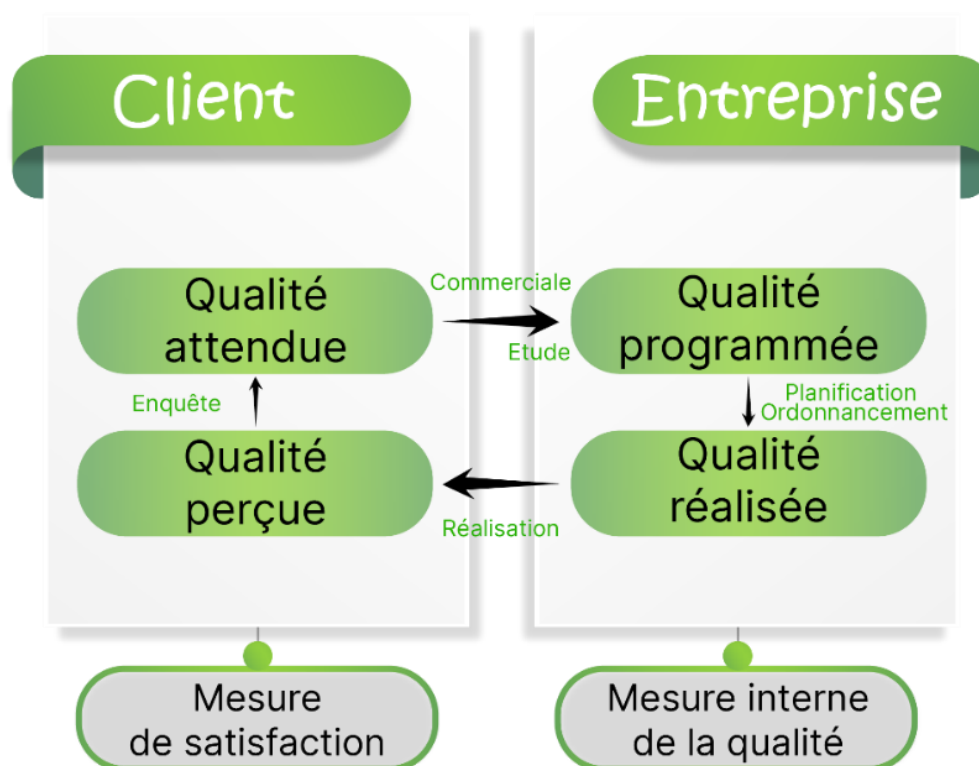


Figure 6 : Qualité = Satisfaction de besoins (Amrouche, Belmedani, 2022).

Cette supériorité est apparue progressivement comme un leurre si la « qualité » du produit comprise comme la satisfaction de besoins réels n'est pas d'abord présente. Cette nouvelle approche est beaucoup plus riche car elle découle directement du concept d'organisation et présente la qualité comme une mesure de l'harmonie de la rencontre entre les besoins des bénéficiaires, d'une part, et les résultats de l'organisation, d'autre part (Gillet-Goinard et Margerand, 2006).

1.1 Définition de la qualité :

La qualité n'est pas une caractéristique que l'on peut plaquer sur la production en contrepartie d'une certaine dépense, pas plus qu'elle n'est pas l'apanage d'un service en monopolisant la responsabilité, c'est au contraire l'œuvre de tous et le résultat d'une préoccupation de tous instants à tous les postes de la production (Seddiki, 2004).

Pour cela chacun peut comprendre intuitivement ce qu'est la qualité mais reste toutefois incapable d'en donner une définition précise.

Selon S. Pillard ; la qualité est un terme polysémique, voire impossible car sujet à interprétation. Au niveau étymologique, le mot provient du latin « *qualitas* » (manière d'être) dont le sens évolue au fil du temps pour signifier, à partir du XVII^e siècle, la manière d'être jugée bonne qui renvoie bien à une reconnaissance partagée, à une appréciation, à un jugement de valeur.

Selon la norme ISO 8402 ; la qualité est un ensemble des caractéristiques d'une entité qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites. Une entité peut être un produit ou un service. Les besoins sont habituellement traduits en caractéristiques avec des critères spécifiés. Les besoins peuvent inclure, par exemple, des aspects de performance, de facilité d'emploi, de sûreté de fonctionnement, de sécurité, des aspects relatifs à l'environnement, des aspects économiques, ... Les besoins peuvent évoluer avec le temps (Annexe 2).

Selon la norme ISO 9000 version 2000 ; la qualité est l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences.

En fin d'après une norme AFNOR ; dans la qualité d'une fourniture on distingue :

- La qualité technique.
- La qualité commerciale.

L'ensemble des deux qualités constituantes : la qualité globale de cette fourniture (Annexe 3).

1.2 Les composantes de la qualité :

La qualité peut se définir de différentes façons en fonction des attentes propres des consommateurs. Ces attentes, explicites et implicites, se répartissent en 8 composantes ou selon la méthode des 4S+2R+TE. Donc, la qualité d'un produit dépendra des attentes plus ou moins importantes des consommateurs pour chacune de ces composantes. À noter que généralement, le coût est en opposition avec toutes les autres composantes. Par exemple, améliorer la saveur ou la qualité environnementale d'un produit augmentera son coût (**Richard et Ben Dris, 2015**).

Les 8 composantes sont :

- **4S** : Saveur, Santé, Sécurité, Service.
- **2R** : Rêve, Régularité.
- **T** : Technologie.
- **E** : Environnementale.

1.3 Maîtrise de la qualité :

L'expression maîtrise de la qualité fait référence aux techniques et activités de la démarche qualité qui se focalisent sur la satisfaction des exigences pour la qualité.

Le développement d'une entreprise s'appuie nécessairement sur la maîtrise de la qualité, c'est-à-dire sur sa capacité à mettre en œuvre une démarche qualité et ses processus de contrôle et d'amélioration. C'est à ce prix que l'entreprise pourra obtenir et conserver la confiance de ses clients, de ses consommateurs.

Pour dire qu'un produit ou un service satisfait les exigences implicites et explicites des parties intéressées, cela signifie que sa qualité a été bien maîtrisée et assurée (**Feinberg, 2001**).

1.4 Outils de la qualité :

Toute entreprise est confrontée à des problèmes très variés quotidiennement et le management doit y permettre d'y faire face.

Les outils de qualité sont un instrument ou un moyen élaboré pour réaliser de façon efficace une tâche précise, selon un mode opératoire bien défini. Relativement indépendants, ils permettent de cibler et d'accentuer les activités d'amélioration et de changement.

La démarche qualité propose toute une collection d'outils d'aide (suivi-contrôle, méthode, analyse, statistique). Ces outils, ont été créés et/ou diffusés par les principaux fondateurs de la démarche qualité dans le but de leurs venir en aide dans les actions de conseil auprès des entreprises.

Les outils qualité sont divisés en deux catégories : les outils qualité traditionnels, autrement dit outils de base et les outils complémentaires.

1.4.1 Les outils qualité de base ou traditionnels :

Ont été développés au Japon à l'usage des responsables et personnelles des entreprises suite aux enseignements des deux américains DEMING et JURAN, qui enseignent aux japonais les principes de l'analyse statistique de la qualité.

Ces outils de base sont en nombre de sept :

- a. La fiche de collecte des données.
- b. Le diagramme de PARETO.
- c. Le diagramme de causes – effet (ISHIKAWA).
- d. La roue de DEMING (PDCA).
- e. Le Brainstorming.
- f. La carte de contrôle.
- g. La représentation des données et le diagramme de corrélation.

1.4.2 Les outils qualité complémentaires :

Ils sont moins utilisés ou conçue pour une utilisation spéciale. Parmi ces outils, on peut citer :

- a. La méthode des 5 S.
- b. La méthode AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs effets et de leur Criticité).

Une démarche de résolution de problème en industrie ne doit pas correspondre à l'utilisation désordonnée de tous les outils de la qualité. Au contraire, c'est au travers d'une démarche rigoureuse, balisée par des étapes, que ces outils donneront toute leur efficacité (**Duret et Pillet, 2005**).

Les quatre grandes étapes d'une démarche de résolution de problème sont les suivantes (Figure 7) :

- 1) Identifier et caractériser le problème.
- 2) Analyser les causes.
- 3) Rechercher les solutions.
- 4) Définir la mise en œuvre des solutions.

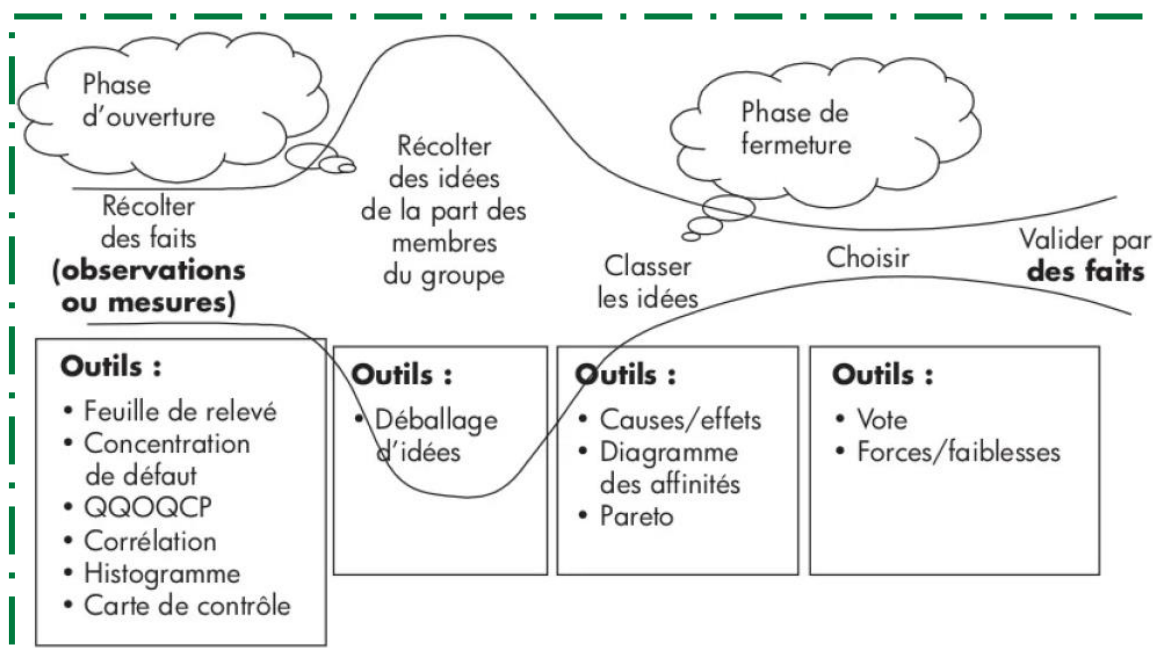


Figure 7 : Déroulement d'une étape de résolution de problème (Duret et Pillet, 2005).

1.4.3 Les trois outils essentiels pour l'élaboration du système HACCP :

1.4.3.1 Diagramme d'Ishikawa ou diagramme des causes à effet (les 5M) :

Le diagramme d'Ishikawa appelé aussi la méthode des 5M, le diagramme cause à effet ou le diagramme en arête de poisson. Il est appliqué lors de l'identification d'un danger, défaut et risque, qui vas influencer sur le produit a tous les niveaux de sa production.

Le diagramme en arête de poisson se constitue – en règle générale- après un déballage d'idées (brainstorming) qui permet de collecter un maximum d'idées. On regroupe sur figure en forme d'arête de poisson (figure 10) l'ensemble des familles de causes possible de l'effet étudié. Sur chaque ramification, on note les causes, les sous-causes, ect (Duret et Pillet, 2005).

1) **Matières** : matières premières, pièces, ensembles, fournitures, identification, stockage, qualité, manutention...

➤ **Questions relatives à la matière** : quel est le niveau de performance des fournisseurs ? De quelles données factuelles disposons-nous ? Quelle est la qualité des matières premières utilisées ?

2) **Matériel** : Recense les causes probables ayant pour origine les supports techniques et les produits utilisés. Machines, outils, équipements, capacité, âge, nombre, maintenance...

Questions relatives au matériel : quel est l'état des machines ? Les moyens sont-ils adaptés ? capables ? entretenus ?

3) **Main d'œuvre** : directe, indirecte, motivation, formation, absentéisme, expérience, problème de compétence, d'organisation, de management...

➤ **Questions relatives à la main d'œuvre** : quelle est son ancienneté ? Quel est son niveau de compétence et de motivation ? Les responsabilités sont-elles définies ? Le personnel est-il sensibilisé à la qualité ?

4) **Milieu** : environnement physique, éclairage, bruit, aménagement, relations, température, climat, marché, législation...

➤ **Questions relatives au milieu** : ce processus permet-il de réaliser les activités de façon satisfaisante : lumière, ambiance, bruit ?

5) **Méthodes** : instructions, manuels, procédures, modes opératoires...

➤ **Questions relatives à la(es) méthode(s)** : les méthodes de travail sont-elles définies ? formalisées ? Les documents existants sont-ils connus ? appliqués ? mis à jour ?

Ce diagramme constitue un support visuel pour un travail de groupe. Les participants apportent des informations et des données relative à un processus. Si les données disponibles ne permettent pas de trouver immédiatement la cause principale des variations de la caractéristique considérée, les participants apportent de nouvelles informations et de nouvelles données à la réunion suivante. (Jean-Marie Gogue, 2005)

Mais ce n'est pas un diagramme de cause à effet qui apporte des solutions. Il permet seulement de bien poser le problème, ce qui est important pour commencer. Ensuite, chaque membre du groupe de travail ou du cercle de qualité doit apporter des données, des résultats d'observation.

Les hypothèses ne peuvent se vérifier que par une étude statistique à partir de laquelle les solutions s'élaborent.

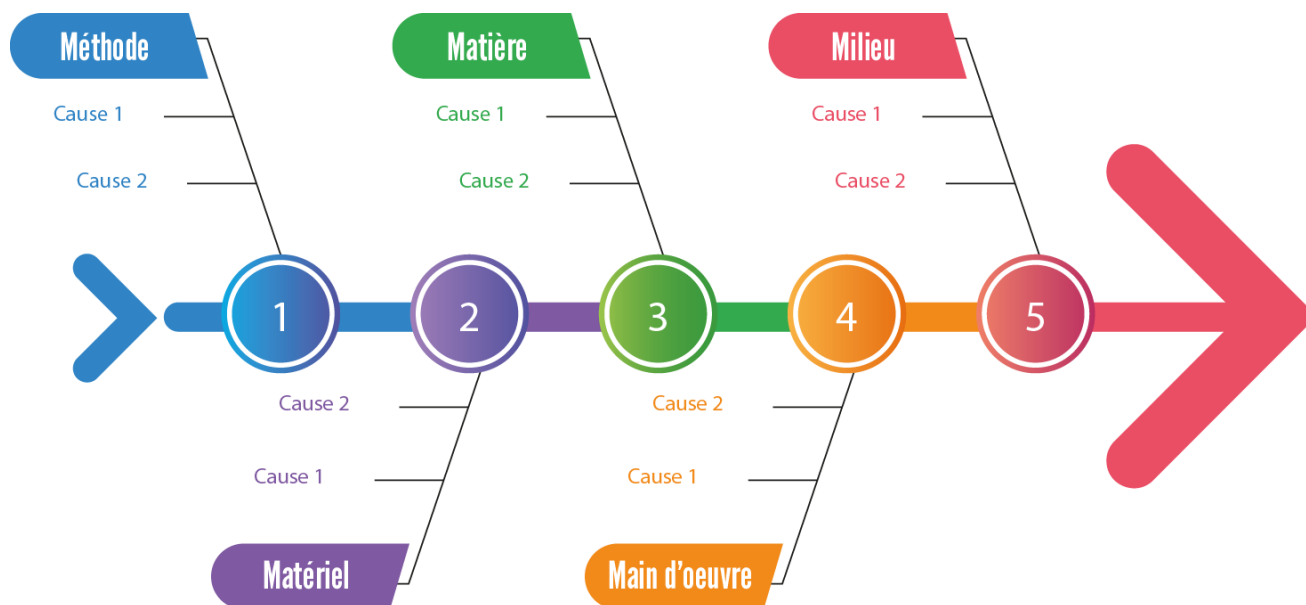


Figure 8 : Diagramme d'Ishikawa / diagramme des causes à effet (Belmedani et Amrouche, 2022)

1.4.3.2 L'arbre de décision :

Cet outil a été définie pour la première fois en 2005, dans l'ouvrage « Guidelines on HACCP, GMP and GPH, for ASEAN Food SMEs ».

Selon le Codex Alimentarius Commission, 2007, elle consiste en une série systématique de quatre questions conçues pour estimer objectivement si une mesure de maîtrise est nécessaire pour maîtriser le danger identifié à une étape. (Voir figure 21, partie II, chapitre 2)

Elle permet de juger des risques pouvant avoir des conséquences négatives sur le consommateur et le producteur, permet aussi une approche de raisonnement logique (Soumana et al, 2020).

Les quatre questions de l'arbre de décision :

a. Question 1 : Une ou plusieurs mesures de maîtrise existent-elles ?

Cette question doit être interprétée comme suit : l'opérateur peut-il utiliser une mesure à cette étape ou autre dans l'industrie pour maîtriser le danger considéré ?

- Si la réponse à la question 1 est « oui », il faut inscrire directement la ou les mesures de maîtrise que l'opérateur peut utiliser et passer à la question 2 de l'arbre de décision.
- Si la réponse est « non », c'est-à-dire s'il n'existe pas de mesures de maîtrise, il faut indiquer comment on entend procéder pour maîtriser le danger identifié avant ou après la fabrication (produit fini). Autrement dit, il faut modifier l'étape, le procédé ou le produit pour inclure une mesure de maîtrise, puis il faut passer au danger suivant identifié.

b. Question 2 : Cette étape est-elle spécifiquement conçue pour éliminer la probabilité d'apparition d'un danger ou la ramener à un niveau acceptable ?

Il est indispensable de déterminer les niveaux acceptables et inacceptables en tenant compte des objectifs généraux de la détermination des CCP du plan HACCP.

- Si l'étape ou l'opération est spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire la probabilité d'apparition du danger à un niveau acceptable, répondre « oui » à la question 2 sur le ; automatiquement cette étape devient un CCP.
- Si l'étape n'est pas spécifiquement conçue pour éliminer ou réduire la probabilité d'apparition du danger à un niveau acceptable, répondre « non » et passer à la question suivante. La question 2 s'applique seulement aux opérations de traitement. Pour la réception de matière première, écrire « non » et passer à la question 3.

d. Question 3 : Une contamination s'accompagnant du (des) danger(s) identifié(s) peut-elle survenir, ou le danger peut-il augmenter jusqu'à atteindre un niveau inacceptable ?

En d'autres termes, est-il possible que le danger puisse avoir un impact sur la sécurité sanitaire du produit ? Cette question se réfère à la probabilité (la possibilité) et à la sévérité. Pour y répondre, il faut exprimer un jugement impliquant une analyse des dangers qui doit s'appuyer sur toutes les informations obtenues. Lorsque l'on répond « oui » ou « non », il serait bon d'expliquer dans la colonne de la question 3 la ou les raisons de cette réponse. Cela sera particulièrement utile dans le cas de traitements de dangers contestés.

- Si l'étude des dossiers de plaintes des clients, ou les publications scientifiques, suggèrent que la contamination par le danger identifié peut augmenter à un niveau inacceptable et conduire à un danger de santé inacceptable, répondre « oui » et passer à la question suivante de l'arbre de décision.
- Si la contamination ne risque pas de représenter un danger significatif à la santé des humains ou si elle est très peu probable, répondre « non » (pas un CCP) et passer au danger suivant identifié.

e. **Question 4** : Une étape ultérieure peut-elle éliminer le danger ou le réduire à un niveau acceptable ?

Cette question est élaborée pour l'identification des dangers liés à la santé humaine en ou qui pourraient augmenter jusqu'à atteindre un niveau inacceptable, mais qui pourront être maîtrisés par une étape ultérieure du procédé de fabrication.

➤ S'il n'y a pas d'étape ou d'opération ultérieure dans le procédé pour maîtriser le danger identifié, répondre « non ». Cette étape devient alors un CCP.

➤ S'il existe une opération ou plusieurs opérations ultérieures qui vont éliminer le danger identifié ou le réduire à un niveau acceptable, répondre « oui ». Cette étape n'est pas un CCP.

Il est nécessaire d'identifier cette ou ces étapes de maîtrise du danger, avant de passer au danger suivant.

1.4.3.3 Analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leurs criticités (AMDEC) :

AMDEC : analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité, en version française.

FMEA : *Failure Mode and Effects Analysis* en version anglaise, ou FMECA en ajoutant *Criticality* au sigle initial, en version anglaise.

L'AMDEC est également un des outils de l'amélioration continue (Annexe 4). Les exigences de la norme ISO 9001 (version 2000) portent sur la capacité à s'améliorer de manière continue (voir le chapitre consacré aux processus au sens de la norme ISO 9001 et aux applications de l'AMDEC dédiées à ces processus, chapitre 6).

L'AMDEC n'est pas une méthode de résolution de problèmes. Elle aide à poser les « bonnes » questions, pour rechercher les problèmes potentiels.

L'AMDEC est une analyse de problème potentiel et non pas une analyse de problème avéré. Cet ajout systématique au sigle de base permettrait peut-être d'éviter cette confusion (**Landy, 2007**).

Son but est de valider le dossier de définition du produit. Cela signifie s'assurer que le produit ne contient plus, potentiellement, aucun risque de défaillance en utilisation.

Cette méthode est à utiliser de manière privilégiée pour les produits présentant des incertitudes de conception : nouvelles technologies, milieu d'utilisation incertain, essais en vraie grandeur impossible... La période pour réaliser l'AMDEC produit se situe dans les quelques mois précédant la commercialisation, en laissant le temps et la possibilité de réaliser les modifications et les améliorations souhaitées (**Gillet-Goinard et Seno, 2009**).

Elle devrait être poursuivie et répétée durant tout le cycle de vie du produit alimentaire pour assurer son innocuité et sa qualité. Voici donc les questions de base à poser pour appliquer cette méthode (Tableau 5).

Tableau 5 : Questions génériques de l'AMDEC (Landy, 2007)

Modes de défaillance potentielle	Effets possibles	Gravité	Causes possibles	Occurrence	Plan de surveillance	Non détection	IPR
Qu'est-ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelle est la gravité relative des effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Quelle est la probabilité relative d'apparition des causes ?	Comment faire pour voir ça ?	Quelle est l'efficacité relative des contrôles ?	Quelle est la priorité des points listés ?

1.4.3.3.1 Les différents types d'AMDEC dans domaine agroalimentaire :

a. L'AMDEC procédé :

- Faire le lien entre les caractéristiques critiques du produit et les paramètres du procédé.
- Apporter des modifications sur le procédé et l'optimiser.
- Définir les points critiques du procédé.
- Éventuellement proposer des changements en conception.
- Aider à bâtir ou à valider un plan de contrôle ou de surveillance.
- Déterminer des mesures de secours ou des mesures préventives.
- Élaborer et suivre un plan d'action.
- etc.

b. L'AMDEC produit :

- Respecter les contraintes.
- Déterminer les paramètres importants pour les performances de l'ensemble.
- Définir les points critiques du produit, au moins, les paramètres de sécurité et de réglementation.
- Apporter des modifications de conception.
- Optimiser les séquences de tests et d'essais, et aider à bâtir un plan de validation.
- Commencer à penser aux modalités de fabrication, d'assemblage, de réparation, de transport.
- Etc.

c. L'AMDEC services :

- Respecter les contraintes ;
- Respecter les contraintes ;
- Définir les points critiques ;
- Proposer des changements sur le service ou la prestation ;
- Optimiser, voire créer les contrôles ;
- Déterminer des mesures de secours ou des mesures préventives ;
- Élaborer et suivre un plan d'action ;
- Etc.

Il existe d'autres outils complémentaires qui viennent consolider les trois outils cités précédemment dans le but d'augmenter la précision et l'efficacité du système HACCP, on peut alors citer :

✓ **La roue de DEMING (PDCA)** (Figure 9) : Le principe propose de maîtriser et d'améliorer un processus par l'utilisation d'un cycle continu en quatre étapes (Plan, Do, Check, Act) (Annexe 5) visant à réduire le besoin de correction. Cette méthode démontre aussi que les bonnes pratiques doivent être mises en œuvre, documentées, appliquées et améliorées dans le temps (Carpentier, 2009).

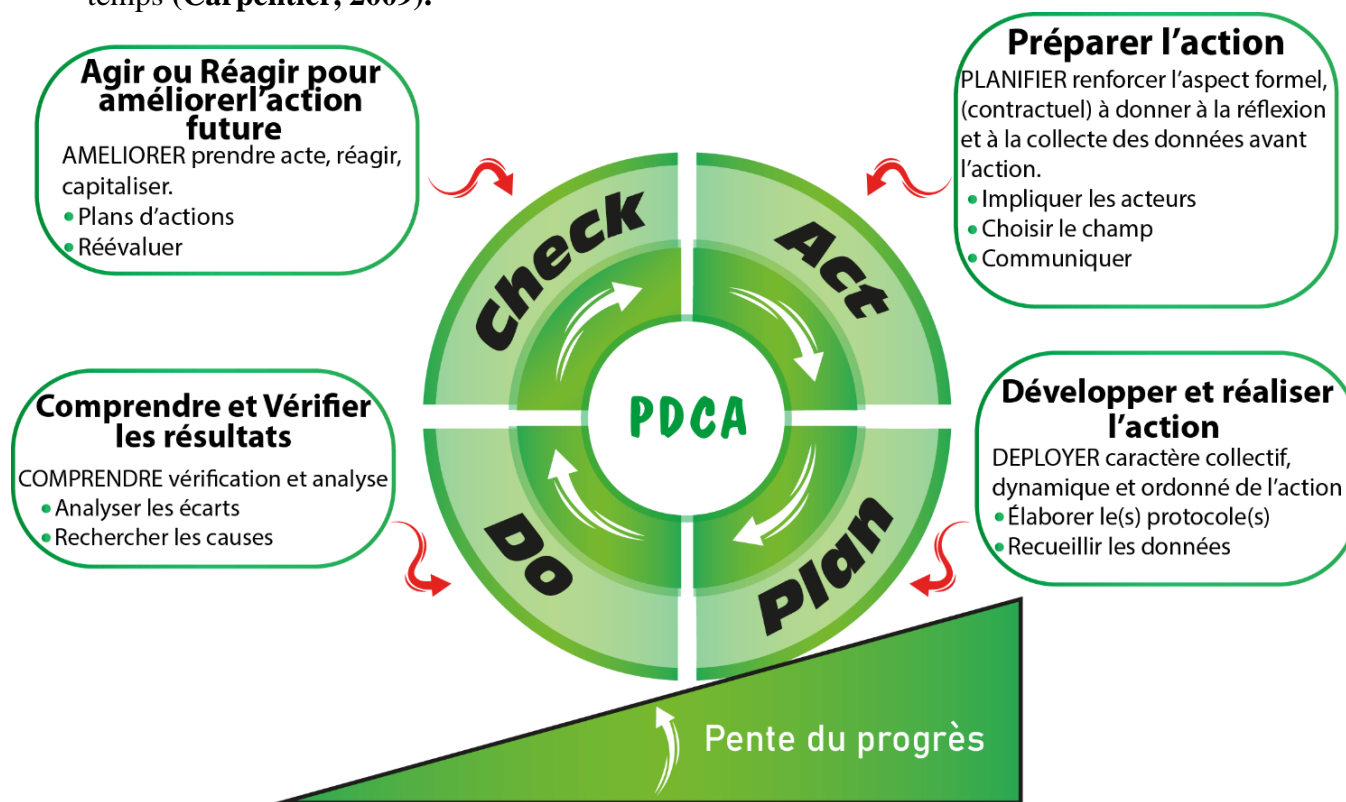


Figure 9 : Roue de Deming (Belmedani et Amrouche, 2022)

✓ **Le QQQQCCP** : est un outil simple, utilisé pour clarifier et de s'assurer que l'on dispose bien de toutes les données nécessaires pour comprendre et résoudre un problème ou une situation. Il structure la réflexion en donnant un guide d'analyse au travers de questions factuelles dont les réponses permettent de définir précisément le problème. Les questions se présentant comme suite : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Pourquoi ? (Gillet-Goinard et Seno, 2009) (Annexe 6).

✓ **La méthode des 5S** : l'objectif est double. L'application des 5S dans un espace de travail a pour finalité de maintenir des machines, des lieux, des outils, des espaces électroniques, propres et ordonnés pour éviter les pertes de temps, d'argent, et limiter le risque de production de non-conformités. La conséquence de sa pratique régulière est l'apprentissage du progrès continu. (Gillet-Goinard et Seno, 2009) (Annexe 7).

1.5 Assurance qualité :

Selon la norme ISO 9000 : 20001 : « Assurance de la qualité est une partie du management de la qualité visant à donner confiance en ce que les exigences pour la qualité seront satisfaites ».

L'assurance de la qualité est définie comme la probabilité d'obtenir des produits correspondants au niveau de qualité requise.

La confiance que l'on peut avoir dans un projet ou dans une fabrication augmente lorsque les précautions sont accrues et les risques limités. Elle s'appuie sur une organisation, matérialisée par un manuel qui a pour but de prouver l'obtention de la qualité attendue.

Notons également, que dans le terme assurance, il y a la notion d'investissement préventif, destiné à garantir le succès de l'opération.

Il appartient au client de vérifier que le référentiel et l'organisation d'assurance qualité proposés par le fabricant sont compatibles avec ses besoins (**Duret et Pillet, 2005**).

C'est une démarche dont l'objectif est de maintenir cette qualité et aller vers le « zéro défaut » ou qualité totale. Elle est volontaire, coûteuse, longue et lourde à mettre en place mais génératrice de bénéfices. Il faut donc l'adhésion de tous, l'engagement de la direction, l'allocation de moyens et de ressources et enfin des évaluations (**Feinberg, 2001**).

L'assurance qualité met l'accent sur le processus entier (relation avec les fournisseurs, achat, production, stockage, logistique, livraison) et sa mise sous contrôle pour garantir le standard. Usuellement, celui-ci est atteint par une analyse soignée des risques à toutes les étapes, suivie par un contrôle de qualité à des points critiques du processus. Le procédé est soumis à une analyse de variations des paramètres critiques pour déterminer leur marge de tolérance et obtenir un produit conforme.

Ce travail nécessite des procédures, des feuilles de contrôle et de directives techniques, des recherches de système de mesure. L'assurance qualité a comme but de garantir les fluctuations au niveau déterminé par le standard. Elle n'est pas en elle-même un processus d'amélioration de qualité.

Le contrôle qualité de produit fini devient alors, dans le contexte de l'assurance qualité un des éléments de preuve, parmi d'autres, de l'atteinte des objectifs de l'assurance qualité. Assurance et contrôle qualité sont optimisés selon le principe **KISS** (*Keep It Simple and Stupid* ; le nécessaire, et seulement ce qui est nécessaire) (**Jaccard, 2010**).

1.6 Management de la qualité totale :

Le T.Q.M repose sur un courant d'idées dont le but est d'optimiser la qualité en adoptant une démarche d'amélioration constante ou continue. Il est basé sur la participation de tous les acteurs de l'entreprise qui est orientée vers la totale satisfaction du client qui préfère le produit ou le service qui lui offre des meilleures performances ainsi que la rentabilité et des bons résultats pour l'entreprise. Le TQM est à la base de compétitivité à la fois pour résister à la concurrence et pour trouver des débouchés à l'exportation et d'avoir une part du marché et de concrétiser un avantage concurrentiel. L'entreprise est devenue un impératif de compétitivité, de pérennité et du développement. Cette méthode est fondée sur une règle éternelle qui se vérifie depuis la nuit des temps : pour satisfaire le client, il faut lui délivrer des produits ou des services de qualité. Le TQM dans l'entreprise algérienne doit passer par l'esprit « qualité » et la « démarche et enjeux de la qualité » (**Abdelkader, 2011**).

Elle est schématisée dans la figure 10 :

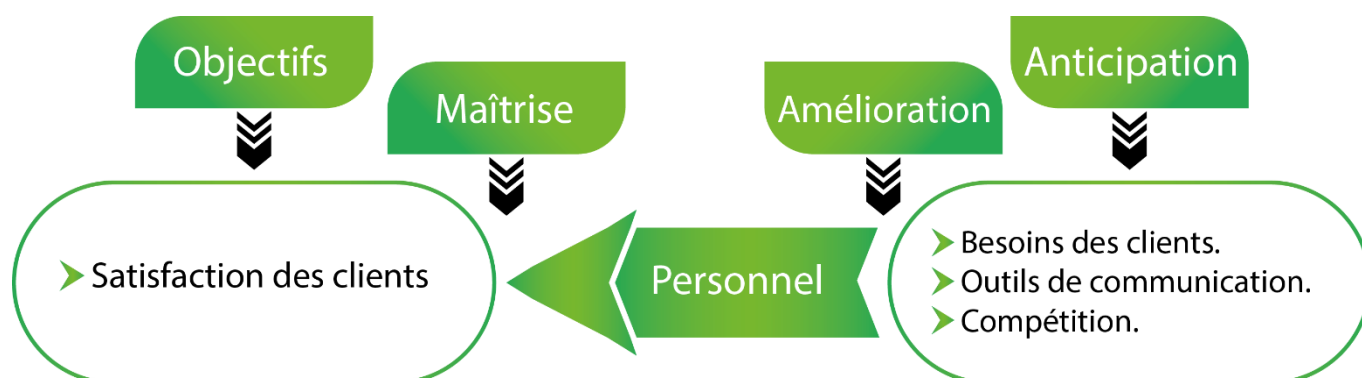


Figure 10 : Management de la qualité totale (TQM) (Belmedani et Amrouche, 2022).

1.7 Management qualité ISO 9001 :

La certification ISO 9001 est une reconnaissance officielle, délivrée par un des organismes certificateurs (AFAQ, BVQI, SGS...) qui atteste de la conformité de votre système qualité aux exigences d'une norme internationale de management de la qualité : la norme ISO 9001.

ISO 9001 a pour titre « Systèmes de management de la qualité – Exigences ». Elle est la seule des quatre normes de la famille à pouvoir être utilisée à des fins de certification. Les exigences définissent précisément ce que l'organisation doit faire, particulièrement les moyens qu'elle doit mettre en œuvre pour constituer et entretenir un système de management de la qualité¹⁰.

Ces exigences se repèrent facilement dans le texte de la norme lorsque des expressions comme « La Direction doit... l'organisme doit... » sont utilisées.

1.8 Normalisation :

Selon Larousse « Ensemble des règles fixant le type d'un objet, les procédés techniques de fabrication, de production ».

La norme est un instrument très diversifié. Elle peut s'appliquer globalement à l'ensemble des caractéristiques d'un type de produit :

- Sécurité.
- Aptitude à l'emploi.
- Non atteinte à l'environnement.

Elle ressent les garanties de la conformité des produits réalisés à leur composition. Ainsi elle assure à l'utilisateur la preuve de l'existence de moyens de mesures de sa satisfaction.

La normalisation ou activité d'établissement des normes, s'attache notamment à définir collectivement, en considération de catégories déterminés de besoin, des grammes correspondantes de produits ou méthodes propres à la satisfaire (aptitude à l'emploi), en éliminant les complications et variété superflus (simplification), afin de permettre une production et une utilisation rationnelle sur des techniques du moment. Ainsi facilité les échanges commerciaux dans l'industrie et assurer au consommateur un minimum de qualité (Seddiki, 2004).

1.9 La norme ISO 22000 :

La norme ISO 22000 est une norme de système de management de la sécurité des denrées alimentaires (SMSDA). Elle a été créée pour face à une demande de plus en plus importante des clients de démontrer l'aptitude des organisations de la chaîne alimentaire à identifier et maîtriser les dangers liés à la sécurité des aliments. Seule norme reconnue au niveau international, l'ISO 22000 est le fruit du consensus de 45 pays et de différentes catégories d'acteurs, privés et publics (**Afnor, 2021**).

Elle a été publiée en septembre 2005, c'est la seule norme internationale sur le système de management qui vise la sécurité des denrées alimentaires.

Mettre en place un système de management de la sécurité des aliments selon l'ISO 22000, c'est faire la démonstration des moyens mis en œuvre par une organisation afin d'assurer la sécurité des aliments ; c'est également apporter la confiance à ses fournisseurs, ses clients et les parties intéressées de la chaîne alimentaire.

L'ISO 22000 permet d'identifier les dangers potentiels pouvant survenir en amont comme en aval de cette chaîne et de définir avec eux une procédure de communication de crise conjointe à déclencher si un problème survient. L'ISO 22000 facilite aussi le respect des exigences réglementaires. Elle est d'ailleurs reconnue en cela par les services officiels de contrôle. La certification de la norme constitue un moyen efficace pour votre entreprise de communiquer avec les parties prenantes et les autres parties intéressées.

1.10 La norme FSSC 22000 :

Le protocole de certification FSSC 22000 (ci-après le Protocole de certification) décrit les exigences relatives à l'audit et à la certification des systèmes de management de la sécurité des aliments (SMSDA) ou des SMSDA et des systèmes de management de la qualité (SMQ) des organisations de la chaîne alimentaire. Ce certificat confirme que les SMSDA (FSSC 22000) ou les SMSDA et SMQ (FSSC 22000-Qualité) des organisations sont conformes aux exigences du Protocole de certification (**FSSC 22000 Version 5, Mai 2019**).

Le Protocole de certification est fondé sur les normes/spécifications techniques accessibles au public :

- Les exigences d'ISO 22000 pour toute organisation de la chaîne alimentaire ;
- Les exigences d'ISO 9001 (si le FSSC 22000-Qualité est exigé) ;
- Les programmes prérequis adaptés (PRP) fondés sur les spécifications techniques pour le secteur (par ex. ISO/TS 22002-x ; PAS xyz) ; et
- Les exigences supplémentaires du FSSC 22000 telles que définies par nos parties prenantes.

Si la Fondation décide que des mises à jour ou des modifications du Protocole de certification sont nécessaires, les exigences en termes de communication et de mise en œuvre seront publiées séparément.

Le Protocole de certification fournit un modèle de certification volontaire qui peut être appliqué dans toute la chaîne alimentaire. Il peut couvrir des secteurs de la chaîne logistique dans lesquels des programmes prérequis spécifiques (PRP) ont été élaborés et validés. La description de la catégorie de la chaîne alimentaire utilisée dans ce Protocole de certification est définie conformément à ISO/TS 22003 :2013.

Depuis février 2010, le Protocole de certification a fait l'objet d'une analyse comparative et a été reconnu par la Global Food Safety Initiative (GFSI), ce qui vient confirmer la reconnaissance et l'acceptation par l'industrie agroalimentaire au niveau international (**FSSC 22000 Version 5, Mai 2019**).

1.11 Certification :

Outil par lequel les organismes de certification agréés donnent l'assurance que le système de management de la sécurité des aliments et/ou de la qualité, et sa mise en œuvre par l'organisation audité, sont conformes aux exigences du Protocole de certification (**FSSC 22000 Version 5, Mai 2019**).

1.12 Autocontrôle :

Selon l'ISO 8042 v 1994, un autocontrôle est un contrôle par l'exécutant lui-même du travail qu'il a accompli, suivant des règles spécifiées. Ses résultats peuvent être utilisés comme support lors de la maîtrise d'un processus.

L'autocontrôle est un mode de fonctionnement où chacun, à son niveau, et de manière relativement autonome, contrôle la qualité de son travail. Par exemple, l'opérateur contrôle lui-même sa production.

Il s'agit d'une vérification à la source considérée comme particulièrement efficace pour deux raisons essentielles :

- La diminution du temps de réaction aux dysfonctionnements : la personne peut détecter et corriger les défauts en temps réel, juste après la réalisation de son travail.
- La responsabilisation des personnes et leur implication pour accroître le niveau de qualité requis.

Chapitre III : Système HACCP Hazard

Analysis Critical Control Point

1 Historique :

L'origine du système HACCP est liée à la nécessité de garantir l'absence de maladies d'origine alimentaire pour les astronautes de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) lors de leurs voyages spatiaux.

La société Pillsbury, en réponse à celle-ci, a développé le système HACCP elle a défini comme étant un système qui offre la plus grande sécurité possible, tout en réduisant la dépendance vis-à-vis de l'inspection et du contrôle des produits fini et la présente publiquement lors d'une conférence de la sécurité sanitaire des aliments, en 1971. (**BOURGEOIS et al., 1996 ; ARTHAUD et al.,1999**).

Le système HACCP est née à partir de deux grandes idées ; la première étape est associée à W .E Deming (consultant américain) qui est le père du Management de la Qualité Totale TQM dont les théories visant l'amélioration continue sont largement reconnus pendant les années 50, la deuxième étape est le développement du concept HACCP mis au point pendant les années 60 par les pionniers que sont la société Pillsbury et la NASA (National Aeronautics and Space Administration) lors de la recherche des aliments sûrs (sous forme de gélules lyophilisées) pour les astronautes à zéro défaut, avec une longue durée de conservation et une bonne qualité hygiénique et nutritionnelle afin d'éviter la toxi-infection alimentaire ou l'intoxication et garantir l'innocuité de ces aliments (**Mortimore et Wallace, 2001**).

Depuis 1972, le HACCP fut approuvé par plusieurs pays du monde et est devenu indispensable pour garantir la sécurité alimentaire (**BOURGEOIS et al., 1996 ; ARTHAUD et al.,1999**). La méthode HACCP a été utilisée sur une base volontaire dans diverses industries agroalimentaires européennes et des firmes internationales telles qu'Unilever, Nestlé ou BSN qui disposent déjà d'une large expérience en la matière. Parallèlement à son utilisation par ces industriels, diverses organisations internationales ont prôné le recours à la méthode HACCP, considérée comme l'un des meilleurs moyens de garantir la sécurité des denrées alimentaire. Cela va en particulier dans le sens des recommandations de l'OMS, de l'ICMSF (International Commission for Microbiological Spécifications for Foods) et Codex Alimentarius qui a proposé la première harmonisation internationale des définitions et des éléments de base du concept. (Annexe 8)

En Algérie, le terme HACCP apparait pour la première fois dans le journal officiel N° 56 du 20 Rajab 1424 correspondant au 17 septembre 2003, contenu dans l'arrêté interministériel fixant le programme de la formation spécialisée pour l'accès au grade d'inspecteur principal de la qualité et de la répression des fraudes. Le 10 mars 2010, un décret exécutif N° 10-90 complétant le décret n° 04-82 du 26 muharram 1425 correspondant au 18 mars 2004, recommande l'application du système HACCP dans le cas des industries liées aux produits d'origine animal.

2 Définition du système HACCP :

HACCP est l'abréviation anglaise de « Hazard Analysis Critical Control Points », c'est-à-dire « l'Analyse des risques – points critiques pour leur maîtrise » abrégé en ARMPC en français (Figure 11). Il s'agit d'une méthode servant à identifier, à évaluer et à contrôler les dangers biologiques, chimiques ou physiques (y compris ceux qui apparaissent lors d'une contamination croisée tout au long de la chaîne de fabrication), qui menacent la salubrité des produits alimentaires (CAC, 2003). Sa mise en place doit se faire en transparence (FAO ET OMS, 2003).

C'est donc une démarche structurée et progressive, pluridisciplinaire puisque tous les secteurs de l'entreprise sont concernés, participatives, (groupe de travail), responsabilisant et spécifique d'une entreprise, d'une chaîne de fabrication, d'un procédé ou d'un produit (JEANTET et al, 2006).

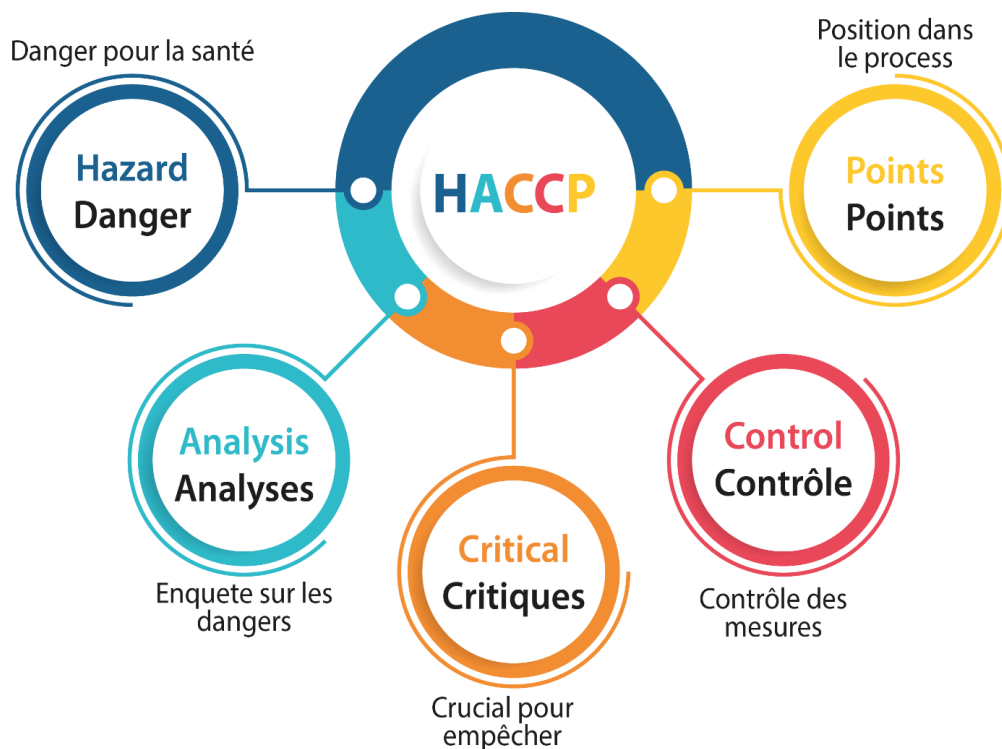


Figure 11 : Signification du mot HACCP (Belmedani et Amrouche, 2022).

3 Objectifs du système HACCP :

Le système HACCP complet a pour objectifs l'identification, l'évaluation ainsi que la maîtrise des dangers biologiques (virus, bactéries.), chimiques (additifs, pesticides.) et physiques (bois, verre...) au regard de la sécurité alimentaire.

Il est considéré comme l'un des outils les plus performants permettant de maîtriser les dangers associés à l'ensemble des secteurs de la transformation d'aliments ou de boissons, la vente, la distribution, la restauration et ce, à un moment où il est nécessaire de fournir au consommateur des produits irréprochables, évitant ainsi tout effet négatif sur leur santé.

L'HACCP est un système préventif de maîtrise qui vise donc à garantir la sécurité des aliments. C'est une approche documentée et vérifiable pour l'identification de points critiques pour la maîtrise et pour la mise en œuvre d'un système de surveillance. **(C.QUITTET, 1999)**. Accroître l'efficacité des processus en les améliorant à tous les niveaux de la chaîne : traçabilité, transformation, distribution, risques associés, mesures correctives...

4 Etude critique du système :

4.1 Avantages du système HACCP :

Le système HACCP est fondé sur des données scientifiques. C'est le meilleur et unique outil de gestion de l'hygiène alimentaire (sécurité et salubrité des aliments) qui :

- Faire progresser l'entreprise plutôt que de la sanctionner **(Koenig et Courvalin, 2005)**.
- Identifie de manière systématique tous les dangers biologiques, chimiques et physiques.
- Elabore des mesures préventives nécessaires à leur contrôle ; on entend par le terme de contrôle, l'élimination du risque ou sa réduction à un niveau acceptable.
- Vérifie la maîtrise du risque par des contrôles.
- Réduit les risques de non-conformité qui peuvent résulter des contrôles sur le produit fini **(Anonyme, 2011)**.
- Répond à un problème ponctuel **(MANFRED et MOLL, 2005)**.
- Réduit le gaspillage et les pénalités (lors de la non-conformité des produits alimentaires industriels) **(BOLNOT, 1997)**
- Préviend les dangers et risques causants la détérioration des aliments.
- Répond aux exigences réglementaires nationales et internationales.
- Facilite le commerce international.
- Répond aux attentes des consommateurs (aliment sain, d'excellente qualité et d'un prix moins cher) **(Lücke et Trafialek, 2010)**.
- Satisfait les clients et les fidélise en renforçant leur confiance **(FAO et OMS, 2003)**.
- Réduit les coûts des accidents alimentaires et concentre les dépenses de l'entreprise sur les actions les plus pertinentes de la qualité.
- Améliore le professionnalisme, la créativité, la compétitivité et la qualité du travail des employés de l'entreprise. **(Panisello et al, 1999 ; Beyer et Krieger, 2004 ; Bas et al, 2007)**.

4.2 Inconvénients du système HACCP :

- Il ne faut pas oublier, nous plus, que le système HACCP n'élimine pas tous les dangers, il détecte les dangers identifiables et les maîtrise dès leur apparition, mais le risque zéro n'existe pas.
- Nécessite des connaissances techniques et scientifiques n'existant pas toujours en interne.
- La mise en application d'une méthode HACCP impose de nombreuses dépenses que les établissements doivent assumer sans aide financière **(Bouali, 2010)**.
- Avoir un système de qualité et des procédures préétablis ne garantit pas la suppression de toutes les erreurs de production.

5 Programmes préalables au système HACCP

Selon la PASA (2007), les programmes préalables sont des procédures ou étapes à caractère universel qui régissent les conditions opérationnelles nécessaires avant et pendant la mise en œuvre du système à l'intérieur d'un établissement de transformation alimentaire et créent des conditions ambiantes propices à la production d'aliment salubre.

En effet, si une entreprise se lance dans le système d'analyse de dangers, et prends des mesures correctives et préventives sans avoir étudié les programmes préalables, il y aura une identification de plusieurs dangers. De plus, la gestion de ces derniers sera compliquée (une liste interminable des mesures préventives qu'il faudra mettre en place) (**Quittet et Nelis, 1999**).

Les bonnes pratiques les plus considérées comme base du système HACCP sont :

❖ Bonnes Pratiques d'Hygiène :

Bonnes pratiques d'hygiènes (BPH) concernent l'ensemble des opérations destinées à garantir l'hygiène (annexe 9), c'est-à-dire la sécurité sanitaire et la salubrité des aliments. Elles s'appliquent à toute la chaîne alimentaire (de la production primaire jusqu'à l'assiette du consommateur) (**Boutou, 2006**).

❖ Bonnes pratiques de fabrication :

Selon Krishnakumar (2021), les bonnes pratiques de fabrication (BPF) sont au cœur de la qualité. Elles sont destinées aux unités de production et définissent les exigences générales pour le contrôle et la vérification des ingrédients, matériaux d'emballage, diagramme des flux, l'appareillage, produits finis, ...etc. Leur principe est d'assurer que la qualité est intégrée au produit et qu'à chaque fabrication, cette qualité sera maintenue (en suivant les mêmes méthodes, dans des conditions identiques) (**OMS, 1997**).

❖ Bonnes pratiques de laboratoire :

Les bonnes pratiques de laboratoire (BPL) forment un ensemble de règles se rapportant au mode d'organisation et aux conditions dans lesquelles les essais de laboratoire sont planifiés, effectués, contrôlés, enregistrés et diffusés (**Feinberg, 2001**). Ils garantissent que les résultats obtenus des analyses seront plus exacts, justes et fiables.

5.1 Préalables appliqués à l'industrie agroalimentaire :

Avant d'élaborer un plan HACCP, chaque établissement doit établir des programmes préalables écrits et il doit les surveiller et vérifier qu'ils respectent toutes les exigences prévues dans la réglementation et dans les programmes (**ACIA, 2007**). Le respect de ces exigences assure des conditions favorables à la production ou à la fabrication d'aliment salubre et par conséquent soutiennent l'implantation du système HACCP (**Boutou, 2008**).

Pour la maîtrise des prérequis (PRP) et assurer un environnement hygiénique dans l'entreprise l'ensemble des critères à satisfaire sont :

- ✓ **L'infrastructure des bâtiments** : installation (mettre en évidence l'environnement extérieur de la brasserie, la route qui emmène vers elle, les polluants extérieur, la nature de sol, etc.), structure et disposition (murs, plafonds, sols, peintures, angles arrondis des locaux, etc.), ouvertures vers l'extérieur, éclairage adéquat, approvisionnement en air, etc. (**Mortimore et Wallace, 2001**). Avoir des fenêtres et portes en bon état et nettoyer régulièrement les locaux ou les rénover s'il est nécessaire, posséder une salle d'analyse sensorielle...
- ✓ **L'hygiène personnelle** : le personnel est responsable de la majorité des dangers, son non-respect de la marche en avant (règles de circulation entre les zones de production) ou de l'hygiène corporelle (des mains principalement) et vestimentaire, les permettent de véhiculer des microorganismes. L'établissement doit assurer que tous ses employés adoptent des pratiques de manipulation sanitaire des aliments, pour cela il doit les offrir une formation continue en termes de : hygiène alimentaire, propreté et comportement, hygiène de santé (blessures et maladies transmissibles).
- ✓ **La conception hygiénique des équipements et des instruments d'analyses** : Le démontage et remontage des équipements et la distance entre eux et les murs, favorise le nettoyage, vérifier le fonctionnement des machines et les maintenir en bon état, réparer les pannes, étalonner les appareils de mesurage pour s'assurer de la crédibilité et l'exactitude des résultats d'analyse.
- ✓ **L'approvisionnement en eau** : L'eau utilisée dans la zone de fabrication, les sanitaires, laboratoires... Doit être propre, il est important de vérifier ses qualités microbiologiques et chimiques. Les facteurs qui influencent la qualité de l'eau sont la dureté de l'eau, le pH, la présence de minéraux métalliques (fer, manganèse) et la contamination microbiologique (**Vignola, 2002**).
- ✓ **La lutte contre les nuisibles** : Leur présence est synonyme de manque d'hygiène, l'établissement doit disposer d'un plan de nettoyage et désinfection préventive, ainsi d'un programme de lutte contre les nuisibles.
- ✓ **Équipement** : Les équipements en contact direct avec le produit avant qu'il ne soit entièrement emballé doivent être conformes au contact alimentaire, et doivent contribuer à limiter le risque de contamination. Les ustensiles doivent être faits de matières non toxiques, et faciles à nettoyer. (**Benyoub, 2017**).
- ✓ **Le transport et entreposage** : Les matières premières, les ingrédients et les matériaux d'emballage (c'est-à-dire les matériaux reçus de l'extérieur) doivent être transportés, entreposés et manutentionnés de façon qui permet de prévenir toute contamination chimique, physique ou microbiologique. Certains matériaux reçus de l'extérieur devront être certifiés par des lettres de garantie, des résultats d'analyse ou d'autres moyens satisfaisants, en conformité avec les plans HACCP (**Dupuis et al, 2002**).
- ✓ La gestion des déchets (les valoriser, incinérer ou les stocker dans un endroit qui ne serait pas en contact avec la farine ou blé tendre).

6 Principes du système HACCP :

Le Codex Alimentarius a élaboré les sept principes de la démarche HACCP :

- ✓ **Principe 1** : Enumérer tous les dangers potentiels, effectuer une analyse des risques et envisager des mesures de maîtrise.
- ✓ **Principe 2** : Déterminer les points de contrôle critiques (CCP).
- ✓ **Principe 3** : Fixer un seuil critique pour chaque CCP.
- ✓ **Principe 4** : Mettre en place un système de surveillance pour chaque CCP.
- ✓ **Principe 5** : Prendre des mesures correctives.
- ✓ **Principe 6** : Appliquer des procédures de vérification.
- ✓ **Principe 7** : Tenir des registres et constituer un dossier.

7 Etapes du système HACCP :

Le HACCP comprend 12 étapes illustrées dans la figure 12 qui permettent d'établir et de mettre en œuvre un plan HACCP. Ces étapes sont divisées en deux phases : phase préparatoire de l'HACCP et la phase d'application des sept principes.

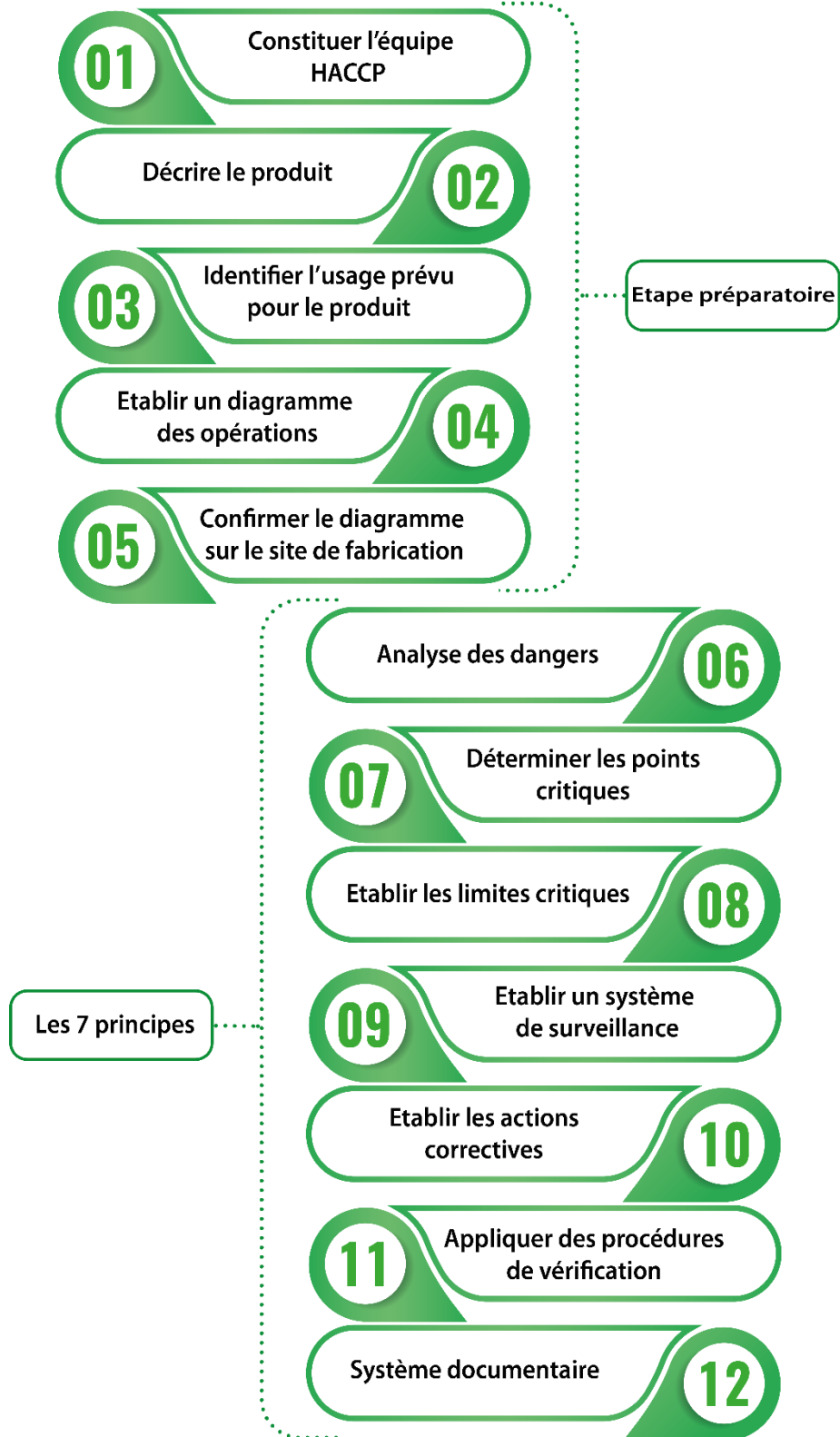


Figure 12 : Les différentes étapes du système HACCP (Belmedani et Amrouche, 2022).

7.1 Phase préparatoire du système HACCP :

Les cinq premières étapes, constituent la phase préparatoire du système Hazard Analysis Critical Control Point.

❖ **Etape 1 : Constitution de l'équipe HACCP :**

Au départ de la démarche HACCP, il est important d'avoir l'engagement de la direction qui est une condition indispensable pour la réussite de l'étude. L'équipe peut être mandatée par la direction.

L'équipe HACCP doit être pluridisciplinaire (**Seddiki, 2008**). Elle est constituée des personnes de l'entreprise possédant les connaissances et les compétences spécifiques, ainsi que de l'expérience appropriée au produit, à savoir un responsable qualité, un responsable de production, d'emballage, d'une personne chargée des analyses microbiologiques ou physicochimiques, d'un chef de service sanitaire, d'un toxicologue... Des experts techniques internes et externes peuvent y être associés pour des aides ponctuelles : recherche est développement, commercial, achat, marketing, maintenance, ... (**Quittet et Nelis, 1999**) Elle devrait se composer d'au moins d'une personne qui supervisera l'élaboration de l'ensemble du système HACCP. Évidemment, la personne qui jouera ce rôle devrait avoir une connaissance approfondie de l'établissement, de ses produits ainsi que du HACCP (**Troy et al, 2005**).

Avant de commencer la mise en place de l'ARMPC, il faut définir à la fois, le champ et le cadre d'étude, tracer les objectifs, établir les moyens nécessaires (ressources humaines, naturelles et financière), préparer un planning des activités, fixer les délais et échéancier.

❖ **Etape 2 : Description du produit**

Une étude est réalisée afin de regrouper toutes les informations qui permettront de caractériser les matières premières et les ingrédients, le produit en cours de fabrication ainsi que le produit fini. L'équipe HACCP va procéder à une collection des informations sur :

- ✓ La forme (volume et structure), la composition (formulation en %), et la nature de la matière première en premier lieu, des ingrédients (intrants), de tous les produits intermédiaires (produits en cours de la chaîne de fabrication) et du produit fini ;
- ✓ Les paramètres organoleptiques (saveur et flaveur) ;
- ✓ Les paramètres physicochimiques (PH, activité de l'eau Aw, température, viscosité, potentiel RedOx Eh...) ;
- ✓ La microbiologie des produits (flore banale, pathogène, ...) ;
- ✓ Les conditions de stockage et conservation ;
- ✓ La durée de vie ;
- ✓ L'étiquetage et le type d'emballage.

❖ **Etape 3 : Détermination de l'utilisation prévue du produit**

Cette troisième étape complète les informations précédentes et il s'agit d'identifier les modalités, les modes d'emplois et les instructions éventuelles d'utilisation.

Les informations réglementaires, techniques et commerciales doivent permettre d'identifier :

- ✓ La durabilité attendue.
- ✓ Les modalités normales d'utilisation du produit.
- ✓ Les instructions d'utilisations.
- ✓ La catégorie de personnes auxquelles est destiné le produit.

- ✓ Les populations éventuellement sensibles au produit (nourrissons, personnes âgées, femmes enceintes...etc).

Ces instructions seront mentionnées sur son emballage, afin d'éviter l'utilisation fautive du produit par le consommateur (risque de toxi-infection alimentaire).

❖ **Etape 4 : Etablissement d'un diagramme des opérations**

L'ISO 22 000 v 2018 a défini le diagramme des flux comme étant une présentation schématique et méthodique de la séquence d'étapes et de leurs interactions dans le processus. Il permet donc d'identifier les intrants (matière première, ingrédients rajoutés, additifs alimentaires, ...) et sortants (déchets), de recueillir des données techniques pour chaque étape (couple temps / température, l'état des équipements et les procédures de nettoyage et désinfection) (Jouve, 1996). Le diagramme peut également inclure les étapes avant et après le traitement effectué dans l'établissement (Arvanitoyannis, 2009).

❖ **Etape 5 : Vérification sur place du diagramme des opérations**

Selon Delacharlerie et al (2008), la confirmation du diagramme des opérations sur terrain par l'audit procédé, se fait en le comparant avec le diagramme de fabrication (flow chart), en cas de manque d'informations ou de défauts de fabrication, il sera nécessaire de rectifier ces derniers. Cette étape est indispensable pour s'assurer à la fois de la fiabilité du diagramme élaboré à l'étape précédente et de l'exclusivité des informations recueillies. Elle permet de faire le point sur les distorsions qui existent souvent entre ce que l'on croit faire et ce que l'on fait réellement (Scalabrino, 2006).

Cette étape ne doit pas être négligée car elle conditionne toute la suite de l'étude, c'est-à-dire sa réussite ou son échec (Quittet et Nelis, 1999).

7.2 Phase d'application des 7 principes du système HACCP :

Les principes du système HACCP sont au nombre de sept (de la 6^{ème} jusqu'à la 12^{ème} étape).

❖ **Principe 1 : Enumérer tous les dangers potentiels, effectuer une analyse des risques, envisager des mesures de maîtrise (Etape 6)**

Cette sixième étape constitue le premier principe énoncé par le codex alimentarius. Il s'agit d'identifier tous les dangers potentiels, d'effectuer une analyse des risques et d'envisager des mesures de maîtrise. D'après Scalabrino (2006) il faut considérer les agents pathogènes de nature biologique, chimique ou physique (tableau I) susceptibles de représenter un danger potentiel à l'égard de la santé publique pour l'utilisateur ou le consommateur final. L'analyse des risques du processus doit obligatoirement être fondée sur des connaissances scientifiques. Elle consiste à analyser systématiquement chaque étape du processus, en identifiant et énumérant tous les dangers potentiels et de les évaluer quantitativement et qualitativement ainsi que leurs causes (Mortimore et Wallace, 2001).

Pour identifier les causes, on peut utiliser par exemple, la méthode des 5M : Matériel, Main d'œuvre, Milieu, Méthode, Matière.

➤ Evaluation qualitative des dangers :

Il s'agit d'une classification selon la nature des dangers :

- Dangers chimiques : comme par exemple les pesticides, métaux lourds.
- Dangers physiques : tel que le verre, les fragments d'insectes morts, débris de plastique et débris de métal.
- Dangers biologiques/microbiologiques : ils concernent les microorganismes et leurs toxines, c'est-à-dire les virus, les bactéries, les parasites et les champignons (moisissures et levures).

➤ Evaluation quantitative des dangers :

L'évaluation quantitative d'un danger s'effectue par apport à sa :

- **Gravité (G)** : sévérité des conséquences pour le consommateur.
- **Fréquence (F)** : lorsque celle-ci a été constatée sinon la probabilité d'apparition en considérant que telle opération se déroule dans des conditions mal maîtrisées.
- **DéTECTABILITÉ (D)** : le degré de détectabilité est associé à la visibilité ou non du danger.

L'indice de criticité associé à chaque danger peut alors être calculé en multipliant la gravité par la fréquence par la détectabilité.

L'équipe HACCP va établir des mesures préventives correspondant aux activités, actions techniques ou facteurs requis, dont le but principal est d'éliminer tous les dangers détectés. Cette équipe va essayer d'éliminer ces dangers ou essayer de réduire leurs occurrences à des niveaux acceptables (S'ils sont difficiles à maîtriser) (**Jouve, 1994**).

$$IC = \text{Cotation de Gravité (G)} \times \text{Cotation de la Fréquence (F)} \times \text{Cotation de la détectabilité}$$

Tableau 6 : Evaluation des dangers (Indice de criticité « C ») (**Blanc, 2006**)

Gravité	Fréquence	DéTECTABILITÉ	Note
Grave	Importante	Importante	5
Moyenne	Moyenne	Moyenne	3
Faible	Faible	Faible	1

❖ Principe 2 : Déterminer les CCP (étape 7)

D'après l'ISO 22000 v 2018, un CCP (Critical Control Point ou en version française point critique pour la maîtrise) est une procédure, une étape du processus où la perte de maîtrise entraîne un risque inacceptable, à laquelle une ou des mesures de maîtrise sont appliquées pour prévenir l'apparition d'un danger significatif lié à la sécurité des denrées alimentaires, ou pour le ramener à un niveau acceptable, en mettant en place une mesure corrective.

ISO 22000 v 2018 a défini aussi les PRPo (Programmes Prérequis Opérationnels, ou en anglais (Operational Prerequisite Programmes) comme étant une mesure de maîtrise ou combinaison de mesures de maîtrise appliquée pour prévenir l'apparition d'un danger significatif lié à la sécurité des denrées alimentaires, ou pour le ramener à un niveau acceptable, et où un critère d'action et une mesure ou une observation permettent une maîtrise efficace du processus et / ou du produit.

Les CCP (qui ne sont pas facilement maîtrisables) et les PRPo (qui sont aisément éliminables), s'identifient soit par : l'arbre de décision recommandée par le Codex Alimentarius, qui s'applique uniquement sur les dangers dont l'indice de criticité dépasse la limite fixée par l'équipe HACCP.

❖ Principe 3 : Fixer un ou des seuil(s) critique (s) (étape 8)

Selon le Codex Alimentarius (2009), le principe 3 consiste à fixer des limites qui est la valeur qui sépare l'acceptable de l'inacceptable, elle correspond aux valeurs extrêmes acceptables au regard de la sécurité du produit. En se basant sur des données scientifiques et les référentiels normatifs, ces limites doivent être établies pour chaque CCP afin de garantir la sécurité du produit alimentaire. Au-delà de ces seuils, ce dernier sera dangereux (**Wallace et Mortimore, 2016**).

Pour chaque CCP, il faut établir des limites critiques qui doivent être illustrées par des paramètres mesurables. Parmi les paramètres les plus fréquemment utilisés on note les mesures de la température, du temps, d'humidité, du pH, d'acidité et des paramètres sensoriels tels que l'aspect visuel et la texture (**Meghrebi et Allali, 2016**).

Les limites critiques doivent être fondées sur des données incontestables et doivent être conformes aux règlements nationaux, aux normes de l'entreprise ou à d'autres données scientifiques. Elles peuvent être plus strictes que les exigences des règlements (**Anonyme, 2011**).

❖ Principe 4 : Mettre en place un système de surveillance pour chaque CCP

Il s'agit de vérifier les exigences formulées pour le CCP et définir avec précision les plans, méthodes, dispositifs nécessaires pour effectuer les observations, tests ou mesures permettant de s'assurer que les limites critiques de chaque CCP sont effectivement respectées. La surveillance peut s'agir par l'observation visuelle (nettoyage), des mesures physicochimiques ou des analyses microbiologiques. Le système de surveillance doit être constitué de modes opératoires, d'instruction et d'enregistrements pertinents couvrant les points suivants : les mesures ou observations fournissant des résultats dans un intervalle du temps approprié (**Yaiche, 2013**).

Idéalement, ces systèmes devraient assurer une surveillance en continu et fournir l'information en temps réel, pour que l'action corrective à entreprendre assure le retour à la maîtrise avant qu'il ne soit nécessaire de rejeter le produit, mais en pratique la surveillance est le plus souvent discontinu. La fréquence des mesures doit alors être suffisante pour garantir le contrôle du CCP (**Quittet et Nelis, 1999**).

❖ **Principe 5 : Prendre des mesures correctives (étape 10)**

D'après le règlement européen (CE) N° 852 / 2004, les actions correctives sont des procédures à suivre en cas de dépassement des limites critiques ; qui, en garantissant que tous les CCP sont mis sous contrôle, éliminent les causes des non-conformités détectées, des survenues des écarts ou d'autres situations indésirables.

La description des actions correctives doit comprendre ;

- ✓ La nature de la déviation ;
- ✓ La cause de la déviation ;
- ✓ Les méthodes et les techniques pour établir m'action corrective ;
- ✓ Les modes opératoires ;
- ✓ Le traitement des produits défectueux ;
- ✓ La responsabilité d'exécution et de décision ;
- ✓ L'enregistrement des résultats.

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 HACCP (**Blanc, 2009**).

❖ **Principe 6 : Appliquer des procédures de vérification (étape 11)**

Pour pouvoir prouver que le système HACCP fonctionne correctement l'équipe doit mettre en place un dispositif de vérification, ainsi cette étape constitue des procédures de vérification qui permettent de confirmer l'efficacité du système. Ces procédures prévoient notamment une revue de la documentation du système HACCP pour assurer qu'elle est à jour. On peut citer comme activités de vérification ; tests de vérification, audit, analyse d'échantillons aléatoires, de tels contrôles devraient être suffisamment fréquents pour confirmer le bon fonctionnement du système (**FAO, 1997**).

Les activités de vérification comprennent par exemple :

- L'examen du système HACCP et de ses documents.
- L'examen des écarts et la destination donnée aux produits.
- La confirmation que les CCPs sont bien maîtrisés.
- La revalidation des limites critiques établies (**Bekada, 2007**).

❖ **Principe 7. Tenir des registres et constituer un dossier (étape 12)**

L'équipe doit tenir un dossier, ou seraient figurer la description de toutes les actions effectuées ; les instructions de travail et les documents relatifs aux étapes 1 à 11, les résultats et observations, les fiches d'autocontrôle, rapports et relevés de décision. Ce système documentaire vise d'une part, à prouver que le système HACCP est efficace ; d'autre part, à décrire les dispositions mis en place [déviations, mesures préventives, mesures correctives, surveillance, vérification et traçabilité (ascendante et descendante)] (**Jouve, 1994**).

Cette documentation se compose de :

- **Le plan HACCP** : document qui décrit les procédures formalisées à suivre (12 étapes), en accord avec les sept principes du système HACCP.
- **Les procédures** : sont les instructions correspondantes aux compositions des produits, aux opérations du diagramme, aux systèmes de surveillance des CCPs et aux mesures préventives et correctives ;
- **Les enregistrements** : sont les valeurs surveillées, contrôle de fabrication...ect.

Ces enregistrements s'accumulent au fur et à mesure et l'on doit prévoir leurs archives (**Bouali, 2010**).

L'ensemble de la documentation doit être géré de façon à être à jour, facilement disponible et accessible, et être classé de façon simple et cohérente.

8 Relation entre HACCP et ISO 22000 et FSSC 22000 :

L'ISO 22000 est une norme internationale, relative à la sécurité des denrées alimentaires, et elle est applicable pour tous les organismes de la filière agroalimentaire qui repose sur les principes du système HACCP ; cette norme combinera dynamiquement les principes HACCP et les étapes de l'application avec PRP, tel que décrit par la Commission du Codex Alimentarius, visant tous les deux à garantir la salubrité et la sécurité du produit et ainsi celle du consommateur.

Quant à la norme FSSC 22000, c'est une norme de sécurité alimentaire de la Global Food Safety Initiative (GFSI), qui est basée sur la norme ISO 22000 pour les systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires.

Donc les trois cités, ont comme point commun l'objectif de protéger et garantir la qualité du produit et la sécurité du consommateur.

PARTIE II : Etude pratique

Chapitre I :

Première phase : préparation du
système HACCP

1 Présentation de l'entreprise :

La brasserie TANGO fut créée le 11 Mai 1999, elle n'a été construite qu'en Septembre 1999, la 1 ère bouteille de bière est sortie le 01 Mai 2001. Une entreprise qui appartenait au groupe Mehri jusqu'à 2008, propriété du milliardaire algérien éponyme. En effet par la suite, la brasserie « TANGO » a été vendue au géant mondial « Heineken » pour la bagatelle de 135 millions d'euros en 2008.

L'usine est basée sur la Nationale N°5 à 20 km à l'est d'Alger et à 10 km de l'aéroport international sur une superficie : 38000 M², elle comporte :

- **Une salle de brassage :** Brassage (150 brassins / mois) et 5 silos de malt (1324 tonnes de malt de type A et de type C).
- **Salle des cuves de fermentation :** 18 VERAPS (2800HL) et 6 HORAPS (1200 HL) + salle de propagation et de stockage de la levure.
- **Une salle de filtration et une salle de préparation des filtres :** deux types de filtre le KG et le PVPP, 5 TBF (1100 HL) et 1 TBF (80 HL pour les fûts)
- **03 lignes d'embouteillage (bouteilles, canettes et fûts) :** 3 types de format bouteille : (24 Cl – 25 Cl – 33 Cl), 2 types de format canette (50 Cl & 33 Cl) et des fûts.
- **Un laboratoire :** qui assure le contrôle qualité du processus de fabrication.

La SARL TANGO est une entreprise certifiée ISO 22000 pour tous ses processus, par le Bureau Veritas International (depuis 9 Juin 2009), et s'inscrit dans une démarche de Management de sécurité Alimentaire, et envisage une nouvelle certification qui est la FSSC 2200 (Food Safety System Certification).



PART OF THE  **HEINEKEN** COMPANY

Figure 13 : Logo de l'entreprise « TANGO » Part Of The HEINEKEN Company.

2 Les programmes prérequis PRP :

La norme ISO 22000 apporte un éclairage sur la notion de PRP. Selon elle, un PRP est l'ensemble des « conditions et activités de base nécessaires pour maintenir, tout au long de la chaîne alimentaire, un environnement hygiénique approprié à la production, à la manutention et à la mise à disposition de produits finis sûrs et de denrées alimentaires sûres pour la consommation humaine » (ISO 22000, 2015).

Les programmes prérequis PRP sont conçus pour assurer le contrôle des risques liés au *personnel* et à *l'environnement* de fabrication des aliments, en vue de créer des conditions favorables à la production de produits alimentaires sûrs (Figure 14).

Avant de mettre en œuvre un système HACCP, il faut une connaissance très approfondie sur l'entreprise (son état, son environnement, ses activités, etc.), il est important de faire un diagnostic des PRP sous forme de questionnaires pour chaque élément. Ces PRP regroupent : les bonnes pratiques de laboratoire (BPL) les bonnes pratiques de Fabrication (BPF), les Bonnes Pratiques d'Hygiène (BPH), les Bonnes Pratiques de Transformation (BPT), les Bonnes Pratiques de Production (BPP), les Bonnes Pratiques de Distribution (BPD) et les bonnes Pratiques de Vente (BPV).

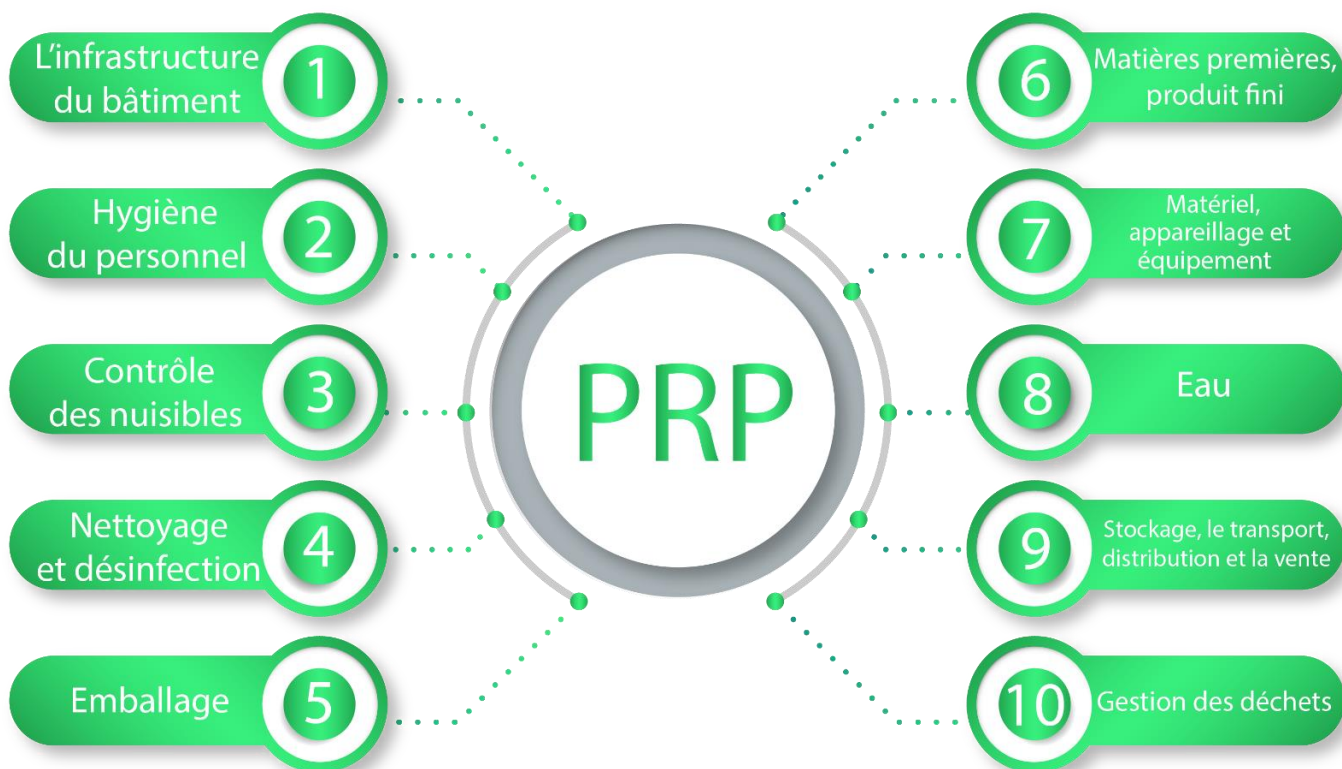


Figure 14 : Programmes prérequis (Belmedani et Amrouche, 2022).

Tableau 7: L'infrastructure du bâtiment

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ L'entreprise est-elle située :			
	1) Dans une zone industrielle ?	X		
	2) Près d'un cours d'eau ?		X	
	3) Près d'une zone boisée ?		X	
	4) Près d'une zone urbaine ?	X		
	5) Près d'une autoroute ?	X		
	6) Près d'un champ cultivé ?		X	
	7) Près d'une forêt ?		X	
	8) Dans un environnement pollué ?		X	
	9) Dans une zone à risque sismique ?		X	
	10) À proximité de sources d'odeurs nauséabondes ?		X	
2	➤ Le pourtour de l'unité est-il situé dans une zone de stockage de déchets ?		X	
3	➤ La construction des bâtiments est-elle :			
	1) Ancienne 2) Neuve	X	X	
4	➤ L'emplacement des locaux est-il structuré selon l'enchaînement des étapes de fabrication ?	X		
5	➤ Existe-t-il une salle conçue pour l'analyse sensorielle ?	X		
	1) Est-elle bien équipée ?	X		
	2) Bien éclairée ?	X		
	3) Atmosphère contrôlée ?	X		
	4) Isolée de la zone de production ?	X		
6	➤ Existe-t-il des salles de formation du personnel ?	X		
7	➤ L'infrastructure du bâtiment applique les règles de marche en avant ?	X		
	(Prévention de contaminations croisées) sont-elles respectées ?	X		
8	➤ Les sols ont une pente pour l'évacuation des eaux usées et pour faciliter le nettoyage ?	X		

9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les sols ont-ils : <ol style="list-style-type: none"> 1) Des drains ou siphon dans l'atelier de production ? • Le nombre de siphons est suffisant ? • Siphons en inox ? 	X		
10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La finition des : <ol style="list-style-type: none"> 1) Locaux 2) Sols 3) Plafonds 4) Murs 	X		
11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les murs, les sols et les plafonds sont : <ol style="list-style-type: none"> 1) Etanches et non absorbants ? 2) Présentent-ils des fissures ? 3) La surface est-elle lavable ? 	X	X	
12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La peinture de revêtement des murs et plafonds est-elle : <ol style="list-style-type: none"> 1) Claire ? 2) Antifongique ? 3) Antifongique de meilleure qualité ? 4) Anti humidité ? 	X	X	Couvrir les murs de faïence, afin d'éviter toute présence de champignons.
13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Circuits : <ol style="list-style-type: none"> 1) Existe-t-il des circuits accrochés aux murs tels que les tuyaux d'eau ? 2) Des circuits d'eau, de vapeur ou d'air comprimé au-dessus de la zone de production ? 	X	X	
14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les circuits électriques accrochés aux murs et aux plafonds sont : <ol style="list-style-type: none"> a) Ils sont construits et entretenus de manière à éviter toute contamination ? 	X		
15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eclairages : <ol style="list-style-type: none"> 1) Le système d'éclairage est-il protégé par un cache ? 2) Les caches étanches constituent-ils un lieu d'accumulation de débris et de poussières ? 3) Le niveau d'éclairage est-il adapté à la nature et à la précision des tâches à exécuter ? 	X		Nettoyer régulièrement les caches d'éclairage.
16	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les différentes zones de l'usine sont-elles : <ol style="list-style-type: none"> 1) Séparées ? 	X		

	2) Distinctes ?	X		
17	➤ La zone de production présente-t-elle des ouvertures vers l'extérieur ?	X		Mettre des moustiquaires à chaque niveau d'ouverture.
	1) Les ouvertures sont-elles conçues de sorte à éviter l'intrusion des nuisibles ?		X	
	2) Les ouvertures sont-elles conçues de sorte à éviter l'aspiration des poussières ?	X		
18	➤ Les bâtiments sont-ils soumis à un plan de prévention des risques technologiques et des risques d'explosion ?	X		
19	➤ La sûreté de surveillance des locaux jours et nuits est-elle mise en œuvre ?	X		
20	➤ Le cache étanche qui protège le système d'éclairage est-il :			
	1) Mis en place ?	X		
	2) Nettoyé pour éviter la présence indésirable des poussières ?	X		
21	➤ Les tuyauteries et circuits électriques sont-ils accrochés aux murs et aux plafonds ?	X		
	➤ Représentent-ils un risque sur le personnel et produit ?		X	
22	➤ Existe-il des jonctions arrondies :		X	
	1) Sol-mur ?		X	
	2) Mur-mur ?		X	
23	3) Mur-plafond ?		X	
	➤ Les chemins des câbles électriques et la tuyauterie constituent-ils des lieux d'accumulation de poussières ?	X		Effectuer un nettoyage et un dépoussiérage régulièrement.
24	➤ Les portes sont-elles :			
	1) A surface lisse ?	X		
	2) Coulissantes ?	X		
	3) Non absorbantes ?	X		
	4) Automatiques ?	X		
25	5) Vitrées ?	X		
	➤ Il existe des fenêtres ouvertes :	X		Mettre des moustiquaires au niveau des fenêtres.
	1) Dans la salle de broyage ?	X		
2) Dans la salle de fabrication ?		X		
	3) Dans la salle de conditionnement ?		X	

	4) À double vitrage ? 5) Avec rebords ? 6) Bien ajustées ? 7) Brisées ?	X X X	X	Remplacer la vitre le plutôt possible.
26	➤ Les surfaces de l'industrie sont-elles construites de manière à éviter toute contamination ?	X		
27	➤ Existe-t-il des crevasses dans les locaux de production ?		X	
28	➤ Sanitaires : 1) Les WC sont suffisamment éloignés des zones de fabrication ? 2) Impeccables ? 3) Présence de séchage à mains ?	X X X		
29	➤ Vestiaires : 1) L'unité possède-t-elle des vestiaires ? 2) Séparées de la zone de production ? 3) En nombre suffisant ? 4) Equipés de douches ?	X X X X		
30	➤ Air : 1) Les lieux sont-ils bien ventilés ? 2) Existe-t-il un système de filtration d'air ? 3) L'air des locaux est-il traité ? 4) Existe-t-il des extracteurs ?	X X X	X	
31	➤ Le système de ventilation est-il performant au regard de l'activité ?	X		
32	➤ Stockage : 1) Existe-t-il une salle de stockage pour la matière première (Malt, emballages, houblon) ? 2) Les conditions de stockage sont-elles favorables ?	X X		
33	➤ Laboratoire : 1) L'entreprise possède-t-elle un laboratoire interne ? 2) Les analyses physico-chimiques ? 3) Les analyses microbiologiques ? 4) Est-il espacé et équipé ?	X X X X		

	5) Existe-t-il une séparation entre la salle d'analyse et celle de lecture ?	X		
	6) L'entreprise fait-elle appel à un laboratoire externe ?	X		
	7) Les comptes rendus sont-ils conservés et archivés ?	X		
34	➤ Des abris fumoirs sont-ils disponibles ?	X		
	➤ Sont-ils isolés des milieux de :			
	1) Réception ?	X		
	2) Production ?	X		
	3) Stockage ?	X		
35	➤ L'entreprise est-elle prête à s'engager dans la démarche qualité ?	X		
	➤ Si c'est oui, l'agencement des locaux permet-il l'amélioration continue et rationnelle des opérations élémentaires et innovations conduisant à l'élaboration des produits ?	X		
36	➤ L'entreprise arrive-t-elle à satisfaire sa clientèle et prendre une place importante dans le marché national ?	X		

Tableau 8 : Hygiène du personnel

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ La formation de base est-elle réalisée à l'embauche ?	X		
2	➤ Les règles ou consignes générales d'hygiène et de sécurité sont-elles correctement affichées ?	X		
3	➤ Les BPH sont-elles respectées ?	X		
4	➤ Le personnel de maintenance suit-il les consignes inhérentes au personnel de l'usine pour les conditions d'accès aux locaux de production ?	X		
5	➤ Est-il interdit de :			
	1) Boire sauf dans les salles désignées à cette fin ?	X		
	2) Manger des aliments dans la zone de production ?	X		
	3) De fumer dans les zones de manipulation des denrées alimentaires ?	X		

6	➤ Les vêtements de sortie sont-ils déposés dans les zones de l'établissement où a lieu la manipulation des denrées alimentaires ?		X	
7	➤ Le port des vêtements de travail et les accessoires appropriés (couvre-barbe, gants, masque, couvre-cheveux, bottes, etc...), sont-ils indispensables dans les locaux de manipulation des denrées alimentaires ?	X		
8	➤ Existe-t-il des personnes travaillantes : 1) En tenue de sortie ? 2) Avec des chaussures de sortie ?	X X		
9	➤ La tenue de travail est-elle composée de manière cohérente en fonction de la criticité du poste de travail ?	X		
10	➤ La tenue de travail possède-t-elle des poches en dessus de la taille ? ➤ Sont-elles en nombre suffisant ?	X		
11	➤ Le lavage des vêtements est-il réalisé par : 1) Une firme extérieure ? 2) Une firme intérieure ? 3) Le personnel à domicile ?		X X	Mettre en place un service de lavage de vêtements pour s'assurer de la propreté des tenues de travail.
12	➤ Est-ce que les gestes non hygiéniques suivants sont-ils interdits dans la zone de production : 1) Cracher, tousser, éternuer ? 2) Se gratter la tête, la figure, les oreilles ? 3) Se frotter le front ? 4) Se mettre les doigts dans ou autour de la bouche ou le nez ? 5) Le déplacement inutile du personnel ?	X X X X X		
13	➤ Les filets à cheveux portés par le personnel couvrent-ils complètement la chevelure ?		X	Ajouter le filet de cheveux à la tenue de travail.
14	➤ Le port d'accessoires (bijoux, montres, bracelets) est-il interdit ?	X		
15	➤ Existe-t-il des employés (femmes) qui portent du maquillage ?	X		
16	➤ Les employés (hommes) sont-ils bien rasés ?		X	
17	➤ Existe-t-il un protocole de lavage des mains ?	X		
18	➤ Existe-il un affichage qui recommande de se laver les mains ?	X		

19	➤ Les mains du personnel portent-elles des ongles coupés courts ?	X		
20	➤ Le lavage et la désinfection des mains et des poignets sont-ils nécessaires :	X		
	1) À l'arrivée et au retour de travail ?	X		
	2) Après utilisation des toilettes ?	X		
	3) À la sortie de réfectoire ou des bureaux ?	X		
	4) Après chaque absence du lieu de travail ?	X		
	5) Après des gestes naturels, mais contaminants tels que : se moucher, toucher, éternuer ?	X		
	6) Après avoir mangé et bu ?	X		
	7) Après usage du tabac ?	X		
21	➤ Le personnel :			
	a) Change-il de vêtements de travail chaque jour ?		X	
	b) Le personnel prend-t-il une douche chaque jour avant et après le travail ?		X	
22	➤ L'entreprise définit-elle une politique de santé qui impose un rapport médical à l'embauche ?	X		
23	➤ Le personnel est-il soumis à des consultations médicales annuelles ?	X		

2.1

Tableau 9 : Contrôle des nuisibles

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ Propreté du terrain avoisinant ?	X		
	➤ Propreté et hygiène de l'entourage de l'entreprise ?	X		
2	➤ Le stockage des déchets :			
	1) Dans des poubelles fermées ?	X		
	2) A l'abri des animaux et insectes ?	X		
	3) Loin des zones de fabrication ?	X		

3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le malt attire-t-il les rongeurs et insectes à toute la chaîne de production ? ➤ Caused-ils des toxicités chroniques, aiguës et subaiguës au consommateur ? 	X			
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le produit est-il entreposé ? (Il sort directement) 	X			
6	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'espace entre les machines et le sol est-il de 40cm minimum (pour faciliter la lutte contre les nuisibles) ? 	X			
7	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-il des moyens de lutte, désinfection et d'extermination des nuisibles ? 	X			
8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Le procédé de lutte est-il fait : <ol style="list-style-type: none"> 1) Avec le personnel de l'entreprise ? 2) Avec une société spécialisée en dératisation et désinsectisation ? 	X		X	
9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La matière première est-elle vérifiée systématiquement ? 	X			
10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La prévention contre les rongeurs est suffisante ? 			X	Renforcer le système de lutte en augmentant la fréquence du traitement de lutte. Diversifier les moyens de lutte.
11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La suppression des nids est-elle pratiquée ? 	X			
12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les insecticides sont-ils utilisés : <ol style="list-style-type: none"> 1) Pendant les heures de production ? 2) En arrêt de production ? ➤ Après leur usage : <ol style="list-style-type: none"> 1) Reprendre le processus de production ? 2) Attendre jusqu'à ce que leur effet disparaisse ? 3) Rincer les équipements ? 	X		X	
13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Est-ce que les denrées ou les surfaces de travail sont protégées lors de la pulvérisation d'un pesticide dans un local ? 			X	Couvrir les équipements à l'aide d'une bâche durant la pulvérisation.
14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les insecticides font l'objet pratiqué régulièrement ? 			X	
15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Une liste des produits chimiques utilisés ainsi que leur numéro d'agrément, leur concentration, les méthodes employées et la fréquence d'application est indiquée sur les produits de lutte ? 	X			

16	➤ Le rapport de lutte contre les nuisibles comprend les renseignements suivants :			
	1) La date de traitement ?	X		
	2) Le nom de la personne responsable du traitement ?	X		
	3) Les résultats du programme d'inspection et les actions correctives qui ont été prises ?	X		
	4) L'enregistrement des activités de lutte ?	X		
17	➤ Est-ce que l'entreprise possède un manuel où il y a un plan de lutte contre les nuisibles ?		X	
	➤ Les fiches techniques de sécurité des produits ?	X		
18	➤ Est-ce que l'établissement utilise des services professionnels spécialisés dans le domaine de lutte contre les nuisibles ?	X		

Tableau 10 : Nettoyage et désinfection

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ Les locaux, équipements, et matériel font-ils objet d'un nettoyage et d'une désinfection ?	X		
2	➤ Existe-t-il un plan de nettoyage et désinfection pour tous les :	X		
	1) Locaux ?	X		
	2) Équipements ?	X		
	3) Matériel ?	X		
3	➤ Les protocoles de désinfection et de nettoyage pour chaque local et équipement comprennent-ils :			
	1) Produit à utiliser ?	X		
	2) Matériel à utiliser ?	X		
	3) Concentration du produit ?	X		
	4) Méthode de nettoyage ?	X		

4	➤ Existe-t-il un espace entre le sol et le mur et les équipements pour réaliser le nettoyage ?	X		
5	➤ Existe-t-il un espace entre le sol, le produit stocké et les équipements pour faciliter le nettoyage du sol ?	X		
6	➤ Les sols sont-ils nettoyés et désinfectés régulièrement ? ➤ Les murs ? ➤ Les plafonds ?	X	X X	
7	➤ Après nettoyage et désinfection les appareils, matériels et surfaces sont : 1) Rincés avec l'eau potable ? 2) Un séchage est-il réalisé ?	X X		
8	➤ Existe-t-il un plan de dépoussiérage régulier ?	X		
9	➤ Faites-vous appel à une société de service pour le nettoyage et la désinfection de vos zones de fabrication ?	X		
10	➤ Existe-t-il un personnel spécifique pour les opérations de nettoyage ?	X		
11	➤ Le personnel de nettoyage et de désinfection a-t-il à sa disposition les équipements adaptés ?	X		
12	➤ Les opérations de nettoyage ont-elles lieu : 1) Chaque jour ? 2) Chaque fin de lot ?	X X		
13	➤ Le contrôle de l'eau de dernier rinçage est-il réalisé par un contrôle physicochimique et microbiologique ?	X		
14	➤ Y a-t-il une zone spécifique pour le stockage des produits de nettoyage et de désinfection ?	X		
15	➤ Des analyses microbiologiques des surfaces des locaux et des équipements sont-elles réalisées ?	X		
16	➤ Existe-t-il un système de nettoyage en place (CIP) ? ➤ Est-il bien maîtrisé ? ➤ L'eau utilisée pour le nettoyage est-elle traitée ? ➤ Est-il réalisé avant et après production ?	X X X		

Tableau 11 : Emballage

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ Le produit est-il sujet à une recontamination après les opérations de fabrication et après emballage ?		X	
2	➤ Les emballages sont-ils aptes au contact alimentaire ?	X		
3	➤ Les bouteilles sont-elles recyclables ?	X		
4	➤ Les canettes sont-elles recyclables ?	X		
5	➤ Les cartons sont-ils recyclables ?	X		
6	➤ L'emballage subit un traitement :	X		
	1) Nettoyage ?	X		
	2) Rinçage ?	X		
	3) Pasteurisation ?	X		
	4) Stérilisation ?		X	
7	➤ Existe-il un test qui se fait au niveau de l'entreprise sur la qualité de l'emballage ?	X		
8	➤ Les bouteilles sont fabriquées avec du verre alimentaire ?	X		
9	➤ Les canettes sont fabriquées avec de l'aluminium alimentaire ?	X		
10	➤ L'emballage contient des substances qui peuvent provoquer une allergie pour le consommateur ?		X	
11	➤ Existe-il un système de récupération de l'emballage défectueux ?	X		
12	➤ Tous les composants du produit sont mentionnés sur l'étiquetage ?	X		
13	➤ L'emballage est bien fermé ?	X		
14	➤ Des méthodes sont-elles mises en œuvre pour garantir l'intégrité de l'emballage ?	X		
14	➤ Y-a-t-il adéquation entre l'emballage défini et le mode de consommation envisagée ? (Ex : consommation fractionnée et différée = emballage en doses individuelles).	X		
15	➤ Il présente un risque pour l'environnement ?	X		
16	➤ Résistant aux différents traitements ?	X		

17	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'emballage est-il fabriqué par : 1) L'industrie elle-même ? 2) Organisme extérieur ? 	X	X	
-----------	---	---	---	--

Tableau 12 : Les matières premières, produit fini.

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il un cahier de charge des critères physico-chimique et microbiologiques pour la matière première et le produit fini ? 	X		
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les laborantins font-ils un agréage (contrôle) à la réception de la matière première (malt) ? ➤ Quel type de contrôle : 1) Physique ? 2) Chimique ? 3) Microbiologique ? 4) Organoleptique ? 	X X X X		
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quels types de dangers rencontrés souvent et qui provoquent des dégâts : 1) Physiques ? 2) Chimiques ? 3) Biologiques ? 4) Microbiologiques ? 	X X X X		
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il un schéma de circulation des matières premières ? 	X		
5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les matières premières sont-elles maintenues à une température : 1) Ambiante ? 2) Réfrigérée ? 3) Froid négatif ? 	X X	X	

6	➤ Le produit fabriqué nécessite-il des conditions particulières d'humidité dans :			
	1) Cuves de stockage ?	X		
	2) La salle de brassage ?	X		
	3) Les cuves de fermentation ?	X		
	4) La salle d'emballage ?	X		
8	➤ Le produit fini sera-t-il analysé avant sa livraison ?	X		
9	➤ Existe-t-il des autocontrôles :			
	1) Pour la matière première ?	X		
	2) Pour le produit en cours de fabrication ?	X		
	3) Pour le produit fini ?	X		
10	➤ Natures des autocontrôles :			
	1) Visuel ?	X		
	2) Physico-chimiques ?	X		
	3) Microbiologiques ?	X		
11	➤ Dans le bulletin d'autocontrôle, on trouve :			
	1) L'heure, la date des prélèvements ?	X		
	2) Le nombre des prélèvements ?	X		
	3) Les résultats des prélèvements ?	X		
	4) Le nom de l'analyste ?	X		
	5) Les valeurs de référence ?	X		
	6) La méthode d'analyse ?	X		
	7) Les points de prélèvements ?	X		
12	➤ Les autocontrôles se font :			
	1) A chaque réception du produit.	X		
	2) A chaque production.	X		
	➤ Les autocontrôles sont :			
	1) Internes ?	X		
	2) Externes ?		X	

13	➤ Le système FIFO (First In First Out) est-il respecté pour la livraison et le stockage des matières et produit fini ?	X		
14	➤ Le système de la marche en avant est-il fonctionnel ?	X		
15	➤ Un contrôle du produit est effectué à chaque étape de fabrication ?	X		
16	➤ Existe-t-il des enregistrements lors d'un autocontrôle ?	X		
	➤ Les archives du laboratoire sont-elles entreposées dans un lieu adapté à cet usage, pour permettre la conservation des documents en toute sécurité (protéger la réputation de ce laboratoire vis-à-vis de la réglementation) ?	X		
	➤ Les archives sont-elles organisées et classées pour permettre une consultation rapide et facile ?	X		
17	➤ Existe-t-il un système de traçabilité :			
	1) En amont ?	X		
	2) En aval ?	X		
18	➤ Ce système de traçabilité permet-il d'identifier tout produit non conforme à l'aide de la date de production ou numéro de lot ?	X		
	➤ Chaque lot de produit non conforme est-il facilement repérable ?	X		
	➤ Les lots non conformes non jetés sont-ils :			
	1) Vendus pour des sous-traitants ?		X	
	2) Détruits s'il représente une grave contamination ?	X		

Tableau 13 : Matériel, appareillage et équipement

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ L'industrie assure-t-elle l'entretien :			
	1) Du matériel et verrerie ?	X		
	2) Des locaux du laboratoire ?	X		
	3) Équipements de production ?	X		
2	➤ Un programme de maintenance est-il déterminé pour :			

	1) Les surfaces ? 2) Le matériel ? 3) Les machines ?	X X X		
3	➤ Les machines et le matériel sont-ils fabriqués en matériaux résistants à la corrosion ?	X		
4	➤ L'équipement est-il conçu avec des matériaux dont les surfaces et leurs accords sont lisses ?	X		
5	➤ Les équipements sont-ils : 1) Difficiles à démonter et remonter ? 2) Difficiles à nettoyer ? 3) Résistants ? 4) Imputrescibles ? 5) Imperméables ? 6) Lavables ? 7) Désinfectants ?	X X X X X X	X X	
6	➤ Les appareils de mesure de température sont-ils surveillés ?	X		
7	➤ Dans le laboratoire : 1) Présence des produits chimiques toxiques et dangereux ? 2) Les réactifs et les produits sont bien ordonnés ? 3) Les équipements sont-ils étalonnés ? 4) Les équipements sont-ils accrédités ? 5) Les appareils de mesurage présentent-ils une attestation d'accréditation ? 6) Y a-t-il un métrologue ? 7) Le laboratoire est-il proche de la zone de production pour faciliter l'échantillonnage et éviter les risques de contamination de l'analyte ? 8) Le personnel du laboratoire est-il formé sur les Bonnes Pratiques de Laboratoire BPL/OPL ? 9) Le personnel est-il informé sur tous les produits contenant au laboratoire, toute source de risques de contamination et les mesures à prendre en cas d'accident ?	X X X X X X X X X X	X	

	10) Les laborantins utilisent-ils les MR (Matériaux de Références) ou les MRC (Matériaux de Références Certifiés) pour les comparer avec les résultats qu'ils ont obtenus, valider une méthode d'analyse, évaluer leur laboratoire et étalonner les équipements de mesure ?			
8	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il des appareils en panne au sein de la brasserie ? ➤ Est-ce qu'ils déclarent aux responsables en cas de panne d'un matériel ? 	X		
9	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En cas de panne ou de problèmes techniques : <ol style="list-style-type: none"> 1) Le matériel est ancien et ne donne plus de résultats fiables, donc ils ne l'utilisent plus et achètent un tout neuf ? 2) Le matériel peut être réparé pour fonctionner à nouveau en utilisant son registre de maintenance ? 	X		
10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tous les appareils de mesure (thermomètre, PH-mètre,) font ils l'objet d'un étalonnage ? 	X		
11	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Des dispositifs pour détecter et retirer tout corps étranger sont-ils mis en place ? <ol style="list-style-type: none"> 1) A la réception de la matière première ? 2) Dans une ou les étapes de fabrication ? 	X		
12	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Une notice est collée à un matériel étalonné ? ➤ La notice d'utilisation et de maintenance d'un matériel est mise en permanence à la disposition du personnel utilisateur ? 	X		
13	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les vestiaires sont-ils d'un parfait état d'entretien et de propreté ? 	X		
14	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les vestiaires sont-ils : <ol style="list-style-type: none"> 1) Bien aérées et ventilées ? 2) Bien séparées des toilettes ? 	X		
15	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Les toilettes sont-elles : <ol style="list-style-type: none"> 1) En parfait état d'entretien et de propreté ? 2) En nombre suffisant ? 3) Situées à proximité directe des vestiaires ? 4) Eloigner de la zone de production ? 	X		
16	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il un ou plusieurs postes de lavage des mains : <ol style="list-style-type: none"> 1) Dans la zone de production ? 2) Dans la zone d'emballage ? 	X		

	3) Devant les hâloirs ?	X		
	4) Dans les toilettes ?	X		
17	➤ Les lavabos sont-ils alimentés en eau :		X	
	1) Chaude ?	X		
	2) Froide ?	X	X	
	3) Chaude et froide ?	X	X	
18	4) Les robinets sont-ils à commande non manuelle ?	X		
	➤ Les lavabos sont-ils dotés de tuyaux d'évacuation à siphons reliés au réseau d'égout ?	X		
19	➤ Existe-t-il des distributeurs de savon et/ou désinfectant aux prés de chaque poste de lavage des mains ?	X		
	1) Savon antiseptique ?	X		
	2) Savon doux ?	X		
	3) Solution alcoolisée ou gel alcoolisée ?	X		
20	➤ Existe-t-il des essuies mains prés de chaque poste de lavage des mains ?	X		
21	➤ Les essuies mains sont –ils à usage unique (papier hygiénique) ?	X		
22	➤ Les locaux sociaux (réfectoires) sont-ils :			
	1) En parfait état d'entretien et de propreté ?	X		
	2) Bien éclairés et ventilés ?	X		

Tableau 14 : Eau

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'eau utilisée dans l'industrie : 1) L'alimentation en eau s'effectue-t-elle par le réseau de ville ? 2) Existe-t-il des bâches à eau ? 3) L'eau est-elle traitée avant utilisation ? 4) Fréquence de contrôle de l'eau ? (1fois / 3jours) 5) Puis ? 6) Fourrage ? 7) Source ? 	X X X X	X X X	
2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'humidification est-elle conforme aux normes ? 	X		
3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L'eau utilisée pour humidifier le malt et les levures est-elle : 1) Tiède ? 2) Froide ? 3) Chaude ? 4) Contrôlée régulièrement ? 5) Contrôlée une fois par hasard ? 6) Utilisée sans l'analyser ? 7) Impropre à l'utilisation ? ➤ L'analyse d'eau de : 1) Mouillage ? 2) Cantine ? 3) WC ? 	X X X X X	X X X X X	
4	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il des installations de stockage et distribution d'eau assurant la protection contre les contaminations ? 	X		

5	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Existe-t-il des intercommunications entre les réseaux d'eau potable et non potable ? ➤ Y-a-t-il des filtres de protection au niveau des circuits d'eau ? • Si la réponse est oui, sont-ils utilisés, maintenus en bon état et entretenus d'une manière hygiénique ? 	X	X	
6	➤ L'eau utilisée présente un risque sur la santé des consommateurs ?		X	
8	➤ Des analyses sont effectuées quotidiennement ?	X		
9	➤ L'industrie possède une station de traitement des eau usées ?	X		
10	➤ L'eau utilisée présente une source de contamination pour le produit fini ?		X	

Tableau 15 : Stockage, le transport, distribution et la vente

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
Stockage				
1	➤ Stockage des produits présentent-ils une source d'altération sur le produit ?		X	
2	➤ Les aires de stockage des produits emballés assurent-ils la préservation des produits ?	X		
3	➤ Le stockage des produits non conformes se fait-il dans un emplacement près de celui du produit conforme ?		X	
4	➤ La sortie des produits stockés au magasin est-elle faite selon le système FIFO (First In, First Out) ?	X		
Transport				

1	Existe-t-il des véhicules spéciaux à cette industrie ?	X		
2	➤ Ils sont nettoyés régulièrement avant et après le transport des produits ?	X		
3	➤ Les conducteurs des camions respectent-ils les bonnes pratiques de transport ?	X		
4	➤ La température de transport représente-elle un risque d'altération des produits ?		X	
5	➤ L'inspection des camions se fait-elle :		X	
	1) À la réception ?	X		
	2) Avant chargement ?	X		
	3) Après chargement ?			
	4) Aucune inspection ?		X	
Distribution				
1	➤ La livraison de la bière (produit fini) :			
	1) Se fait-elle dans les délais ?	X		
	2) Est-elle correcte suivant la commande ?	X		
	3) Livraison directe au consommateur ?	X		

Tableau 16 :: Gestion des déchets

Question N°	Questions	Réponse		Mesure corrective
		Oui	Non	
1	➤ La collecte des déchets est-elle organisée en tri sélectif ?	X		
2	➤ La construction du bâtiment sur ce site offre-t-elle l'opportunité de valoriser des déchets ?	X		
3	➤ Les moyens de transport de déchets sont-ils réutilisés pour le transport de la bière (produit fini) ?		X	

	➤ Sont-ils nettoyés après leur usage pour éviter le développement des microorganismes et nuisibles ?	X		
4	➤ Existe-t-il un réseau d'égouts pour l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales ?	X		
5	➤ Les poubelles hermétiquement fermées sont-elles destinées à l'évacuation des déchets des locaux de production ?	X		
	➤ Sont-elles vidées et nettoyées régulièrement ?	X		
6	➤ Existe-t-il des déchets nécessitant leur évacuation et destruction par des sous-traitants agréés ?	X		
7	➤ La zone de collecte et d'évacuation des déchets est-elle :			
	1) Cimentée afin d'être facilement nettoyée ? 2) Intégrée dans le périmètre du plan de construction des bâtiments ?	X X		
8	➤ Les courants d'air peuvent-ils provoquer la propagation des microorganismes pathogènes (qui sont présents dans les poubelles) vers les zones de manipulations, production et analyses ?		X	
9	➤ Les déchets sont :			
	1) Stockés dans un endroit près de la zone de production ?		X	
	2) Stockés dans un endroit loin de la zone de production ?	X		
	3) Stockés avec les produits entreposés ?		X	
	4) Stockés dans un endroit spécialement prévu à cet usage ?	X		
	5) Stockés dans des récipients solides et fermés ?	X		
	6) Valorisés (réutiliser pour d'autres objectifs) ?	X		
7) Détruits ?	X			

3 Application du système HACCP :

3.1 Les étapes du système HACCP :

3.1.1 Phase préparatoire du système HACCP :

Selon le Codex Alimentarius, le système HACCP est composé de deux phases : phase préparatoire (qui correspond aux cinq premières étapes) et phase d'application des principes (qui correspond à son tour aux sept dernières étapes).

Cette phase est préliminaire et importante pour préparer le champ d'étude du système HACCP, les ressources et moyens utilisés et les objectifs à atteindre.

Ce qui fait que les cinq étapes suivantes correspondent à l'introduction de ce système.

Donc une fois que les prérequis établis, l'équipe sera prête à commencer la démarche qualité et la mise en place système HACCP.

❖ **Tableau 17 : Etape 1 ; Constituer l'équipe HACCP**

Membre	Compétences	Fonction et responsabilité au sein De l'équipe
Responsable de la qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Maitrise de la qualité des produits. • Auditer. • Connaissance des concepts, outils et méthodes de management de la qualité. • Connaitre gérer les référentiels de l'entreprise. • Concevoir et mettre en place le système qualité de l'entreprise, en évaluer l'efficacité et le faire évoluer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilote de l'équipe • Responsable de la sécurité des denrées alimentaires. • Elaboration des caractéristiques spécifiques du produit. • Planifier la vérification. • Validation des procédures. • Validation des limites critiques et des mesures de maitrise. • Validation des actions correctives. • Valider les actions issues du plan d'action. • Placer la revue du système et préparer la revue de direction. • Lancer la simulation de la procédure retrait rappel. • Auditeur, superviseur. • Analyse des dangers.
Le spécialiste du système qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Connaissances des concepts, outils et méthodes de management de la qualité. • Aptitude à communiquer et à convaincre. • Pédagogie, diplomatie et bonne capacité d'écoute. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborer et mettre à jour les documents du système. • Elaborer les plans d'audits et les communiquer. • Rédiger les rapports et comptes rendus. • Suivre et mettre à jour les actions issues du plan d'action des non conformités.
Responsable de la production	<ul style="list-style-type: none"> • Manager de site de production alimentaire. • Superviseur du procédé de fabrication. • Contrôler et identifier les pannes des machines. 	<ul style="list-style-type: none"> • Animer et motiver l'équipe. • Suivre l'avancement du système. • Auditeur, superviseur. • Signaler les failles de production.

	<ul style="list-style-type: none"> • Optimisation des moyens humains et matériels dont il dispose. 	
Responsable du laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de produits alimentaire. • Organiser et planifier les activités du laboratoire. 	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance des CCP et PRPO • Rédiger des rapports. • Assurer un suivi des analyses et leurs validations. • Assurer une veille réglementaire et techniques des produits.
Responsable de l'approvisionnement (Achats)	<ul style="list-style-type: none"> • Organiser et planifier et coordonner le transport de produits ou de marchandises. • Piloter les projets d'amélioration et d'optimisation. • Assurer la disponibilité des produits. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir les moyens nécessaires pour l'avancement du système. • Suivre le cahier de charge avec le fournisseur.
Le brewing technologiste (Packaging)	<ul style="list-style-type: none"> • Conduite du process de production. • Utilisation des outils et des installations au poste de travail. • Mettre en œuvres les procédures de qualité, hygiène, sécurité. • Communiquer et organiser l'activité des équipes de la ligne de production. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboration du plan d'action. • Description du produit. • Valider et élaborer le diagramme des flux de fabrication. • Déterminer les CCP et PRPo. • Fixer les seuils et limites critiques. • Elaborer des procès-verbaux des PRP. • Enumérer les dangers potentiels et faire une analyse des risques.
Responsable des expéditions (Logistique)	<ul style="list-style-type: none"> • Gérer et optimiser le stockage. • Elaborer et suivre des tableaux de bord. • Concevoir et optimiser un réseau de distribution. • Connaitre les techniques de gestion de production utilisées dans l'entreprise. 	<ul style="list-style-type: none"> • Traçabilité des produits. • Piloter la traçabilité clients en cas de retrait rappel de produit. • Renforcer les réclamations clients et les transférer à la qualité.
Deux étudiants en Sécurité agroalimentaire et assurance qualité	<ul style="list-style-type: none"> • Compétences méthodologiques. • Animer une équipe. 	<ul style="list-style-type: none"> • Contribution à l'élaboration du le plan HACCP. • Support. • Suivre le bon déroulement des étapes.

❖ Etape 2 : Description du produit.

➤ Valeur nutritionnelle de la bière HEINEKEN :

Tableau 18 : Valeurs nutritionnelles de la bière HAINÉKEN pour 100 ml.

Composant	Valeur
Valeur énergétique	176 kJ 42 kcal
Graisse	0 g
Acide gras saturés	0 g
Glucides	3,8 g
Sucres	0 g
Protéines	≥ 0,1 g
Sel	> 0,01 g
Alcool	5% pour 50 cl

Tableau 19 : Fiche technique comportant les données relatives à la bière HEINEKEN.

Description	Information
1. Nom du produit.	HEINEKEN
2. Couleur.	Blonde (7±1)
3. Matières premières.	<ul style="list-style-type: none"> • Eau de fourrage brute • Malt d'orge classe « A » • Houblon • Levures
4. Composition et caractéristiques physico-chimiques.	Voir chapitre « 1 »
5. Caractéristiques du produit.	<ul style="list-style-type: none"> • Ph :4,25 / 4,55 • Eau : de fourrage • Odeur : fruitée (banane/pomme) • Alcool : ≥ 5 • Co2 (20°C) :0,48 / 0,52
6. Durée de vie.	1 année
7. Origine.	Amsterdam 1864
8. Critères d'acceptation pour la sécurité des aliments.	<ul style="list-style-type: none"> • Exempte d'organismes parasites ou pathogènes. • Être dépourvu de tous débris de matière indésirable. • Résidus chimiques : Acides, la soude... • Résidus physiques : Débris de verre. • Contamination microbiologique : latococcus sp, staphylococcus, enterococcus sp, pseudomonas aeruginosa, e.coli, megasphera sp,...

<p>9. Matériaux et emballages.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La bouteille (25 cl) est fabriquée à base de verre alimentaire. • Le bouchon est fabriqué à base de l'aluminium alimentaire. • La canette (33 cl) est fabriquée à base de l'aluminium alimentaire. • La canette (50 cl) est fabriquée à base de l'aluminium alimentaire. ➤ Contient les informations suivantes : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Slogan. ▪ La dénomination du produit. ▪ Date de fabrication. ▪ Date limite de consommation. ▪ Durée de conservation. ▪ Consigne de conservation. ▪ Le code barre. ▪ Pays d'origine. ▪ Le poids net. ▪ Le nom et l'adresse de l'entreprise.
<p>10. Processus de production.</p>	<p>Brassage, fermentation, maturation, filtration, conditionnement</p>
<p>11. Capacité de production de l'unité.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 275000 HL/an bouteilles → 75 millions de bouteilles. • 1000000 hl/an → 55 millions de canettes. • 130000 hl/an
<p>12. Méthodes de distribution et stockages.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La distribution du produit se fait au moyen de transport dans des camions spécifiques.
<p>13. Lieu de vente du produit.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dépôt de vente. • Bars. • Hotels • Restaurants.
<p>14. Canaux de distribution.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vente à domicile (à l'usine) : producteur, consommateur. • Vente en grande distribution : producteur, consommateur, commerçants (détaillants)... • Vente en petite distribution : producteur, consommateur, détaillants et grossistes.
<p>15. Classification du produit.</p>	<p>« HEINEKEN » est une boisson alcoolisée froide, destinée aux adultes sauf femmes enceintes et interdite au volant.</p>

❖ Etape 3 : L'utilisation attendue du produit.

La bière HEINEKEN produite par l'entreprise TANGO est destinée à tous les consommateurs adultes pour une consommation directe, sauf pour les femmes enceintes et interdite au volant. Elle est consommée directement fraîche et elle est commercialisée à travers tout le territoire national.

La bière est une boisson qui intervient également dans de nombreuses recettes de cuisine à la bière comme ingrédient premier (exemple : soupe à la bière) ou secondaire apportant une caractéristique particulière au mets (exemple : carbonade flamande).

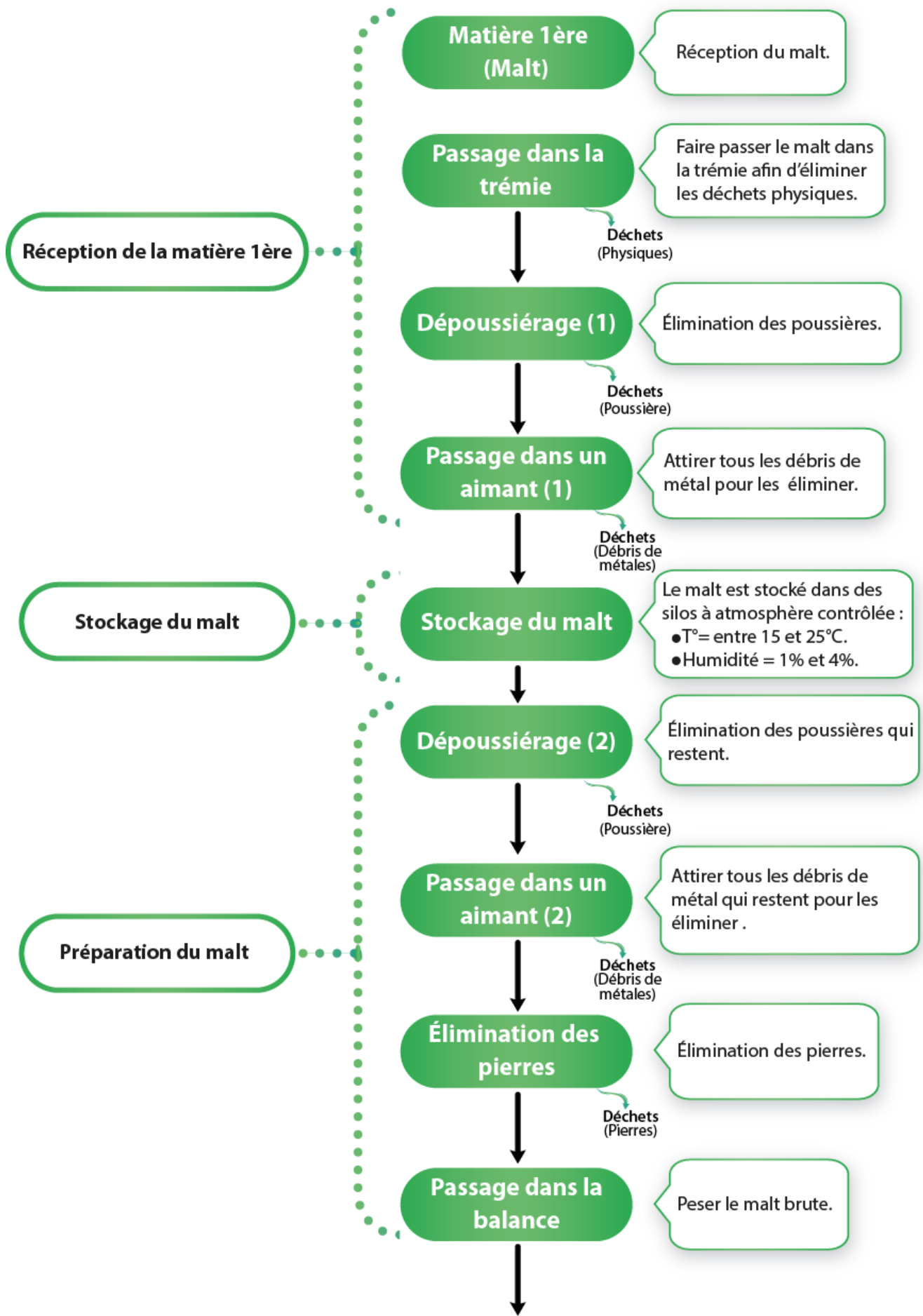
La bière est utilisée pour le lavage ou l'affinage de certains fromages (exemple : le Cochonnez et le Bergues). Elle a aussi été utilisée pour la conservation de la viande. Elle peut aussi être distillée afin de faire de l'eau-de-vie de bière.

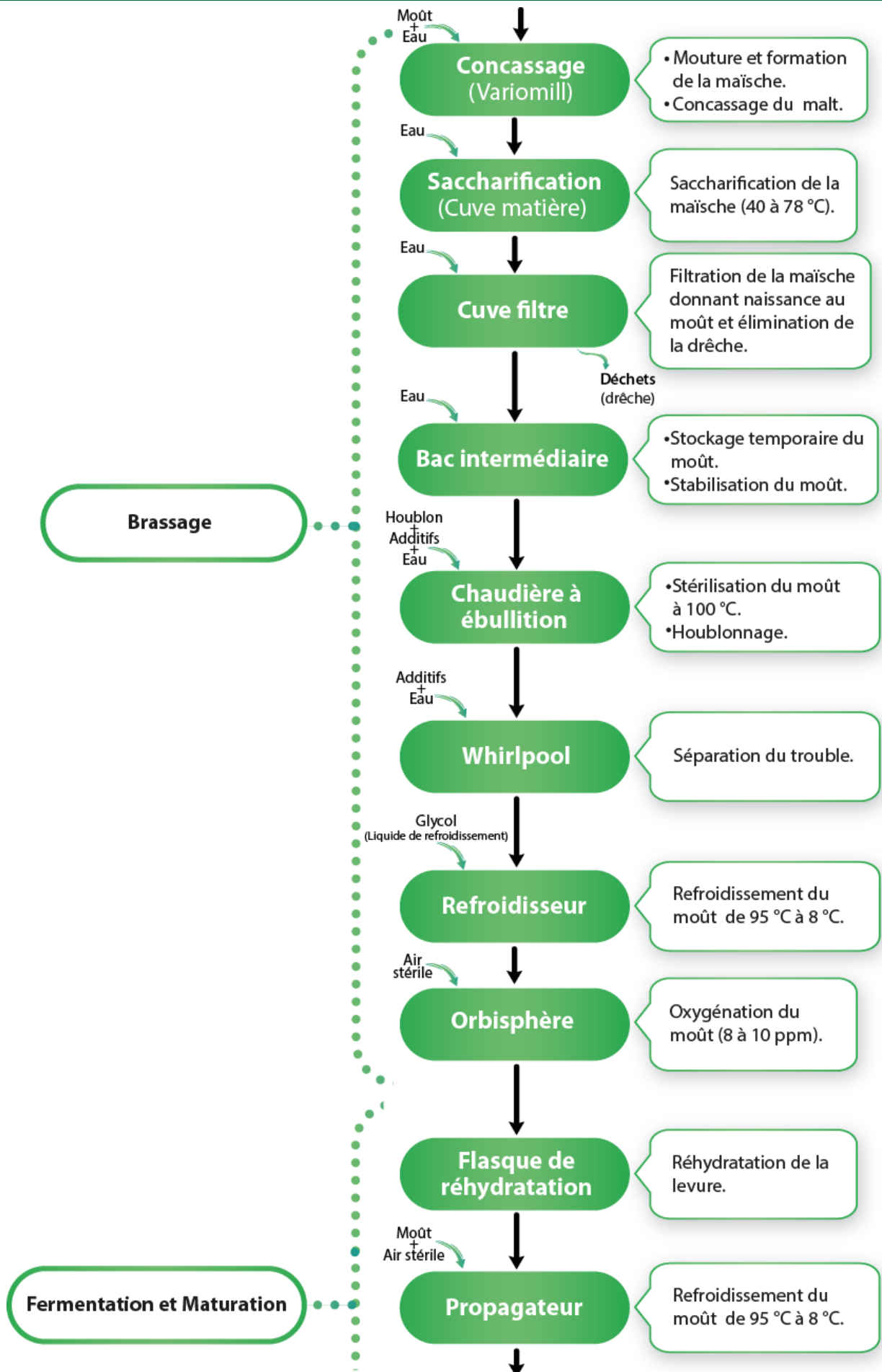
Elle sert aussi dans certains cas de badigeon après chaulage des murs.

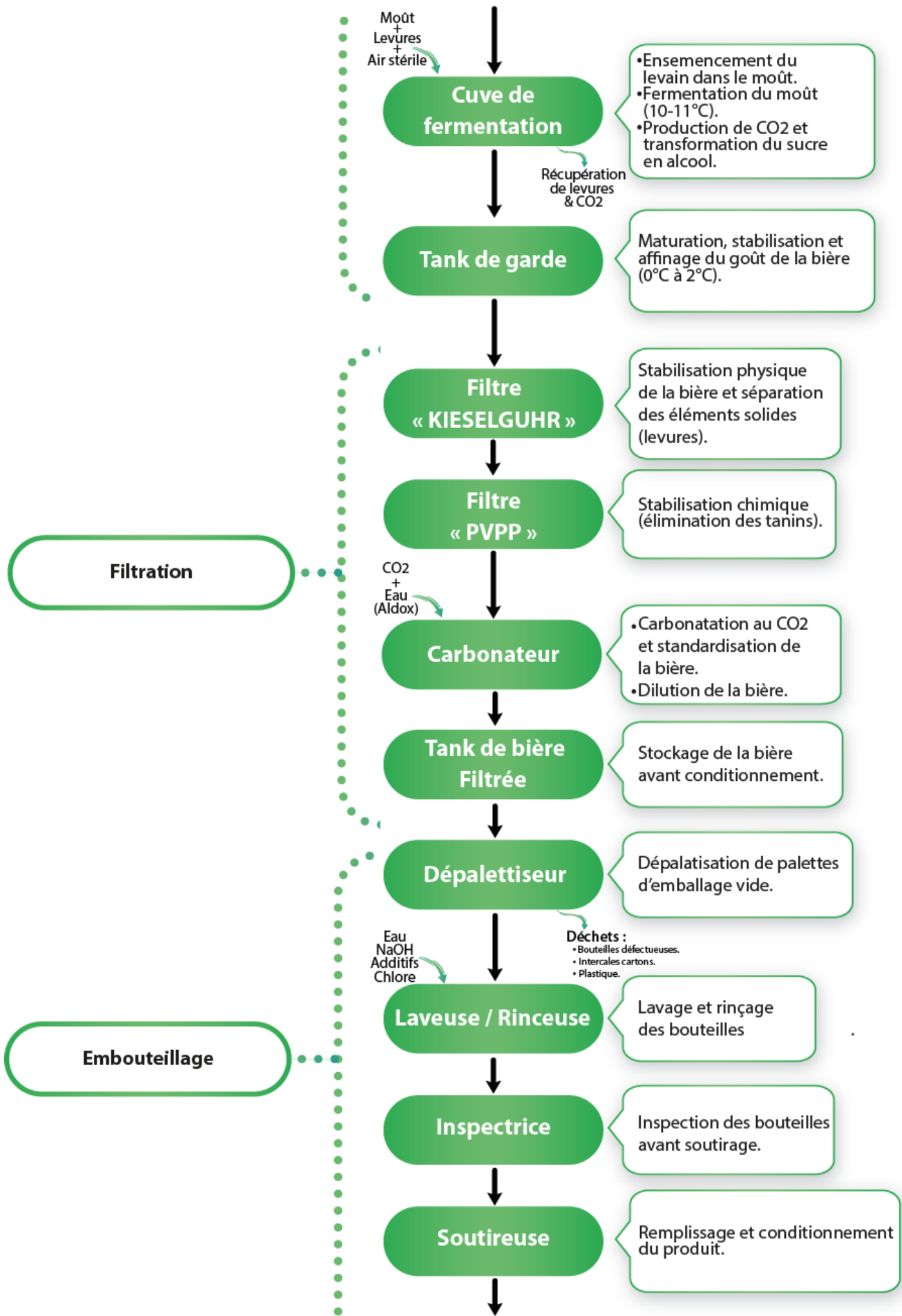
Tableau 20 : Conditions d'utilisation du produit

Objet	Description
1. Durée de vie préconisée.	<ul style="list-style-type: none">• 1 année
2. Conditions de conservation pour le distributeur.	<ul style="list-style-type: none">• A une température ambiante et a labris de la lumière.
3. Utilisation attendue par le consommateur.	<ul style="list-style-type: none">• Consommation directe.• Utilisation dans certaines recettes de cuisine.• Pour la conservation, lavage et affinages des fromages, ...
4. Condition de conservation pour les consommateurs.	<ul style="list-style-type: none">• Conserver au réfrigérateur à 6°C et a labris de la lumière.
5. Population ciblée par le produit.	<ul style="list-style-type: none">• A toutes catégories des personnes adultes sauf les femmes enceintes et interdite au volant

❖ **Etape 4 : Etablir un diagramme de fabrication**







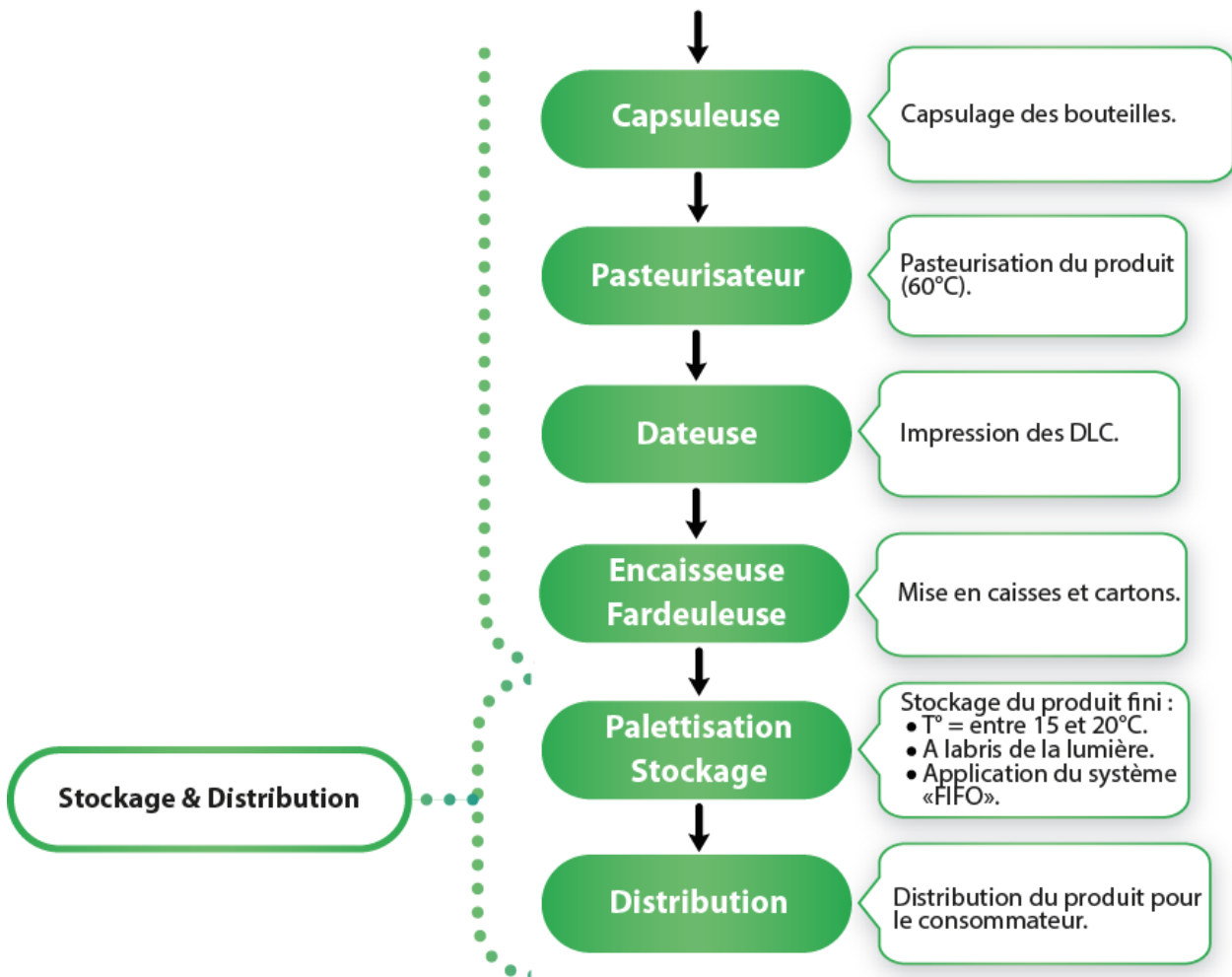


Figure 15 : Diagramme de fabrication de la bière Heineken « **Bouteille** », fait par l'entreprise TANGO (Conception : Belmedani et Amrouche, 2022).

❖ **Etape5 : Vérification et validation du diagramme de fabrication.**

Après la conception du diagramme de fabrication de la bière Heineken, ce dernier est soumis à une vérification sur le site pour les différentes étapes de production du produit.

Ensuite une correction du diagramme a été faite, ou une déclinaison de quelques variantes a été réalisé en fonction des différences observées par rapport à la réalité du terrain, ou de l'organisation propre aux différentes périodes de production.

Cette visite nous a permis de valider le diagramme et de s'assurer que l'équipe a bien compris les procédés mis en place.

Dans notre étude la vérification a été réalisé de la part des membres cités dans le tableau suivant :

Tableau 21 : Vérification et validation du diagramme de fabrication

Membre	Validation	
	Oui	Non
• Responsable de la fabrication	X	
• Responsable du brassage	X	
• Responsable du packaging	X	
• Responsable de production	X	
• Responsable de la qualité	X	
• Encadreur	X	
• Deux étudiants en Sécurité agroalimentaire et assurance qualité	X	

Chapitre II

Deuxième phase :
démarche HAC

1 Phase d'application des 07 principes de l'HACCP :

Une fois que les prérequis et les cinq premières étapes du système HACCP sont établies, nous passerons au cœur de l'HACCP ; la phase d'application des sept principes.

❖ Etape 06 (Principe 01) : Enumération de tous les dangers potentiels, effectuer une analyse des risques et envisager des mesures de maîtrise.

Il s'agit de passer en revue chaque étape de fabrication, en suivant le diagramme des flux, tout en se basant sur la méthode des 5M, rassembler tous les dangers potentiels (chimiques, biologiques et physiques) et trouver les facteurs entraînant leurs croissances, afin de les maîtriser (soit en les éliminant complètement ou en les réduisant à des niveaux acceptables. Ainsi on pourra les classer en tant que :

- CCP s'il présente une menace pour la sécurité du consommateur.
- PRPo s'il est important et maîtrisable.

Il s'agit aussi d'évaluer qualitativement (présence ou absence) et quantitativement (fréquence) les risques avérés et leurs conséquences sur la santé du consommateur, en utilisant la méthode du *système de cotation des risque (Tableau X), en les classant un par un selon leur IPR (Indice de Priorité du Risque) ; Gravité **G**, Fréquence **F** et sa Détection **D**.

Tableau 22 : Méthode du système de cotation

Coefficient Critères	01	03	05
« G » Gravité	Peu grave	Assez grave	Très grave
« F » Fréquence	Peu fréquent	Fréquent	Très fréquent
« D » Déteçtabilité	Facilement Déteçtable	Souvent déteçtable	Pas déteçtable

Criticité = (Gravité du danger) X (Fréquence d'apparition de la cause de danger) X (Déteçtabilité du danger)

$$C = G \times F \times D$$

- Maximum : 125 points.
- Minimum : 1 point.
- Dans notre cas, on a fixé la valeur du seuil critique à 27.
- Si l'IC ≥ 27 : ça nécessitera l'utilisation de l'arbre de décision (pour savoir si c'est un CCP ou non).

- Si $l'IC \leq 27$: il va être considéré au tant qu'un PRPo ou point d'attention (faible criticité, ne sera pas retenu comme danger).

La liste des dangers identifiés est détaillée dans le tableau suivant :

P : Physique / **B** : Biologique / **M** : Microbiologique / **C** : Chimique (Tableau X)

Tableau 23 : Etape 07 (Principe 02) ; Identification des dangers dans chaque étape du procédé de fabrication par la méthode des 5M dans la Brasserie.

Nom de l'entreprise	Ligne de fabrication	Produit	Date
<p>SARL TANGO part of HEINEKEN</p> 	Ligne de fabrication de la bière (bouteille)	<p>Heineken</p> 	15 Mai 2022

Tableau 24 : Identification des dangers dans chaque étape du procédé de fabrication par la méthode du système de cotation des risques

Etape de procédé	Danger	Nature du danger	Cause de danger	Evaluation				Les mesures préventives		
				G	F	D	C			
Réception des matières premières & additifs	Malt	Réception	Corps étrangers (métal, pierres, poussière, ...)	P	<ul style="list-style-type: none"> Impuretés issues de la mauvaise récolte et du transport. 	2	5	1	10	<ul style="list-style-type: none"> Respecter les BPT lors de chargement et transport du Malt. Faire un bon nettoyage au niveau de la brasserie.
			Métaux lourds	Plomb	C	<ul style="list-style-type: none"> Culture et récolte de l'orge Pollution atmosphérique (de l'air). 	5	2	3	30
		Cadmium								

Réception des matières premières & additifs		Moisissures	M	• Atmosphère du centenaire.	2	2	2	8	• Assurer les bonnes conditions du transport (humidité ≤ 4,5)	
		Résidus de pesticides et herbicides	C	• Culture et traitement de l'orge.	5	2	3	30	• Achat auprès d'un fournisseur agréé. • Analyses intégrité malt + bière.	
		Mycotoxines Aflatoxines (totale) Aflatoxines « B1 »	C	• Conditions de culture et de récolte de l'orge.	5	2	3	30	• Analyses intégrité malt + bière.	
		Déversement des centaines dans la trémie	Adhésion d'insectes ou d'animaux ravageurs...	B / M / P	• Attirance alimentaire	3	3	1	9	• Contrôle visuel durant le déversement par l'opérateur. • Mise en place d'un programme Pest contrôle.
		Transfert vers l'aimant « 1 »	Néant							
		Aimant « 1 »	Néant							
	Transfert vers la balance		P	• Mauvais entretien des machines.	1	2	1	2		

		Balance	Pièces métalliques issues des composants des élévateurs.							<ul style="list-style-type: none"> • Bon entretien des machines et plan de maintenance préventive. • Inspection visuelle. • Plan de nettoyage.
		Transfert vers les silos de stockage								
		Stockage dans les silos (Annexe 10)	Moisissures	M / C	<ul style="list-style-type: none"> • Humidité élevée et non contrôlée. • Étanchéité des silos. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôler l'atmosphère des silos de stockage.
			Mycotoxines							
		Transport (convoyeurs) du malt	Graisse et huiles des moteurs	C	<ul style="list-style-type: none"> • Problème de moteur (fuite). • Mauvais entretien. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Planifier des inspections sur l'état des convoyeurs. • Plan de maintenance préventive.
Dépoussiérage (Annexe 10)	Néant									
Eau	Eau froide	Voir analyse des dangers de traitement des eaux (TDE)								
	Eau chaude									
	Eau glacée									
Houblon	Réception et stockage.	Contamination microbiologique, chimique et physique.	M / C / P	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage à proximité des produits contaminants. 	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> • Respect de la méthode des 5S. • Séparation des produits dans des magasins spécifiques. • Vérification visuelle de l'emballage. • BPS. 	

	Levures	Réception et stockage	Contamination microbiologique, chimique et physique.	M / C / P	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage à proximité des produits contaminants. • Emballage défectueux. 	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> • Respect de la méthode des 5S. • Vérification visuelle de l'emballage. • BPS.
	Additifs et autres	Réception et stockage	Contamination microbiologique, chimique et physique.	M / C / P	<ul style="list-style-type: none"> • Stockage à proximité des produits contaminants. 	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> • Respect de la méthode des 5S. • BPS.
Préparation MP et ingrédients	Malt	Transfert vers le crible et tamisage.	Néant							
		Transfert vers l'épierreur et dépierrage. (Annexe 10)								
		Transfert vers la balance et pesage.								
		Transfert vers l'aimant 2 et élimination des débris de métal.								
		Transfert vers le variomill								

		Transport (convoyage) du malt.	Huiles et graisses des moteurs.	C	Mauvais entretien des convoyeurs (fuite).	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> • Planifier des inspections sur l'état des convoyeurs. • Plan de maintenance préventive.
		Transfert vers le dépoussiéreur et dépoussiérage.	Néant							
	Houblon	Néant								
	Eau	Voir analyse des dangers de traitement des eaux (TDE)								
	Levures	Néant								
	Additifs	Néant								
Air stérile		Bactéries acétique acidifiantes	Contamination microbiologique	M	Mauvaise filtration.	2	2	1	4	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisation des filtres stériles. • Plan de contrôle laboratoire (microbiologie). • Stérilisation de l'air.
		Bactéries lactiques								

Brassage	Malt + eau	Variomill (Annexe 10)	Concassage et empilage (eau + Malt)	Graisses	C	Mauvaise maintenance de la machine (Fuite).	5	1	2	10	<ul style="list-style-type: none"> Plan d'entretien et maintenance du variomill.
				Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des BPH. CIP non fonctionnel. 	3	1	2	6	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Nettoyage et de désinfection et de maintenance. Respect des BPH.
		Transfert du mélange (eau + farine de malt) vers la Cuve Matière.	Néant								
	Cuve Matière. (Annexe 10)	Empilage et chauffage et introduction des additifs + poudre du malt.	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat de la Cuve Matière. L'eau ajoutée. Etat du malt. 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Nettoyage et de désinfection et de maintenance. 	
			Corps étrangers dans la poussière du malt.	P	Mauvaise stockage et/ou manipulation	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> Gestion des accès. Instruction et sensibilisation des opérateurs. 	
			Contamination chimique.	C	<ul style="list-style-type: none"> Surdosage des additifs. Manque de formation du personnel. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Standard opératoire. Recette produit. Formation du personnel. 	
			Présence de nuisibles (Cafards).	B / P / M	<ul style="list-style-type: none"> Chaleur. Non-respect des BPH. 	4	5	2	40	<ul style="list-style-type: none"> Respect du plan de Nettoyage et de désinfection. Contrôle visuel. 	

Moût	Transfert du moût vers le bac intermédiaire.		Néant							
	Stockage temporaire et stabilisation du moût.		Contamination microbiologique.	M	Etat du bac intermédiaire.	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> • CIP des installations.
	Transfert vers la chaudière à ébullition.		Néant							
	Chaudière à ébullition (Annexe 10)	Ebullition	Contamination microbiologique.	M	Etat de la chaudière	1	1	2	2	<ul style="list-style-type: none"> • CIP des installations. • Stérilisation du moût • Respect des conditions d'ébullition (100°C pendant 60min minimum).
		Houblonnage et ajout des additifs.	Contamination microbiologique.	M	Etat de la chaudière	1	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> • CIP des installations. • Respect des conditions d'ébullition (100°C pendant 60min minimum).
			Corps étrangers	P	Mauvaise filtration	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne maîtrise de la filtration. • Centrifugation du moût.
			Contamination chimique.	C	<ul style="list-style-type: none"> • Surdosage des additifs. • Manque de formation. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Recette. • Standard opératoire. • Gestion de stock. • Formation du personnel.
	Whirlpool (Annexe 10)	Centrifugation et repos.	Néant							
			Corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> • Non-respect de la méthode des 5S. • Non-respect des BPH. 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> • Respect des BPH. • Formation du personnel

	Ajout de sulfate de Zinc			<ul style="list-style-type: none"> Non-respect de la recette Manque de formation 					<ul style="list-style-type: none"> Gestion du stock. Suivi de la recette. 	
		Surdosage	C	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des doses. Manque de formation du personnel. 	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Gestion du stock. Suivi de la recette. Formation du personnel. Application des BPF. 	
		Elimination du trouble	Néant							
	Transfert du moût vers le refroidisseur.		Néant							
	Refroidisseur (Annexe 10)	Refroidissement du moût.	Fuite de glycol dans le moût	C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise maintenance du matériel. Négligence du personnel. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel.
			Corps étrangers	P	Non-respect des BPH.	1	1	1	1	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPH.
			Contamination microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> CIP non fonctionnel. Non-respect des BPH. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique (moût + Air) CIP et stérilisation ligne de moût.
	Orbisphère	Aération du moût (Introduction de l'air stérile)	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Air non stérile (non filtré). Non-respect des BPH. 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance. Stérilisation et filtration de l'air.
			Bactéries lactiques							

										<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique (moût et air).
				Moût froid aéré	Bactéries acétiques acidifiantes	M	Air non stérile (non filtré)	2	3	2
Entretien des installations de brassage	Développement des bactéries dans les fissures des installations	Bactéries acétiques acidifiants	M	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par le matériel (manque d'hygiène et/ou manque d'entretien). 	2					
		Bactéries lactiques								
		Formation ATNC (Apparent Total Nitroso Compounds)	C	Croissance microbiologique	3	1	3	9	<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du matériel. Application des BPH, BPF. Plan de contrôle chimique et microbiologique. 	
		Résidus de détergents de nettoyage (CIP).	C	Mauvais rinçage	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du matériel. Application des BPH. Contrôle chimique à chaque fin de production. 	

Fermentation	Air stérile	Introduction d'air stérile.	Bactéries acétiques acidifiantes	M	Air non suffisamment stérilisé.	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne stérilisation et filtration de l'air. • Plan de contrôle microbiologique. • Plan de maintenance du matériel. 	
			Bactéries lactiques								
	CO ₂	Introduction		Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ mal filtré et non stérilisé. • Mauvaise maintenance. 	3	1	2	6	<ul style="list-style-type: none"> • Bonne filtration du CO₂. • Application des BPF. • Plan de contrôle microbiologique (CO₂ et TF)
				Bactéries lactiques							
				Introduction de corps étrangers / huiles des moteurs	C / P	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise maintenance du matériel. • Négligence du personnel. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de maintenance du matériel. • Formation du personnel.
		Récupération	Néant								
Moût	Transfert du moût froid vers le Tank de Fermentation.	Néant									

Préparation de la levure		Contrôle labo	Propagation contaminée	M	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation Non-respect des BPL. 	1	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> Stérilisation des équipements. Application des BPL.
		Stérilisation du propagateur et stérilisateur.	Stérilisation insuffisante	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect de la durée et de la température du traitement. Problème de maintenance des équipements (panne). 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Suivi de la stérilisation par l'automate et sauvegarde des données (T° et durée). Contrôle microbiologique du propagateur avant ensemencement.
		Remplissage du stérilisateur avec du moût stérile.	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des BPH. CIP non fonctionnel. 	1	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> CIP des installations. Contrôle microbiologique du moût.
			Bactéries lactiques							
		Stérilisation du Carlsberg avec la vapeur	Stérilisation insuffisante	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect de la durée et de la température du traitement. Problème de maintenance des équipements (panne). 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPF. Plan de maintenance des équipements. T° de la vapeur > à 100°C.
		Carlsberg	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des BPH. CIP non fonctionnel. 	1	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPH. Plan de contrôle microbiologique. Stérilisation du flexible de remplissage au laboratoire à l'autoclave.
			Bactéries lactiques							
	Ajout de levures	Introduction de corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> Négligence du personnel. Mauvais stockage des levures. 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> BPL. Application de la méthode des 5S pour le stockage. 	

	Réhydratation + aération de la levure.	Introduction de corps étrangers (air non stérile)	P	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des conditions de stérilisation. Panne de l'équipement 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPF. Plan de maintenance du matériel. Filtre air stéril.
	Transfert de levures de Carlsberg vers stérilisateur	Introduction de corps étrangers dans l'air stérile	P	<ul style="list-style-type: none"> CIP non fonctionnel. Mauvaise maintenance de l'équipement. Air non filtré. 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> CIP des installations. Plan de maintenance de l'équipement. Bonne filtration de l'air.
	Stérilisateur de la levure	Stérilisation insuffisante	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect de la durée et de la température du traitement. Problème de maintenance des équipements (panne). 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPF. Plan de maintenance des équipements. Plan de contrôle microbiologique.
	Propagateur du propagateur avec du moût stérile	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des BPH. CIP non fonctionnel. 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPH. Plan de contrôle microbiologique.
		Bactéries lactiques							
	Transfert de la levure du stérilisateur vers le propagateur	Néant							
	Propagateur Propagation	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages	M	<ul style="list-style-type: none"> Hygiène du propagateur. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique.

			Bactéries lactiques		<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des conditions de stockage des levures. 					
			Enumération d'une large gamme de levure							
Levure + Moût	Tank de fermentation (Annexe 11)	Ensemencement du moût avec la levure	Corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation. Non-respect des BPH. 	1	2	1	2	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPH. Formation du personnel.
			Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du tank de fermentation. Non-respect des BPH. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique. CIP et stérilisation des installations. Respect des BPH.
		Fermentation et garde	Ethyl carbamate	C	<ul style="list-style-type: none"> Type de fermentation effectuée. Taux d'alcool produit (élevé). Non-respect des BPF. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPF. Contrôler régulièrement la fermentation. Contrôle du taux d'alcool. Analyse de l'intégrité de la bière.
			Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du propagateur. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique. CIP et stérilisation des cuves.
			Bactéries lactiques							

Récupération de levure	Récolte de la levure	Néant								
	Stockage de la levure dans les levuriers	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages	M	<ul style="list-style-type: none"> Contamination croisée ; non-respect de la marche en avant. Hygiène du levurier. Non-respect des conditions de stockage des levures. 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Application de la marche en avant. Plan de contrôle microbiologique. Suivi de la méthode des 5S. CIP et stérilisation des levuriers. 	
		Enumération d'une large gamme de levure								
		Levures sauvages								
Bactéries lactiques										
Evacuation de la levure usée	Néant									
Entretien des installations de fermentation	Contamination chimique par Propylène glycol (Conservateur).	C	Non-respect des doses (surdosage).	3	1	3	9	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPF. Gestion de stock. 		
	Résidus de produits de nettoyage et désinfection (CIP)								<ul style="list-style-type: none"> Mauvais rinçage. Non-respect des doses des produits CIP. 	3
Filtration	Air stérile	Introduction	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des conditions de stérilisation. Hygiène de l'équipement. Panne du matériel. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique. Plan de maintenance du matériel. CIP. BPF.
			Bactéries lactiques							

CO ₂	Introduction	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> • Non-respect des conditions de stérilisation. • Hygiène de l'équipement. • Panne du matériel. 	3	1	2	6	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de contrôle microbiologique. • BPF. • CIP. • Plan de maintenance du matériel.
		Bactéries lactiques							
		Corps étrangers et huiles des moteurs	P / C	Panne de l'équipement	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de maintenance du matériel.
	Récupération	Néant							
Préparation KG	Introduction d'eau désaérée	Voir ci-dessous préparation Eau désaérée (Station Aldox).							
	Introduction du KG	Corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> • Poussière lors du stockage / manipulation. • Etat du matériel. 	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> • BPH et BPF.
	Transfert vers le bac stockage	Néant							

Préparation additifs	Introduction d'eau désaérée	Voir ci-dessous préparation Eau désaérée (Station Aldox).							
	Introduction d'additifs	Corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais stockage des additifs. Mauvaise manipulation. Présence de poussière. 	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Application de la méthode des 5S. Respect des BPH et BPF.
Préparation du PVPP	Introduction d'eau désaérée	Voir ci-dessous préparation Eau désaérée (Station Aldox).							
	Introduction d'additifs	Corps étrangers	P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais stockage des additifs. Mauvaise manipulation. Présence de poussière. 	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Application de la méthode des 5S. Respect des BPH et BPF.
Préparation Eau désaérée (Station Aldox)	Chauffage eau (échangeurs à plaques)	Contamination par vapeur contaminée	C	<ul style="list-style-type: none"> Fuite dans le matériel. 	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel.
	Désaérateur et carbonateur (introduction CO ₂)	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des conditions et des taux d'aération. Hygiène de l'équipement. Panne du matériel. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique. BPF. CIP. Plan de maintenance du matériel.
		Bactéries lactiques							
		Corps étrangers et huiles des moteurs	P / C	<ul style="list-style-type: none"> Panne de l'équipement 	2	2	1	4	
	Refroidissement eau (échangeur à plaques)	Fuite de glycol dans l'eau désaérée	C	<ul style="list-style-type: none"> Panne de l'équipement (fuite). Mauvaise maintenance. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel.
Désinfection (UV)	Néant								

	Stockage dans le réservoir d'eau désaérée	Coliformes totaux	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du réservoir. Hygiène du réservoir. Etat microbiologique de l'eau. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> BPH. Plan de maintenance du matériel. Plan de contrôle microbiologique. CIP et désinfection des équipements.
		Coliformes fécaux							
		Streptocoques fécaux							
		Bactéries acétiques acidifiantes							
		Bactéries lactiques							
Clostridium sp									
Remplissage : Transfert de bière non filtrée du tank de garde (TG) vers le réservoir tampon de bière non filtrée (RTbnf)		Néant							
	Réservoir tampon bière non filtrée	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du réservoir. Mauvais nettoyage. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du réservoir (CIP). Plan de contrôle microbiologique.
		Bactéries lactiques							
Transfert de la bière non filtrée vers filtre KG		Néant							
	Dosage des additifs	Corps étrangers (étapes précédentes)	P	<ul style="list-style-type: none"> Présence de poussière. Mauvais stockage des additifs. 	2	3	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Application de la méthode des 5S. Inspection avant utilisation.
		Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation. BPH non respectées. Négligence du personnel. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPH. Plan de contrôle microbiologique.

	Contamination chimique	C	Surdosage des additifs.	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> • Formation du personnel. • Suivi du dosage des additifs. • Gestion des stocks
Dosage KG	Néant							
Filtration sur filtre KG (Annexe 12)	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> • Etat du filtre. • Mauvaise manipulation. • Etat microbiologique de la bière à filtrer. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de contrôle microbiologique. • Respect des BPH. • CIP et désinfection des équipements de la filtration.
	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages							
	Bactéries lactiques Pectinatus							
	Bactéries anaérobies sporulantes de la bière							
	Résidus de produits de nettoyage CIP.	C	<ul style="list-style-type: none"> • Non-respect des doses des produits de CIP. • Mauvais rinçage du matériel. 	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle des concentrations CIP et désinfectants pH de la bière (en filtration et en TBF).
	Cops étrangers (étapes précédentes)	P	<ul style="list-style-type: none"> • Présence de poussière. • Mauvaise manipulation. 	2	2	1	4	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de la turbidité de la bière à la sortie de filtre KG.
Transfert de bière filtrée vers filtre PVPP	Néant							
Dosage PVPP	Néant							
Filtration sur filtre PVPP	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> • Etat du filtre. 	2	3	2	12	

(Annexe 12)	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages		<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation. Etat microbiologique de la bière à filtrer. 					<ul style="list-style-type: none"> Contrôle microbiologique de la filtration et TBF. CIP et désinfection des équipements de la filtration.
	Bactéries lactiques							
	Pectinatus							
	Bactéries anaérobies sporulantes de la bière							
	Cops étrangers (étapes précédentes)	P	<ul style="list-style-type: none"> Présence de poussière. Mauvaise manipulation. 	2	2	1	4	<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du filtre.
Transfert de bière filtrée vers filtre à Trap	Néant							
Passage par filtre à Trap (filtre à bougies)	Néant							
Dosage des additifs	Corps étrangers (étapes précédentes)	P	<ul style="list-style-type: none"> Présence de poussière. Mauvais stockage. 	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Application de la méthode des 5S. Inspection avant utilisation.
	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPH. Plan de contrôle microbiologique.
	Contamination chimique	C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise manipulation. BPH non respectées. Négligence du personnel. 	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Pasteurisation de PF. Formation du personnel. Suivi dosage des additifs. Analyse physicochimique de la bière (BBT et PF).
Transfert de bière filtrée vers le réservoir tampon de bière non filtrée (RTbnf)	Néant							

Remplissage réservoir tampon bière filtrée RTbf		Néant							
Dilution de la bière filtrée avec eau désaérée		Voir ci-dessus préparation Eau désaérée (Station Aldox).							
Carbonateur	Introduction CO ₂ (dosage)	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des conditions de stérilisation du CO₂. Hygiène de l'équipement. Panne du matériel. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique. BPF. Plan de nettoyage et désinfection. Plan de maintenance du matériel. Respect des conditions de stérilisation de CO₂.
		Bactéries lactiques							
	Transfert bière filtrée vers TBF	Corps étrangers / huiles de moteurs	P / C	<ul style="list-style-type: none"> Poussière Mauvaise maintenance du matériel (fuite). 	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance du matériel. Dosage du CO₂. Filtration du CO₂. Application du système HACCP dans la station CO₂.
		Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du matériel. Mauvaise manipulation. Etat microbiologique de la bière. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle microbiologique de la filtration et TBF CIP et désinfection des équipements de la filtration.
	Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages								
Bactéries lactiques									
Pectinatus									
	Bactéries anaérobies sporulantes de la bière								

			Remplissage tank de bière filtrée TBF	Néant								
			Stockage de la bière dans les TBFs (dans l'attente d'autorisation pour le soutirage).		Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat du TBF. Etat microbiologique de la bière. Non-respect des conditions de stockage. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle microbiologique de la filtration et TBF CIP et désinfection des équipements de la filtration et les TBFs. Respect des conditions de stockage.
					Bactéries acétiques acidifiantes et levures sauvages							
					Bactéries lactiques Pectinatus							
					Bactéries anaérobies sporulantes de la bière							
Entretien des installations de la filtration		Solution CIP contaminée	M	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais stockage des solutions CIP. Mauvaise manipulation. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle microbiologique des solutions CIP Vidange et préparation de nouvelles solutions CIP 			
		Résidus de nettoyage et de désinfection	C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais rinçage. Non-respect des doses des produits de CIP. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Respect des doses de solutions CIP. 			
Conditionnement	Réception des bouteilles	Bouteilles Retournables (Déjà utilisées)	Stockage des bouteilles	P	<ul style="list-style-type: none"> Etat des lieux de stockage. Etat des bouteilles. 	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle des bouteilles. Lavage et désinfection des bouteilles. 		
			Prolifération microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat des lieux de stockage. Non-respect des BPH. Etat des bouteilles. 	1	3	2	6	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPH. Lavage et désinfection des bouteilles. 		
		Décaissage	P	<ul style="list-style-type: none"> Etat des machines. Non-respect des BPH. Etat des bouteilles. Effet mécanique. 	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> Plan d'entretien et maintenance des machines. Respect des BPH. 			

	Lavage des caisses vides			Néant					
Verre neuf	Stockage des bouteilles	Introduction de corps étrangers (poussières, bris de verre, insectes...).	P	<ul style="list-style-type: none"> Non-respect des BPH. Etat des bouteilles. 	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> Adopter les BPH. Contrôle régulier des bouteilles.
	Dépalettation			<ul style="list-style-type: none"> Effet mécanique. Etat des machines. Etat des bouteilles. 	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> Entretien et maintenance des machines. Contrôle régulier des bouteilles.
	Tri des bouteilles (Sekamat)			Néant					
Convoyeur	Transfert des bouteilles vers la laveuse	Introduction de corps étrangers (poussières, bris de verre, insectes...).	P	<ul style="list-style-type: none"> Hygiène du convoyeur. Convoyeur non couvert. 	1	3	1	3	<ul style="list-style-type: none"> Application des BPH. Couvrir le convoyeur pour la protection des bouteilles.
Lavage et désinfection des bouteilles retournables (Annexe 13)	Lavage	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique de l'eau. Taux de chlore faible. Arrêt de pompe de dosage de chlore. 	4	3	3	36	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle microbiologique : Eau osmosée et bouteilles lavées sortie laveuse. Suivi dosage chlore (concentration). Pasteurisation PF.
		Bactéries lactiques							

		Rinçage	Résidus de soude, et additifs	C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais rinçage. Surdosage des produits. Panne du matériel. 	5	3	3	45	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle laboratoire : Bains de laveuse (soude, eau chaude et eau traitée) EBI : Inspection des bouteilles vides (résidus de soude). Plan d'entretien et maintenance du matériel.
			Résidus de chlore		<ul style="list-style-type: none"> Surdosage du chlore. Mauvais rinçage. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Rinçage abondant des bouteilles. EBI : Inspection des bouteilles vides (résidus de chlore).
	Bouteilles neuves (One way)	Rinçage	Résidus de chlore	C	<ul style="list-style-type: none"> Surdosage du chlore. Mauvais rinçage. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Rinçage abondant des bouteilles. EBI : Inspection des bouteilles vides (résidus de chlore).
Bouteilles	Introduction de corps étrangers (verre, calcaire...)			P	<ul style="list-style-type: none"> Explosion des bouteilles à l'intérieur de la laveuse ; effet mécanique, température. Mauvaise maintenance du matériel. 	4	4	2	32	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance et détartrage régulier de la laveuse. Inspection par des bouteilles test.
	Convoyeur laveuse-EBI	Introduction de corps étrangers (verre, insectes...)			P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise maintenance. Non-respect des BPH. 	3	2	1	6

Bière filtrée					<ul style="list-style-type: none"> Absence de cache sur le convoyeur. 					
	Inspection de bouteilles (EBI) (Annexe 13)		Bris de verre, particules, insectes, résidus de NaOH	P / C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise application des programmes (Négligence opérateur). 	5	5	2	50	<ul style="list-style-type: none"> Maintenance et entretien de l'inspectrice EBI Contrôle EBI par des bouteilles test.
	Convoyeur EBI vers la soutireuse.		Introduction de corps étrangers (Poussières, insectes...)	P	<ul style="list-style-type: none"> Absence de cache sur le convoyeur. Non-respect des BPH. Mauvaise maintenance. 	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Mise de cache sur le convoyeur. Respect des BPH. Plan de maintenance du matériel.
	Transfert de bière de TBF vers la soutireuse.		Introduction de corps étrangers.	P	<ul style="list-style-type: none"> Bière non suffisamment filtrée. Non-respect des BPF. 	4	1	1	4	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de la bière en sortie. Respect des BPF.
			Contamination microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> CIP non fonctionnel. Non-respect des BPH. 	2	2	2	8	<ul style="list-style-type: none"> CIP et désinfection de la ligne soutireuse bouteilles. Respect des BPH.
	Soutireuse (Annexe 13)	Introduction du CO ₂ (Flushing)	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise filtration de CO₂. Mauvaise maintenance du matériel. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Respect des BPH et BPF. Maintenance du matériel. Bonne filtration du CO₂. Plan de contrôle microbologique.
			Bactéries lactiques							
			Introduction de corps étrangers / huiles des moteurs	P / C	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise maintenance du matériel (fuite). 	4	1	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel.

			Soutireuse avec BBP intégrée	Bris de verre (explosion durant le remplissage)	P	<ul style="list-style-type: none"> Qualité du verre. Faible mécanique lors de l'opération de soutirage. 	5	5	2	50	<ul style="list-style-type: none"> Plan d'entretien et maintenance du matériel. Contrôle de la qualité du verre. Fournisseur agréé.
			Remplissage des bouteilles	Canules de remplissage dans une bouteille	P	<ul style="list-style-type: none"> Faible mécanique. Mauvaise maintenance. 	4	2	1	8	<ul style="list-style-type: none"> Plan d'entretien et maintenance du matériel. Tester la fonctionnalité du détecteur de métal.
				Graisses	C	Fuite dans le matériel.	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan d'entretien et maintenance du matériel. Procédure et Standards d'hygiène de la soutireuse.
				Résidus de produits de CIP		<ul style="list-style-type: none"> Mauvais rinçage. Non-respect des doses. Négligence opérateur. Défaillance des conductivimètres des lignes CIP. 	5	3	3	45	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle pH pour les eaux de rinçage. Sensibilisation du personnel. Contrôle de l'état des conductivimètres des lignes CIP.

			Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> • Non-respect des BPH. • Etat microbiologique de la soutireuse. • TBF contaminé. • Mauvais nettoyage et désinfection de la soutireuse ou de la ligne. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • CIP et stérilisation de la soutireuse. • Contrôle microbiologique des eaux de rinçage. • Pasteurisation de PF.
Bouteilles remplies	Transfert de la bouteille vers la capsuleuse	Surmoussage avec une eau IHP	Coliformes totaux	M	Etat microbiologique de l'eau IHP.	3	1	2	6	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle microbiologique de l'eau. • Respect de la température de l'eau (>80°C).
			Coliformes fécaux							
Streptocoques fécaux										
		Convoyeur	Corps étrangers (bris de verre)	P	Explosion des bouteilles à la soutireuse.	5	3	2	30	<ul style="list-style-type: none"> • Procédure et standard d'hygiène de la soutireuse.
Bouchons	Stockage des bouchons		Corps étrangers (Poussières, insectes...)	P	Cartons ouverts	3	2	1	6	<ul style="list-style-type: none"> • Fermeture des cartons après production (reste) avant de restituer au magasin des MP.
	Distribution des bouchons		Corps étrangers (poussières, ...)	P	Trémie des bouchons non fermée.	3	4	3	36	<ul style="list-style-type: none"> • Fermeture et cache de la trémie.
				Contamination microbiologique	M	Contamination par le milieu extérieur.	3	4	3	36

	Capsulage des bouteilles (Annexe 13)	Graisses	C	Fuite dans le matériel.	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Entretien et maintenance du matériel. 	
		Bris de verres résidus de matière du convoyeur.	P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvais capsulage (Bouchon trop serré). Dégradation de la matière du convoyeur. 	5	2	3	30	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de capsulage par le laboratoire au démarrage et en cours de production. 	
		Rinçage externe des bouteilles	Néant							
		Détection du métal	Néant							
Bière capsulée	Check Mat (Annexe 13)	Contrôle niveau et bouchon	Néant							
Bière	Pasteurisateur (Annexe 13)	Contamination du produit lors des étapes précédentes	Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Panne du matériel (Température insuffisante). Etat du pasteurisateur. CIP non fonctionnel du pasteurisateur. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique du produit fini. Plan de maintenance et entretien du pasteurisateur. Application des BPH.
			Bactéries lactiques							
			Algues	B / M / P	<ul style="list-style-type: none"> Négligence des CIP. Etat du pasteurisateur. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Procédure de traitement des algues. Plan de nettoyage et désinfection du pasteurisateur.

		Clostridium sp	C	nappes moins profondes qui, elles peuvent être polluées.	3	4	3	36	<ul style="list-style-type: none"> • Contrôle et traitement avant utilisation.
		Les métaux lourds		Pollution atmosphérique et terrestre lors de l'extraction de l'eau.					
		Les résidus agricochimiques comme les pesticides		Contamination par des terres avoisinantes traitées avec des pesticides.					
		Trihalomethanes		Réaction entre les produits de chloration de l'eau et les composés organiques.					
		Les hydrocarbures halogénés		Synthèses chimiques réalisées à partir des produits de gisements des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel, charbon...).					
		Particules en suspension (sable, argile...)	P	Extraction mal faite	4	1	1	4	<ul style="list-style-type: none"> • Effectuer des analyses à chaque extraction. • Bonne extraction.
Station filtres à sable et	Elimination des composés volatiles par charbon actif	Néant							

filtre à charbon	Elimination des solides par filtre à sable	Néant							
	Chloration	Contamination chimique par surdosage ou autre produit	C	Non-respect des doses des additifs.	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> • Respect des doses ajoutées. • Respect des BPF.
	Stockage dans la bâche à eau	Néant							
Station osmose inverse 1	Déchloration par filtre à charbon actif	Contamination microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> • Etat microbologique du filtre à charbon. • Etat microbologique de l'eau. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de contrôle microbologique de l'eau. • Stérilisation du filtre à charbon avant utilisation. • Désinfection de l'eau.
	Filtre polisher	Particules de charbon dans l'eau déchlorée	P	<ul style="list-style-type: none"> • Mauvaise maintenance et non entretien du filtre. • Filtres usés. 	2	3	1	6	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de maintenance et entretien (nettoyage et changement des filtres si nécessaire).
	Filtre à bougies	Néant							
	Osmose Inverse	Néant							
	U.V Installation	Néant							
	Tank eau osmosée	Contamination microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> • Etat microbologique de l'eau. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de contrôle microbologique des eaux.

Tanks stockage eaux				<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du tank. Mauvais entretien du tank. 					<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du tank.
	Dosage antiscaling	Néant							
	U.V Installation	Néant							
	Tank eau froide	Coliformes totaux Coliformes fécaux Streptocoques fécaux Clostridium sp	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du tank. Etat microbiologique de l'eau. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique de l'eau. CIP du tank.
		Les métaux lourds	C	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique de l'eau. Etat microbiologique du tank. Mauvais entretien du tank. 	4	3	3	36	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique des eaux. Plan de nettoyage et désinfection du tank.
		Les pesticides							
		Trihalomethanes							
	Les hydrocarbures halogénés								
	Alimentation via osmose inverse	Voir ci-dessous Tank eau osmosée							
	Echangeur de glycol	Fuite de glycol	C	Mauvais entretien et maintenance de l'échangeur.	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel et contrôle régulier.
Tank eau glacée	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique de l'eau. 	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique de l'eau. 	

				<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du tank. Mauvais entretien du tank. 					<ul style="list-style-type: none"> Plan de nettoyage et désinfection du tank.
	Chauffage de l'eau (Echangeur de vapeur)	Contamination par vapeur contaminée	C	Mauvaise maintenance des échangeurs à plaques.	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance des échangeurs à plaques.
	Tank eau chaude	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du tank. Mauvais nettoyage du tank. Etat microbiologique de l'eau. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique de l'eau. Plan de nettoyage et désinfection du tank.
	Retour refroidisseur du mout (eau chaude)	Néant							
Station osmose Inverse 2	Déchloration par filtre à charbon actif	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du filtre à charbon. Etat microbiologique de l'eau. 	2	2	3	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique de l'eau. Stérilisation du filtre à charbon avant utilisation.
	Filtre polisher	Particules de charbon dans l'eau déchlorée	P	<ul style="list-style-type: none"> Mauvaise maintenance et non entretien du filtre. Filtres usés. 	2	3	1	6	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance et entretien (nettoyage et changement des

										filtres si nécessaire).
	Filtre à bougies	Néant								
	Osmose Inverse	Néant								
	U.V Installation	Néant								
	Tank osmosée	Contamination microbologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbologique de l'eau (mauvaise filtration). Etat microbologique du tank. 	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbologique de l'eau. Plan de nettoyage et désinfection du tank. 	
	Dosage antiscaling	Néant								
Station CO ₂	Arrivée du CO ₂ (récupération)	Néant								
	Séparation d'écumes	Néant								
	Lavage CO ₂	Voir Analyse des dangers TDE								
	Remplissage de ballon	Néant								
	Compression du CO ₂	Huile dans le CO ₂	C	Mauvaise maintenance du compresseur à charbon actif (fuite).	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Plan de maintenance du matériel. Surveillance régulière. 	
	Passage par un filtre à charbon	Néant								
	Passage par un sécheur (séchage)	Néant								

Purification		Néant							
Liquéfaction (Gaz-Liquide)		Huile dans le CO ₂	C	Mauvaise maintenance du matériel.	2	3	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Surveillance et Plan de maintenance du matériel.
Stockage CO ₂ liquide (citerne de stockage)		Bactéries acétiques acidifiantes	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique des citernes de stockage. Mauvais entretien des citernes. Etat microbiologique du CO₂. 	4	1	2	8	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique du CO₂. Plan de nettoyage et désinfection des citernes de stockage.
		Bactéries lactiques							
				Huiles des moteurs	C	Mauvaise maintenance du matériel	3	3	3
Achat CO ₂ Liquide		Entrance contrôle							
Evaporation CO ₂ (liquide-gaz)		Néant							
Chaudières	Production de vapeur	Contamination chimique par les additifs	C	Non-respect des doses ajoutées des additifs.	3	2	2	12	<ul style="list-style-type: none"> Respect des doses. Gestion des stocks.
Compresseur d'Air	Compression de l'air (Air comprimé)	Contamination microbiologique	M	<ul style="list-style-type: none"> Etat microbiologique du compresseur. Etat microbiologique de l'air. 	3	3	3	27	<ul style="list-style-type: none"> Plan de contrôle microbiologique de l'air. Plan de nettoyage et désinfection des filtres à air.

				<ul style="list-style-type: none">• Mauvaise maintenance du filtre à air.					<ul style="list-style-type: none">• Plans de maintenance du compresseur (filtre air stérile).
--	--	--	--	---	--	--	--	--	---

❖ Etape7 (principe2) : Déterminer les CCP

Après identification des dangers pouvant être rencontré au sein de la brasserie, il faudra ensuite utiliser l'arbre de décision pour déterminer les CCP et les points d'attentions (Figure 16) :

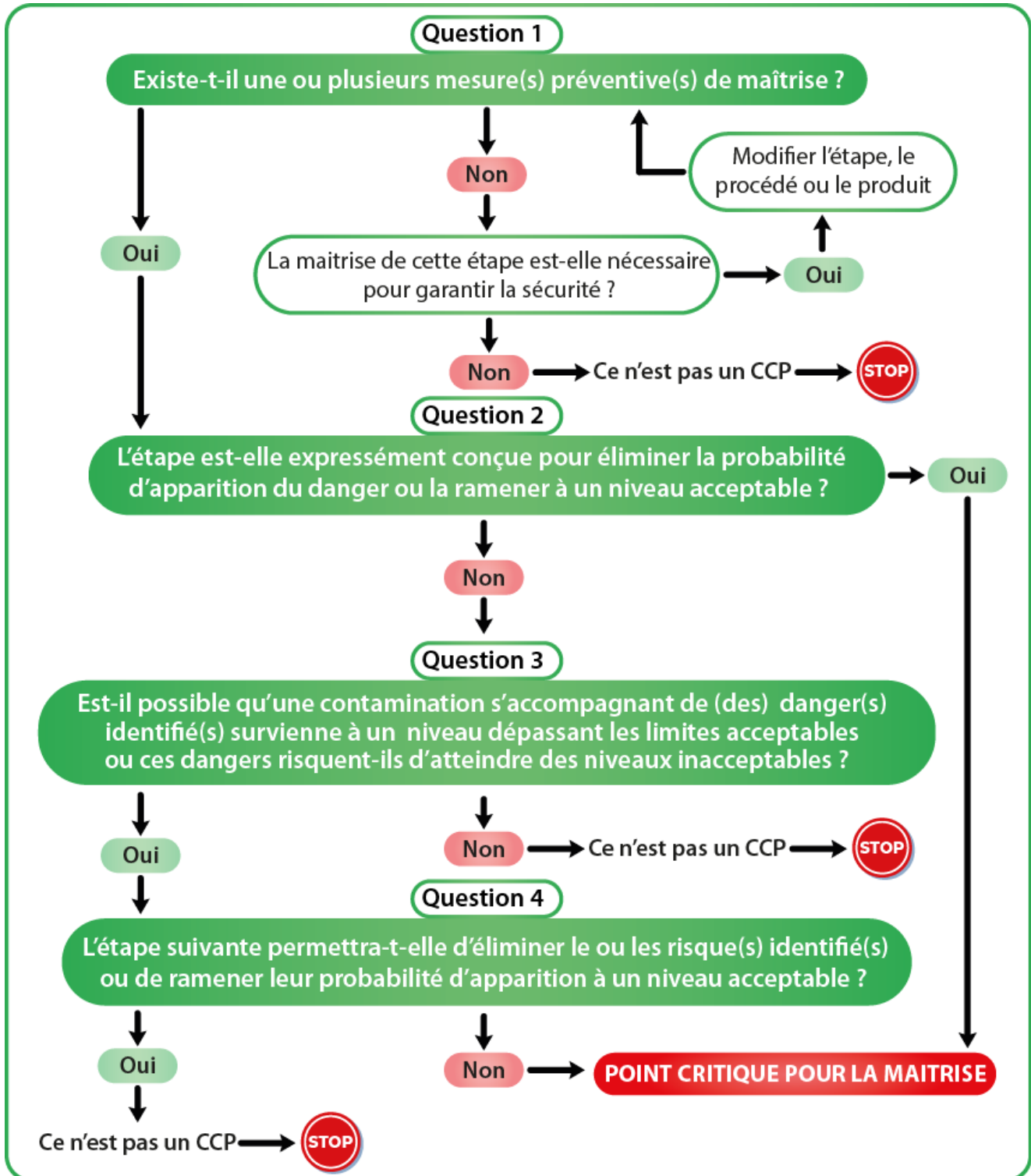


Figure 16 : Arbre de décision permettant de déterminer les points critiques pour la maîtrise (Belmedani et Amrouche, 2022).

Tableau 26 : Détermination des CCP et PRPo.

Etape	Danger	Criticité	Arbre de décision				Résultat
			Q1	Q2	Q3	Q4	
Réception du malt	<ul style="list-style-type: none"> Contamination du Malt par les métaux lourds, les mycotoxines et les résidus de pesticides et herbicides. 	30	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 1
Brassage	<ul style="list-style-type: none"> Présence de nuisibles (cafards) au niveau de l'entourage de la cuve matière, cuve filtre, chaudière à ébullition et le whirlpool. 	40	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 2*
Conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> Contamination par eau de lavage et de rinçage, au niveau de la laveuse bouteilles. 	36	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 3
	<ul style="list-style-type: none"> Résidus de soude et additifs dans les bouteilles (mauvais rinçage), au niveau de la laveuse bouteilles. 	45	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 4
	<ul style="list-style-type: none"> Introduction de corps étrangers (verre, calcaire, ...), au niveau de la laveuse bouteilles. 	32	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 5
	<ul style="list-style-type: none"> Bris de verre, particules, insectes et résidus de NaOH au niveau de l'inspectrice. 	50	Oui	Oui	/	/	CCP 1
	<ul style="list-style-type: none"> Bris de verre (exposition des bouteilles durant le remplissage) au niveau de la soutireuse. 	50	Oui	Non	Oui	Non	CCP 2
	<ul style="list-style-type: none"> Résidus de produits de CIP (nettoyage et désinfection) dans la bouteille au niveau de la soutireuse. 	45	Oui	Non	Oui	Non	CCP 3
	<ul style="list-style-type: none"> Cops étrangers (poussière) au niveau du convoyeur bouteilles vers la capsuleuse. 	30	Oui	Non	Non	/	PRPo 6
	<ul style="list-style-type: none"> Introduction de corps étrangers (poussière, poudre verte...) au niveau du convoyeur des bouchons. 	36	Oui	Non	Non	/	PRPo 7*
	<ul style="list-style-type: none"> Contamination microbiologique au niveau du convoyeur des bouchons. 	36	Oui	Non	Oui	Oui	
	<ul style="list-style-type: none"> Présence de bris de verres et résidus de matière du convoyeur de bouchons lors du capsulage des bouteilles. 	30	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 8

Traitement des eau	<ul style="list-style-type: none"> Résidus de pesticides, de métaux lourds, trihalométhanes et hydrocarbures halogénés lors du forage. 	36	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 9
	<ul style="list-style-type: none"> Résidus de pesticides, de métaux lourds, trihalométhanes et hydrocarbures halogénés dans le tank à eau froide. 	36	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 10
Station de CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Présence d'huile à moteur au niveau des citerne de stockage de CO₂ liquide. 	27	Oui	Non	Non	/	PRPo 11
	<ul style="list-style-type: none"> Contamination microbiologique lors de la compression de l'air au niveau du compresseur. 	27	Oui	Non	Oui	Oui	PRPo 12

Tableau 27 : Récapitulatif des CCP identifiés au niveau de la chaîne de production de la bière Heineken.

CCP N°	Danger identifié	Nature du danger	Etape de fabrication
CCP 1	Bris de verre, particules, insectes et résidus de NaOH au niveau de l'inspectrice.	Physique + Chimique	Conditionnement (Inspectrice)
CCP 2	Bris de verre (explosion des bouteilles durant le remplissage) au niveau de la soutireuse.	Physique	Conditionnement (Soutirage)
CCP 3	Résidus de produits de CIP (nettoyage et désinfection) dans la bouteille au niveau de la soutireuse.	Chimique	Conditionnement (Soutirage)

- ❖ **Etape 8 (principe 3), Etape 9 (principe 4) et étape 10 (principe 5) : Fixer un ou des seuil(s) critique(s) pour la maîtrise, mettre en place un système de surveillance et un plan d'actions correctives pour chaque CCP.**

Une fois les points critiques pour la maîtrise déterminés, un système de surveillance et un plan d'action correctives pour chaque CCP est élaboré.

Le système de surveillance ainsi que le plan d'action correctives pour chaque CCP sont présentés dans le tableau 28 :

Tableau 28 : Fixation des seuils critiques, le système de surveillance ainsi que le plan d'action correctives pour chaque CCP.

CCP	Etape du danger	Nature du danger	Limites critiques	Etablissement d'un système de surveillance			Etablissement d'un plan d'action corrective
				Procédure (Comment ?)	Fréquence (Quand ?)	Personne responsable (Qui ?)	
CCP 1 : Débris de verre, particules, insectes et résidus de NaOH au niveau de l'inspectrice.	Conditionnement (Inspectrice)	Physique & Chimique	Ejection de toutes les bouteilles test	<ul style="list-style-type: none"> Faire passer les bouteilles dans l'inspectrice et veiller au bon fonctionnement de cette dernière. 	A chaque passage dans la laveuse bouteilles	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la qualité. Responsable du packaging. 	<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'un aspirateur avant l'inspectrice pour se débarrasser tout ce qui est particules physiques. Nettoyage et maintenance préventive. Vérification avec bouteilles tests au démarrage et après intervention.
CCP 2 : Débris de verre (exposition des bouteilles durant le remplissage) au niveau de la soutireuse.	Conditionnement (Soutirage)	Physique	Absence de corps étranger (débris de verre)	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle par un checkmat. Contrôle visuel. Vérification de la qualité des bouteilles au laboratoire. 	A la fin de chaque soutirage	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la qualité. Responsable du packaging. 	<ul style="list-style-type: none"> Nettoyage et maintenance préventive de la soutireuse. Vérification avec bouteilles tests au démarrage et après intervention.
CCP 3 : Résidus de produits de CIP (nettoyage et désinfection) dans la bouteille au niveau de la soutireuse.	Conditionnement (Soutirage)	Chimique	$4,1 < \text{pH} < 4,8$	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle pH pour les eaux de rinçage (en utilisant la méthode de coloration ; phénophtaléine, pH-mètre, titration). 	A la fin de chaque soutirage	<ul style="list-style-type: none"> Responsable de la qualité. Responsable du packaging. 	<ul style="list-style-type: none"> Revoir la procédure de démarrage de soutirage après arrêt. Nettoyage et maintenance préventive de la soutireuse.

❖ Etape 11 (principe 6) : Appliquer des procédures de vérification

La vérification consiste à définir des activités, méthodes ou tests complémentaires à mettre en œuvre pour vérifier que le système HACCP fonctionne efficacement et effectivement.

La vérification permet de confirmer l'efficacité du système HACCP mise en œuvre sous forme d'audit spécifique par l'intervention d'une personne ou d'un organisme compétent (analyse des produits, établissement d'un audit, fréquence de contrôle à établir).

➤ Les méthodes mises en œuvre :

Notre vérification du système a été réalisée en utilisant les méthodes suivantes :

- ✓ Vérification périodique du respect des procédures du système HACCP.
- ✓ Validation de l'efficacité du système HACCP en termes de sécurité sanitaire des aliments : Une vérification initiale juste après l'élaboration du système. Des vérifications doivent ensuite être menées périodiquement et au moins chaque fois que le procédé de fabrication est modifié.
- ✓ Des contrôles visuels : Inspection visuelle du produit et contrôle de la fiabilité et le bon fonctionnement des équipements de mesure.
- ✓ L'audit interne : Contrôle des procédures de fabrication, humidité, températures, et contrôle de la documentation (contrôle des enregistrements, documents fournisseurs, et les résultats d'analyses ...).
- ✓ Vérification par analyses : Examens microbiologiques, biochimiques et sensoriels approfondies des produits intermédiaires et du produit fini ou de leur environnement.
- ✓ La revue des écarts enregistrés au niveau des points critiques pour la maîtrise, y compris leur résolution.
- ✓ La prise en considération des réclamations des clients.

Une fois que le système confirmé et validé, une révision est nécessaire en cas d'évaluation négative ou changement qui implique une perte de la sécurité sanitaire du produit. L'entreprise est dans l'obligation de mettre à jour leur système en cas de ;

- Augmentation de la criticité et la fréquence d'apparition des CCPs et PRPs et perte de leur maîtrise.
- L'ajout de nouveaux procédés, modification ou changement du matériel de fabrication.
- Mauvais résultats des analyses du plan de contrôle.
- Rappel produits dû à une non-conformité.
- Une nouvelle exigence réglementaire et/ou une nouvelle législation.
- Nouvelles exigences des clients.

❖ Etape 12 (principe 7) : Etablissement de documentation et des enregistrements :

Les registres sont essentiels dans l'étude de la validité du plan HACCP et la conformité du système mis en place. Cela permet la collecte, la conservation et le contrôle des données.

Le système documentaire a pour objectif de constituer un dossier ou figure d'une part toutes les dispositions mises en place dans le cadre de la démarche HACCP, d'autre part la preuve que leur application est à la fois effective et efficace. Il doit être à la fois pratique et précis.

Les registres élaborés pour le système HACCP concernent toutes les activités et la documentation exigée par le plan. Ces registres sont les suivants :

a. La documentation de base qui a servi à élaborer le plan HACCP :

Ces documents comprennent toutes les références sur lesquelles est basé le système HACCP mis en place, ainsi que tous les documents scientifiques de référence utilisés dans l'élaboration du système.

Ces documents doivent inclure également une liste des membres de l'équipe HACCP ainsi que leurs compétences, leurs responsabilités et leurs rôles dans la démarche suivie.

b. Registres de surveillance de tous les CCP :

Tous les registres de surveillance du HACCP doivent être conservés sur des formulaires donnant les informations suivantes : Le titre du formulaire, l'heure et la date, l'identification du produit (incluant le type de produit, la taille de l'emballage, la date de fabrication et le code du produit), les limites critiques, les observations et les mesures de surveillance, les initiales ou la signature de l'opérateur, les actions correctives prises en cas de nécessité, les initiales ou la signature des opérateurs et les personnes qui ont fait la révision ainsi que la date de la révision.

c. Registres des déviations et des actions correctives :

Ces documents ont pour objet d'identifier toutes les anomalies rencontrées lors de la mise en place du système HACCP. Ces registres doivent comporter ces informations suivantes :

- L'identification du lot/produit sujet de la déviation.
- Quantité de produit affecté dans le lot sujet de la déviation.
- Nature de la déviation.
- Information sur la suite à donner au lot sujet de la déviation.
- Description de l'action corrective.

d. Registres de vérification/validation

Ces documents ont pour objet de vérifier et valider toutes les étapes du système HACCP. Ces registres comportent les étapes suivantes :

- Audits internes.
- Test et évaluation de l'équipement.
- Précision et étalonnage de l'équipement de surveillance.
- Résultats des activités de vérification, y compris les méthodes, la date, les personnes et/ou les organisations responsables, les résultats obtenus et les actions entreprises.

e. Documentation des méthodes et des procédures utilisées

L'entreprise doit avoir des registres contenant la description de toutes les méthodes et les procédures et matériels utilisés dans l'élaboration du système HACCP. Ces documents doivent contenir les informations suivantes :

- La description détaillée du système de surveillance des limites critiques pour chaque CCP, incluant les méthodes et équipement utilisés, la fréquence de surveillance et l'opérateur mis sur la mission.
- Les mesures d'actions correctives à entamer en cas de dépassement des limites critiques ou d'autres situations conduisant à des dangers potentiels qui peuvent engendrer un risque.
- La description des procédures de tenue des registres, incluant les copies de tous les formulaires.
- La description des procédures de vérification et de validation.

f. Registres des programmes de formation des employés :

Les employés doivent bénéficier des formations nécessaires qui leur permettront de comprendre les procédures, les méthodes et les actions appropriées à prendre pour la maîtrise des CCP. Après cela, des registres spéciaux sont tenus au sein de l'entreprise qui comprennent toutes les informations concernant les employés ainsi que les formations qu'ils ont suivies.

Tableau 29 : Programme d'enregistrement

Document	Objet	Système de codage
Manuel HACCP	HACCP de l'industrie	Fait par l'entreprise
Etudes HACCP	Les 12 étapes du système HACCP	
Champs d'application de l'étude	Ligne de production de bouteille de bière HEINEKEN	
Equipe HACCP	Responsables participants, leurs compétences et leurs rôle/missions dans l'équipe	
Description des produits du champ de l'étude	Fiche technique du produit	
Utilisation attendue des produits du champ de l'étude	Listes des analyses laboratoire et fiches des propriétés du produit	
Diagramme de fabrication	Le processus de fabrication de la bière HEINEKEN.	
Typologie des dangers étudié	Physique / Chimique / Biologique / Microbiologique	
Tableaux d'analyse de danger	Dangers, Nature du danger, cause du danger, fréquence et mesure de prévention	
Tableaux de gestion des PrPo et des CCP	Mesure de correction et de maîtrise	
Dossier de validation des mesures de maîtrise	Procès-verbal des réunions et les signatures	
Tableaux de vérification des mesures de maîtrise	Audits et check-list	

Résultats et discussion

Au cours de notre travail, nous avons effectué une étude préliminaire des programmes préalables au sein de la brasserie comme exigences nécessaires afin d'avoir un produit conforme du point de vue de la qualité sanitaire et de pouvoir mettre en place le système HACCP sur la ligne de fabrication de la bière et celle de la préparation de la bouteille. Pour cela, nous nous sommes servis d'un questionnaire (programme prérequis) qui vise les aspects suivants : les locaux, le transport, l'entreposage, les équipements, l'alimentation en eau, le personnel, le nettoyage et désinfection et la lutte contre les nuisibles, ainsi que la gestion des déchets.

Globalement, nous avons estimé que les PRP étaient réunis au sein de l'unité, ceci nous a amené à décider de l'application des sept principes HACCP sur la ligne de fabrication, puis nous avons procédé au découpage de circuit de fabrication.

Nous avons constaté que, durant certaines étapes du processus de fabrication, le produit est exposé à différents dangers de nature biologique (pigeons, cafards, etc.), physique (débris de verre, débris de métal, etc.), chimique (métaux lourds, résidus de soude, etc.) et microbiologique (bactéries acétiques acidifiantes, lactiques, etc.), qui sont principalement liés au non-respect des règles des BPH, BPF, BPS ...

En se basant sur le diagramme d'ISHIKAWA (méthode des 5M), nous avons soumis le processus de fabrication tout entier à une analyse détaillée et progressive des dangers, afin de détecter les dangers éventuels et d'éliminer ou de ramener à un niveau acceptable tout danger potentiel.

Après avoir réalisé une analyse de dangers en se référant à l'ancienne version du système HACCP de la brasserie qui date de l'année 2021, nous avons sélectionné tous les dangers dont l'indice de criticité dépasse la limite fixée, et en s'appuyant sur l'arbre de décision, nous avons pu identifier les trois points critiques (CCP) déjà existants au niveau du conditionnement du produit :

- Le premier CCP se situe au niveau de l'inspectrice (machine) ; il s'agit d'un danger physique qui se traduit par la présence de bris de verre, particules et insectes dans les bouteilles, et cela est dû d'une part à l'effet physique et mécanique (explosion de bouteilles) lors du lavage et rinçage des bouteilles, d'autre part au transport par le convoyeur vers l'inspectrice.

Le danger chimique quant à lui, se traduit par la présence de résidus de NaOH dans les bouteilles à leur sortie de la rinceuse, ce qui est dû au mauvais rinçage ou le surdosage des produits de soude.

L'inspectrice est dotée de caméras d'une haute technologie, qui détectent toute bouteille défectueuse, ou tout corps étranger à l'intérieur de celle-ci et les éliminent à leur passage.

Afin de pouvoir s'assurer de l'efficacité de l'inspectrice, des tests sont effectués quotidiennement avec des bouteilles test, ainsi qu'un plan d'entretien et de maintenance sont mis en place.

- Le deuxième CCP se situe à l'étape du soutirage au niveau de la soutireuse ; il s'agit d'un danger physique qui se traduit par la présence de bris de verre, qui est dû à l'explosion des bouteilles durant leur remplissage à cause de la qualité du verre (la retournable) ou une faille mécanique lors de l'action.

Au moment de l'explosion, le BBP (Bursting Bottle Procedure) détecte l'explosion, et donne l'ordre au Checkmat d'éliminer les trois bouteilles en amont et en aval de celle explosée, et cette opération est répétée pour les trois tours suivants, ce qui fait 21 bouteilles éliminées.

Afin de pouvoir s'assurer de l'efficacité de cette action, un opérateur est disponible sur place afin de constater toute défaillance, et un plan de maintenance est mis en place avant chaque soutirage.

- Le troisième CCP se situe à l'étape du soutirage au niveau de la soutireuse ; il s'agit d'un danger chimique qui se traduit par la présence de résidus de produit de CIP, qui est dû au mauvais rinçage ou à une défaillance des conductivimètres de lignes CIP.
Afin de maîtriser ce danger, des contrôles de pH pour les eaux de rinçage sont effectués avant chaque soutirage.
Pour s'assurer de l'efficacité de cette action, des rinçages abondants et des contrôles de l'état des conductivimètres des lignes CIP sont effectués régulièrement.

En mettant à jour les PRPo de l'industrie, nous avons détecté un nouveau au niveau de la lutte contre les nuisibles, il se traduit par la forte présence de nuisibles dans la salle de brassage, ce qui constitue un danger biologique, physique ainsi que microbiologique. Pour y remédier, une mesure de maîtrise a été mise en place, et qui consiste en l'augmentation de la fréquence du plan de désinsectisation (assuré par un organisme extérieur), de nettoyage et de désinfection.

En plus de ces trois CCP, nous avons pu détecter une non-conformité (PRPo 07), qui se trouve au niveau de l'étape de distribution de bouchons vers la capsuleuse qui est en contact direct avec le milieu extérieur. En effet nous avons constaté que le matériau du tapis convoyeur de bouchons se dégrade, résultant de l'effet mécanique du roulement lors du transport des bouchons. Cela fait génère une poussière de couleur verte se déposant au niveau de la capsuleuse et est également véhiculée par les bouchons. (Annexe 14)

Toutefois, pour y remédier une mesure corrective a été prise, et qui consistait à changer la courroie par une nouvelle, conforme au contact alimentaire, et de mettre un cache protecteur et isolateur afin de le couvrir ainsi de protéger le produit de toute contamination venant du milieu extérieur.

Conclusion

L'assurance d'une meilleure qualité de produit, ainsi que la sécurité des consommateurs, exige un renforcement dans l'application des règles d'hygiène aussi bien au niveau de la fabrication qu'au niveau de la commercialisation des produits finis.

Pour cela, il existe des prérequis conditionnels et importants pour la mise en place d'un système d'analyse des risques HACCP. En effet, le développement d'une logique de prévention basée sur la maîtrise des facteurs de risques qui sont les 5M en agroalimentaire, a fait preuve de son efficacité.

Au cours de ce projet de mise en place du système HACCP sur la ligne de fabrication de la bière HEINEKEN, au sein de la brasserie SARL « TANGO » Part Of HEINEKEN Company située à Rouïba, nous avons réalisé une évaluation des différentes zones de l'unité de production décrivant les conditions de travail et la situation hygiénique. Ainsi, nous avons pu à travers notre analyse des dangers d'identifier (03) points critiques sur la ligne de fabrication, qui sont :

- Présence de bris de verre, particules, insectes et résidus de NaOH au niveau de l'inspectrice.
- Présence de bris de verre (explosion des bouteilles durant le remplissage) au niveau de la soutireuse.
- Présence de résidus de produits de CIP (nettoyage et désinfection) dans la bouteille au niveau de la soutireuse.

Afin de garantir une bonne qualité hygiénique et la salubrité des produits finis, ces points critiques qui constituent un risque majeur sur la santé du consommateur, une surveillance et des mesures correctives sont donc préconisées pour rendre maîtrisables les étapes de production en question, ainsi garantir la qualité du produit et la sécurité du consommateur.

A cet effet, la direction de la brasserie s'est engagée à prendre en charge toutes les recommandations visant à remédier aux anomalies constatées et l'instauration de mesures correctives requises par le système HACCP.

Enfin, cette étude nous a permis d'apporter notre contribution et de comprendre le fonctionnement d'un tel système d'une part, et d'aider à évaluer les dangers ainsi que leurs causes associées à la fabrication de la bière afin de les maîtriser et garantir une production de qualité, ainsi que la sécurité et la satisfaction des consommateurs.

Références bibliographiques



- **ACIA. (2007).** Agence canadienne d'inspection des aliments. Manuel Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments. Section3
- **AFNOR.** Association Française de normalisation. 2021
- **Anonyme 1, (2011).** Principe d'hygiène et de management de la qualité sanitaire et phytosanitaire.PIP
- **Anonyme 2, (2011).** APAB (Association des Producteurs Algériens de Boissons). Guide des Bonnes pratiques d'hygiène. Industrie Algérienne des jus de fruits, nectars et produits dérivés. Programme d'Appui aux PME/PMI et à la Maitrise des Technologies d'information et de Communication (PME II), confiance par l'Algérie et l'Union Européenne.152p.
- **Anonyme 3. (2021).** Nain brasseur, disponible sur le site : <http://univers-biere.net/composition.php>
- **Arvanitoyannis I., (2009).** HACCP and ISO 22000, Application to Foods of Animal Origin. Edition Blackwell Publishing United Kingdom. ISBN 978-1-4051-5366-9.



- **BAMFORTH C.W, (2002).** Nutritional aspects of beer-a review. Department of Food Science & Technology, University of California, Davis, CA 95616-8598, USA. Nutrition Research (22). pp 227–237. Berger et Deboe-Laurence (1985) édition R.Laffont.
- **Bekada A., (2007).** Modélisation et mise en place d'un plan HACCP pour la lutte contre le Mucor dans un fromage à pâte molle type camembert. Thèse de doctorat en science biologique. Université d'Oran.
- **Benyoub F., (2017).** Contribution à la mise en place de système haccp au niveau de la laiterie SARL halib ennadjah-Maghnia.
- **Biernard., (2020).** Le Malt c'est quoi ?, Disponible sur le site : <https://biernard.com>.
- **BLANC D., (2009).** ISO 22000, HACCP et sécurité des aliments : Recommandations, outils, FAQ (Frequently Asked Questions) et retours de terrain. Ed, AFNOR, Paris. ISBN :978-2-12-465198-6.
- **Blanc D., (2006).** ISO 22000 HACCP et sécurité des aliments : Recommandations, outils, FAQ et retours de terrain. Edition AFNOR, Paris, 22-42 pp.
- **Bolnot F. H., (1997).** La nouvelle approche européenne à l'épreuve du terrain en restauration hors foyer : Les cahiers Réserves Santé, numéro 7, 22-25 pp
- **Bouali W., (2010).** Contribution à la mise en place d'un plan HACCP dans une unité de fabrication d'aliments pour animaux. Mémoire de fin d'étude. Université d'Oran.

- **BOURGEOIS C-M., MESCLE J-F. et ZUCCA J., (1996).** Microbiologie alimentaire : Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Tome 1. Ed., Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 654.
- **Boutou O., (2006).** Management de la sécurité des aliments : De l'HACCP à l'ISO 22000. Edition AFNOR, Paris, 2-440 pp.
- **Boutou O., (2008).** De l'HACCP à l'ISO 22000. Management de la sécurité des aliments. 2^{ème} édition. Ed AFNOR. ISBN : 978-2-12-440111-6.



- **CAC / RCP., (2003).** Code d'usages international recommandé : Principes généraux d'hygiène alimentaire. Codex alimentarius, 29 p
- **Christian Delvosalle., (2002).** « La qualité : des concepts à la pratique », Pyramides [En ligne], mis en ligne le 07 décembre 2011, consulté le 24 avril 2022. URL <http://journals.openedition.org/pyramides/480>.
- **Codex (Joint FAO / WHO Food Standards Programme, Codex Alimentarius Commission), (2009).** Hazard Analysis and Critical Control Point (HAACP): System and guidelines for its application. Food Hygiene Basic Texts, Edition Joint FAO / WHO Food Standards Programme, 4^{ème} édition, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- **Codex Alimentarius., (2007)** Programme mixte fao/oms sur les normes alimentaires comité du codex sur l'hygiène alimentaire.PDF



- **Dupuis C., Tardif R., Verge J., (2002).** Hygiène et sécurité dans l'industrie laitière, Ed. Polytechnique, Québec, Canada.
- **Duret D. et Pillet M., (2005).** Qualité en production de l'ISO 9000 0 Six Sigma. Edition d'Organisation EYROLLES, 3^{ème}, édition, Paris, 141-142 pp.



- **FAO / OMS., (2003).** Garantir la sécurité Sanitaire et la Qualité : Directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire, Italie, 11-13 pp.
- **FAO. 1997.** Système d'analyse des risques-points critiques pour leur maîtrise (HACCP) et directives concernant son application. Codex Alimentarius. CAC/RCP 1/ 1969, révision 3. Rome.
- **Feinberg M., (2001).** L'assurance qualité dans les laboratoires agroalimentaires et pharmaceutiques. Edition Technique & Documentation Lavoisier, 2^{ème} édition, 353 p.
- **Fekl et al., (2021).** Types de bières. Disponible sur le site : <https://www.brassers-de-france.com/tout-savoir-sur-la-biere/les-types-de-biere/>

- **Frédéric Canard., (2009).** Management de la Qualité. Lextenso éditions. Paris : Préface d'Élise TOSI. 249p
- **FSSC 22000.** Food Safety Management Systems. 2019.



- **G.Landy., (2007).** AMDEK Guide pratique. 2^e édition. Saint-Denis : AFNOR. 250p
- **G.Moreau., (1909).** La bière, Procédés modernes de fabrication et utilisation des sous-produit. 2^{eme} édition. HACHETTE BNF. 54p.
- **Gillet-Goinard F. et Margerand J., (2006).** Manager la qualité pour la première fois : Conseils pratiques diagnostic, plan d'action, certification ISO 9001. Edition Organisation Paris Groupe Eyrolles.
- **Guillet-Goinard F. et Seno B., (2009).** La boîte à outils du Responsable Qualité. Edition Dunod, Paris, 110 p.



- **Hampton et all., (2002).** Comparative chemical attributes of native North American hop, *Humulus lupulus* var. *lupuloides* E. Small. *Phytochemistry* 61, 855-862.



- **ISO 22000 version 2018.** Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires : Exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire. Edition ISO 2018.
- **ISO 8042 version 1994 (E/ F/ R).** Quality management and quality assurance vocabulary. Edition ISO 1994.
- **ISO 9000 v 2000.** Systèmes de management de la qualité. **Edition ISO 2000.**
- **ISO 9001 v 2015.** Systèmes de management de la qualité. Edition ISO 2015.



- **Jable Ciqua., (2020).** La composition minérale et nutritionnel de la bière, disponible sur le site : <https://ciqua.anses.fr>
- **Jean Margerand et Florence Gillet-Goinard., (2006).** Manager la qualité pour la première fois. Edition organisation. Paris : Diagnostic, plan d'action, certification ISO 9001. 209p
- **Jean-François Carpentier., (2009).** La sécurité informatique dans la petite entreprise état de l'Art et bonnes pratiques. Eni édition. France : ZAC du Moulin Neuf.209p
- **Jean-Marie Gogne., (2005).** Management de la qualité. 5^e édition. Paris : Gestion poche.109p
- **JEANTET R., CROUGUENNEC T., SCHUCK P. et BRULE G. (2006).** Sciences des aliments. Volume 1. Ed. Techniques et Documentation, Lavoisier, Paris.

- **John Wiley & Sons., (1994).** Decision and Control The meaning of Operational Research and Management Cybernetics (West Sussex PO19 1UD, England éd.) [E-book].
- **Jouve J.L., (1996).** Le HACCP, un outil pour l'assurance de la sécurité des aliments. in : Bourgeois C.M, **Mescle J.F,** et **Zucca J.** Microbiologie alimentaire, aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Paris, 2ème Edition, Technique & Documentation Laboratoire. 496-508pp.
- **Jouve J.L., (1994).** La maîtrise de la sécurité et de la qualité des aliments par le système HACCP. In : **Multon. J.L., Arthaud J.F.,** et **Soroste. A.,** la qualité des produits alimentaires : politique, incitation, gestion et contrôles. 2èmeEdition, Technique & Documentation Lavoisier, Paris. 504-523pp.



- **Kavalier, A.R., Litt, A., Ma, C., Pitra, N.J., Coles, M.C., Kennelly, E.J., Matthews, P.D., (2011).** Phytochemical and morphological characterization of hop (*Humulus lupulus* L.) cones over five developmental stages using High Performance Liquid Chromatography coupled to Time-of-Flight mass spectrometry, Ultra-high Performance Liquid Chromatography photodiode array detection, and light microscopy techniques. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59, 4783-4793.
- **Krishnakomar T., (2021).** HACCP AND FOOD SAFETY ICAR-Central Tuber Crops Research Institue, Trivandrum, Kerala, India 1-13pp.



- **LACROIX A, (2000).**, Fabrication de la bière. Ed, Lavoisier.
- **Landy.G., (2007).** AMDEC : guide pratique. Edition AFNOR 2^{ème} Edition, La plainte Saint-Denis. 3-15pp.
- **Larpent J. P, Larpent G.M., (1997).** Mémento technique de microbiologie. 3ème édition, Technique et documentation Lavoisier, Paris. PP: 217- 240.
- **Li, H.J., Deinzer, M.L., (2006).** Structural identification and distribution of proanthocyanidins in 13 different hops. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54, 4048-4056.
- **Lücke F.K., et Trafialek. J., (2010).** Umsetzungder HACCP: **Prinziper in Trafialek J., lehrke M., Lücke F. K., Kolożyn-Krajewska D. et Janssen J., 2015** HACCP: Based Procedures in Germany and Poland. Edition Food control, 1-3pp.



- **Majcher.N., (2017).** Les bienfaits de la bière. Disponible sur le site : <http://www.docteurbonnebouffe.com>
- **M.Jaccard., (2010).** Objectif qualité : introduction aux systèmes de management de performance et de durabilité. Première Edition. Italie : Presses polytechniques et universitaires romandes. 392p

- **M.L, PASTER., (1876).** La bière, SES MALADIES, CAUSES QUI LES PROVOQUENT, PROCEDER POUR LA RENDRE INALTERABLE (HARVARD COLLEGE éd.). Harvard College Widener Library.279p, [E-book].
- **M.Richard, et R. Ben Dris., (2015).** Les composantes de la qualité [en ligne]. Disponible sur : <https://sites.google.com/site/methodologieetqualite/qualite/les-composantes-de-la-qualite>.
- **MANFRED et MOLL N., (2005).** Précis des risques alimentaires. Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris.
- **Megherbi H. et Allali R., (2016).** Evaluation de la mise en place du système HACCP au sein de l'unité de fabrication de jus "ZIMA". Mémoire de fin d'étude. Université M'hamed Bougara Boumerdés.
- **Micetcraft., (2021).** Combien de types de malt différents y a-t-il dans la production de bière artisanale ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.micetcraft.com/fr/types-de-malt/>.
- **Mortimore S., et Wallace C., (2001).** Food Industry Briefing Series: HACCP. Edition Blackwell Science LTD, Oxford.
- **Mulder, G. J., & Dubief, L., (2018).** Le Guide Du Brasseur Ou L'art De Faire La Bière : . . . (French Edition). Wentworth Press. 323p.



- **N'guessan F.K., N'Dri D.Y., Camara F., et Djè M.K., (2010).** Saccharomyces cerevisiae and Candida tropicalis as starter cultures for the alcoholic fermentation of tchapalo, a traditional sorghum beer. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 26, 693–699.
- **NEGRO M., TONETTI. et HARDY M., (1999).** Le HACCP et les industries laitières.



- **OMS (1997).** Guide OMS des normes relatives aux bonnes pratiques de fabrication (BPF) partie 1. Modes opérations normalisés et formules originales de fabrication.



- **Panisello P.J., Quantick P.Ch., et Knowles M.J., (1999).** Towards the implementation of HACCP, results of a UK regional survey. Edition Food Control, 10p.
- **PASA., (2007).** Manuel Programme d'Amélioration de la Salubrité des Aliments. Chapitre 2. Programme pour un développement durable du secteur fruits et légumes ACP, programme de coopération européen géré par COLEACP.346p.



- **Quittet C., et Nelis H., (1999).** HACCP pour PME et artisans : Secteur produit laitiers, tome 1 Edition, KULEUVEN et Gemblonx, Bruxelles, 495p.



- **R.Abdelkader., (2011).** Le Management de la Qualité Totale : T.Q.M Les outils du développement de la performance des entreprises (Le cas de l'entreprise algérienne). Alger. 168-178p
- **Règlement (CE) N° 852/2004** du parlement européen et du conseil du **29 Avril 2002**, établissent les principes généraux et les prescriptions générales de la législation, instituant l'auteur européenne de sécurité des données alimentaire.



- **Scalabrino A., (2006).** La méthode HACCP dans le plan de maitrise sanitaire : mise en place et contrôle officiel. Thèse vétérinaire. Université de Lyon.
- **Seddiki A., (2008).** Le management de la qualité et production alimentaire : T.Q.C., Hygiène, Codex Alimentarius, Normes ISO série 9000 et ISO 22000, Système HACCP. Edition Hibr, Alger, 252 p.
- **Seddiki Abdallah., (2004).** Management de la qualité de l'inspection a l'esprit kaizen.4.01.4515. Alger : Officie des publications universitaires. 491p
- **Soumana O.S., Amadou I., Ibrahim A.H. et Gounga M.E., (2020).** Elaboration d'un plan de Maîtrise et de Contrôle des Dangers au cours de la Production de Boisson Gazeuse en Bouteille PET à partir de la Démarche HACCP. Edition European Scientific Journal, volume 16, 295-317 pp.



- **TAFULO P. A. R., QUEIROS R. B. C., DELERUE-MATOS M ET SALES M. G. F., (2010).** Control and comparison of the antioxidant capacity of beers. Food Research International (43) pp 1702-1709.
- **Troy J., Molly.E., Cynthia.M et Heather K., (2005).** Advantage de HACCP document d'accompagnement. Edition Imprimeur de la Reine pour l'Ontario. Canada. ISBN 0-7794-7117-2.



- **V.Ferrari et al.,(2022).** Structure du grain d'orge. Disponible sur le site : <https://www.btobeer.com>
- **Vène, J., & Courvaisier, H., (1967).** *La bière et la brasserie* (Deuxième édition). Presses universitaires de France, 126p.
- **Vignola C.L., (2002).** Science et technologie du lait. Tec et Doc. Lavoisier. Paris



- **Wallace C.A. et Mortimore S.E., (2016).** HACCP in Lelieveld H., Gabric D. et Holah J. Handbook of hygiene Control in the Food Industry, Edition Woodhead Publishing Series in Food Science, 2ème edition, Technology and Nutrition, chapitre 3, 25-42 pp.



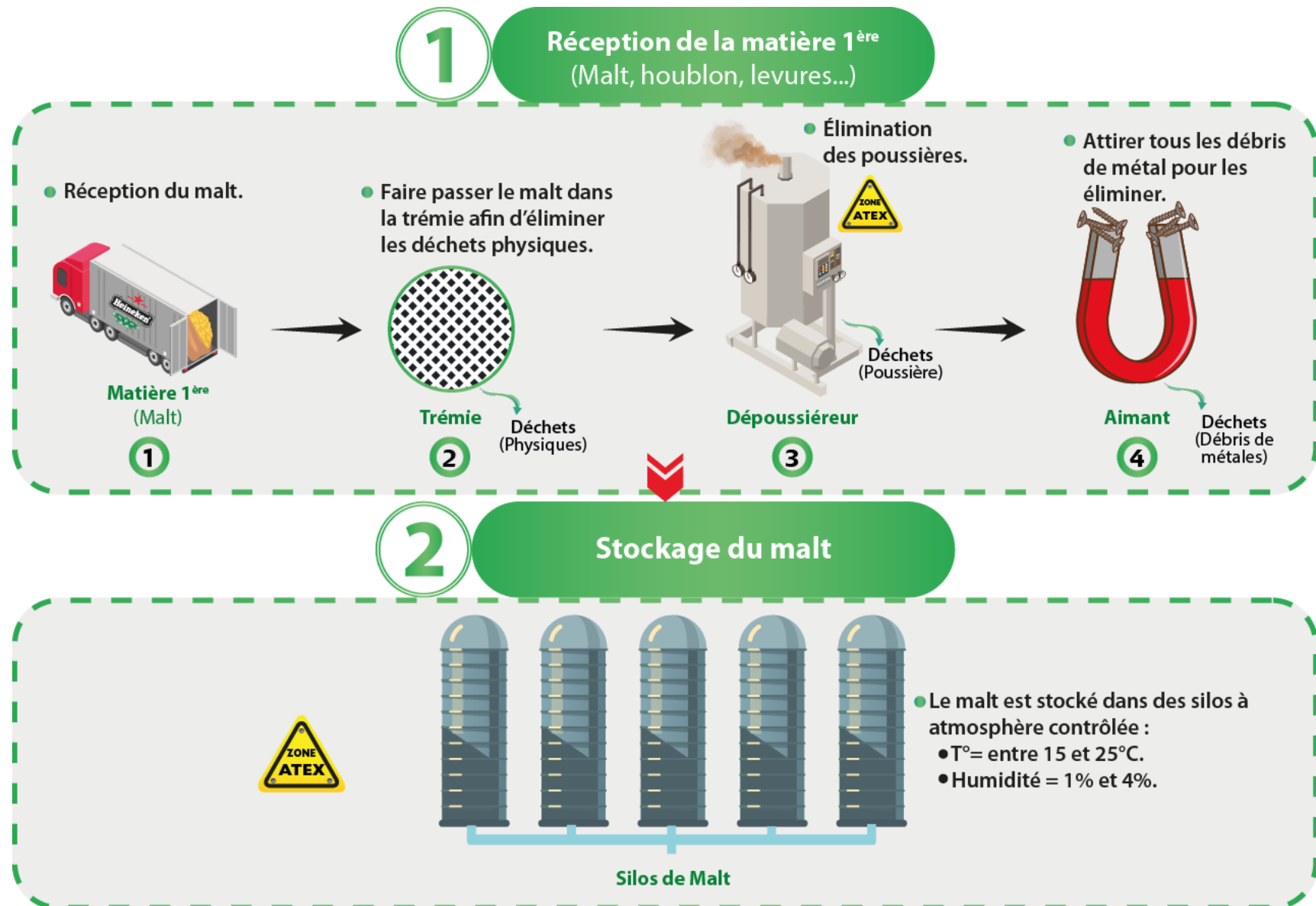
- **Yaiche A., (2013).** L'application de la méthode HACCP au sein de l'unité margarinerie du complexe agro-alimentaire « CEVITAL ». Mémoire de fin d'étude. Université Abderrahmane. Mira. Bejaia.
- **Yunus, M.R., (2016).** Hazard Analysis and Critical Control Points in cocoa bean fermentation. International Journal of Agriculture System, 4(1), 13-26

Documents internet :

- <http://algerienews-fr.blogspot.com/2015/03/consommation-tango-la-biere-preferee.html>
- <http://www.google.com/amp/s/www.tsa-algerie.dz/les-algeriens-ont-consomme-270-million-de-litres-dalcool-en-2017/amp>
- <http://www.wannaber.com>

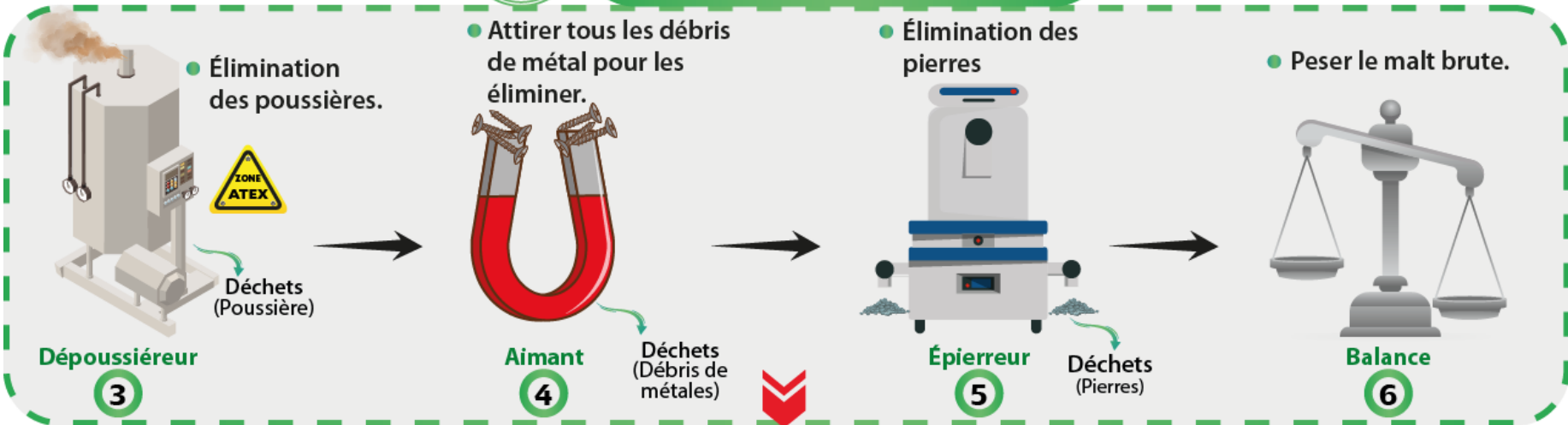
Annexes

Annexe 1 : Diagramme de fabrication de la bière ainsi que les installations, fait par TANGO (Conception : Belmedani et Amrouche, 2022).



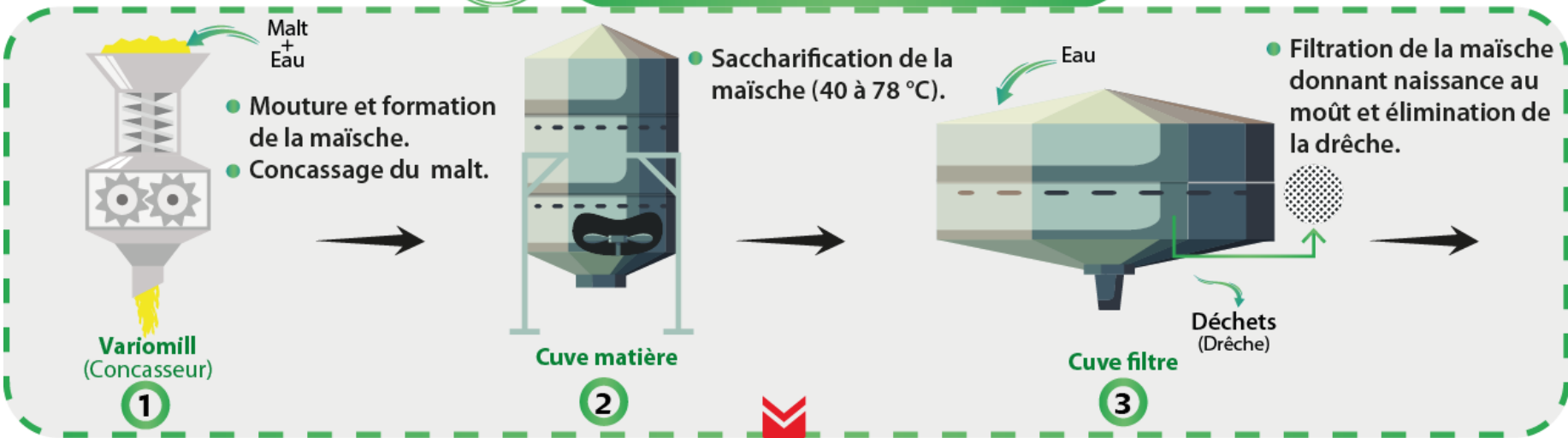
3

Préparation du malt

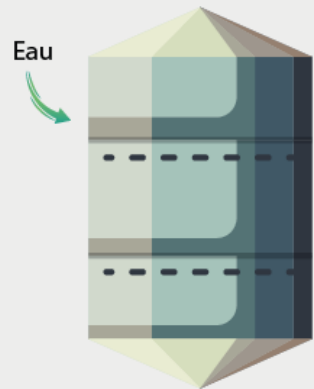


4

Brassage

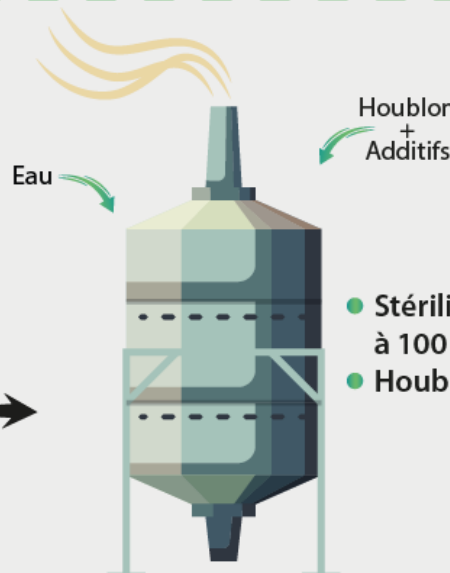


- Stockage temporaire du moût.
- Stabilisation du moût.



Bac intermédiaire

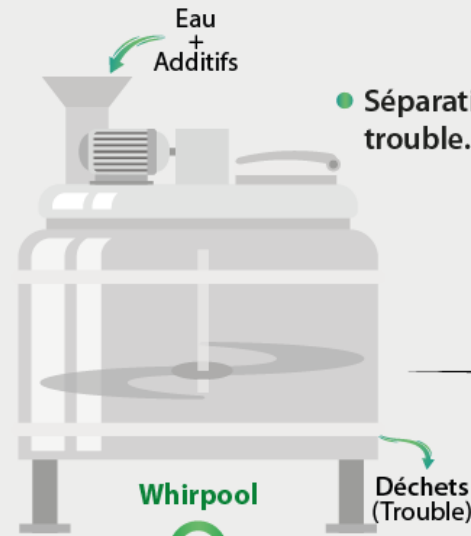
4



Chaudière à ébullition

5

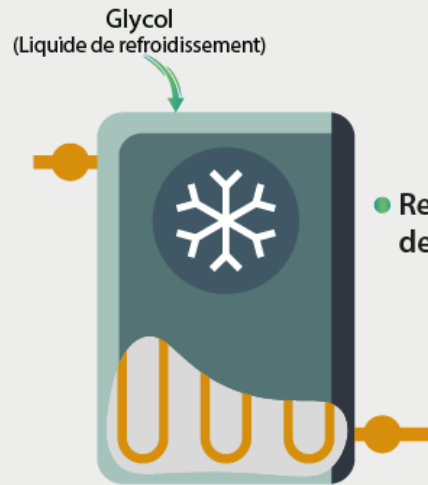
- Stérilisation du moût à 100 °C.
- Houblonnage.



Whirpool

6

- Séparation du trouble.



Refroidisseur

7

- Refroidissement du moût de 95 °C à 8 °C.



Orbisphère

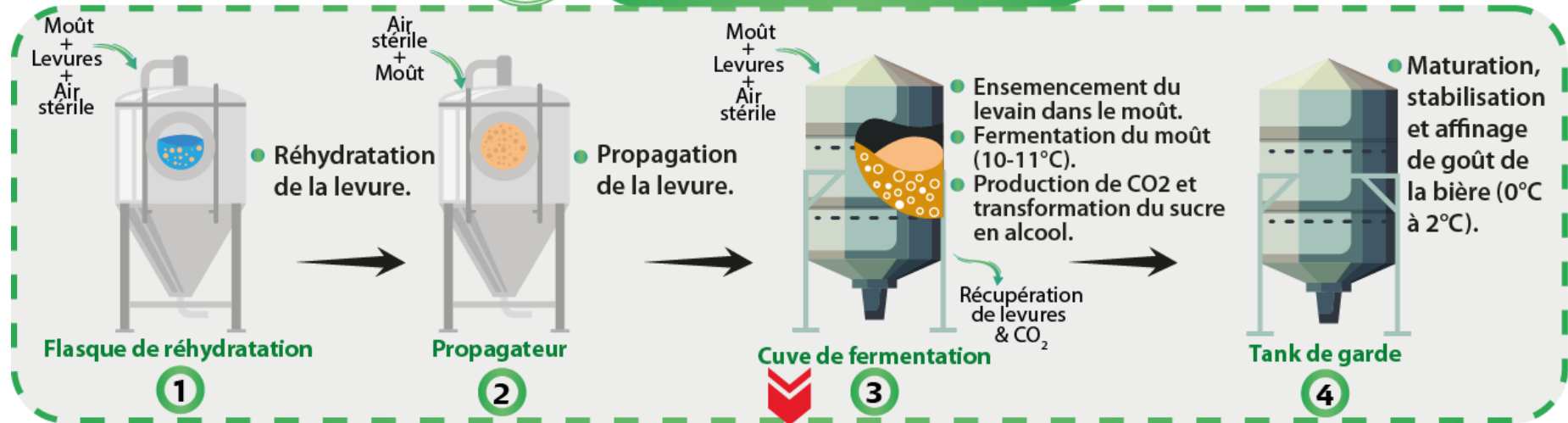
8

- Oxygénation du moût (8 à 10 ppm).



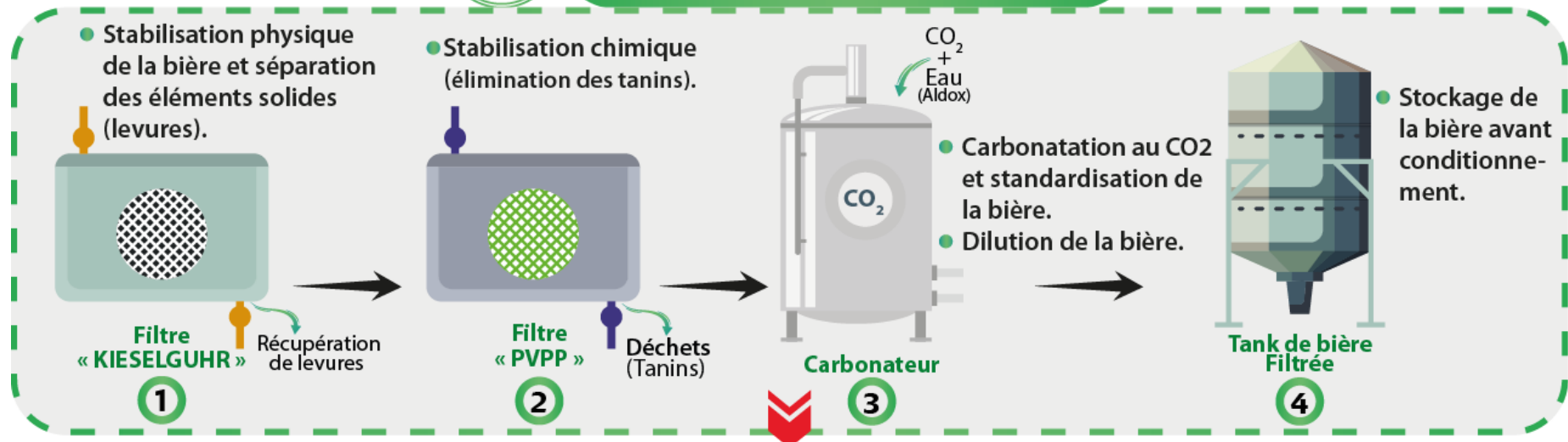
5

Fermentation et Maturation



6

Filtration



7

Embouteillage

- Dépalettisation des palettes d'emballage vide.

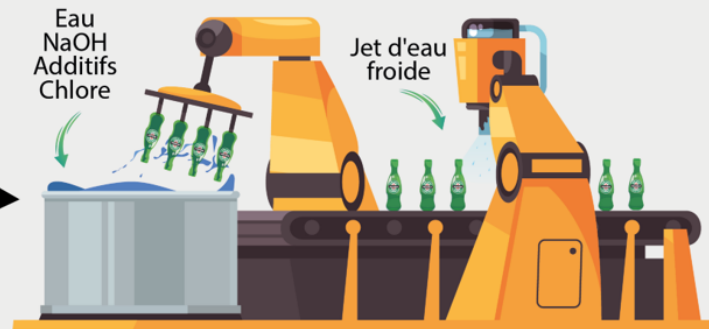


Dépalettiseur

1

Déchets :
• Bouteilles défectueuses.
• Intercalaire cartons.
• Plastique.

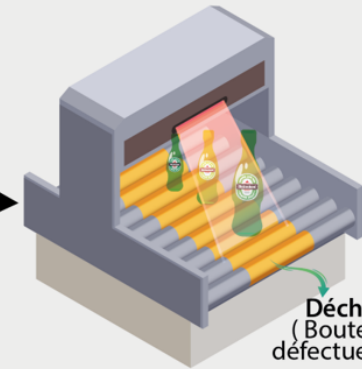
- Lavage des bouteilles et rinçage.



Laveuse / Rinceuse

2

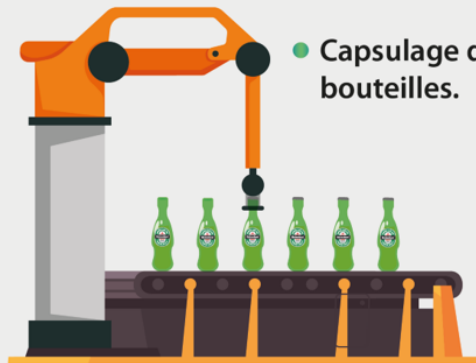
- Inspection des bouteilles avant soutirage.



Inspectrice

3

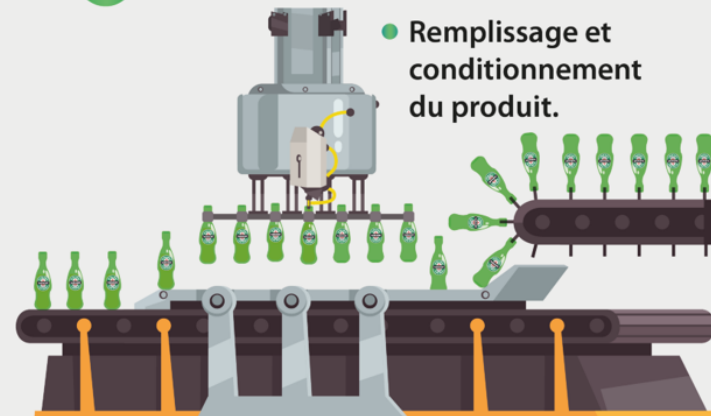
- Capsulage des bouteilles.



Capsuleuse/sertisseuse

5

- Remplissage et conditionnement du produit.



Soutireuse

4



- Pasteurisation du produit (60°C).



Pasteurisateur

6

- Impression des DLC.



Dateuse

5

- Mise en caisses et cartons.



Encasseuse / Fardeuleuse

6

8

Stockage & Distribution

- Stockage du produit fini :

- T° = entre 15 et 20°C.
- A labris de la lumière.
- Application du système «FIFO».



Palettisation / Stockage

1

- Distribution du produit pour le consommateur.



Distribution

2

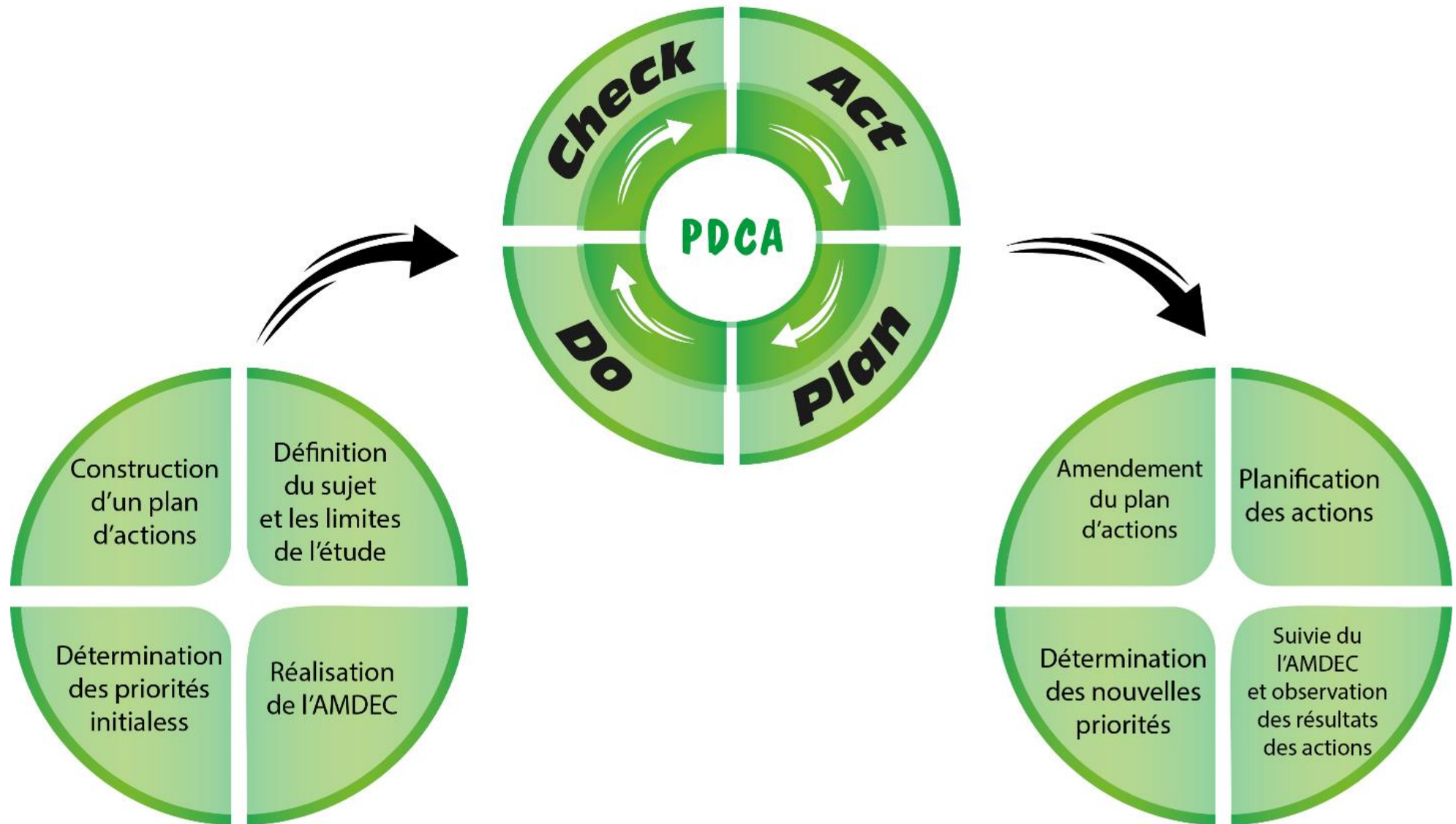
Annexe 2 : Cycle de la qualité (Belmedani, Amrouche, 2022).



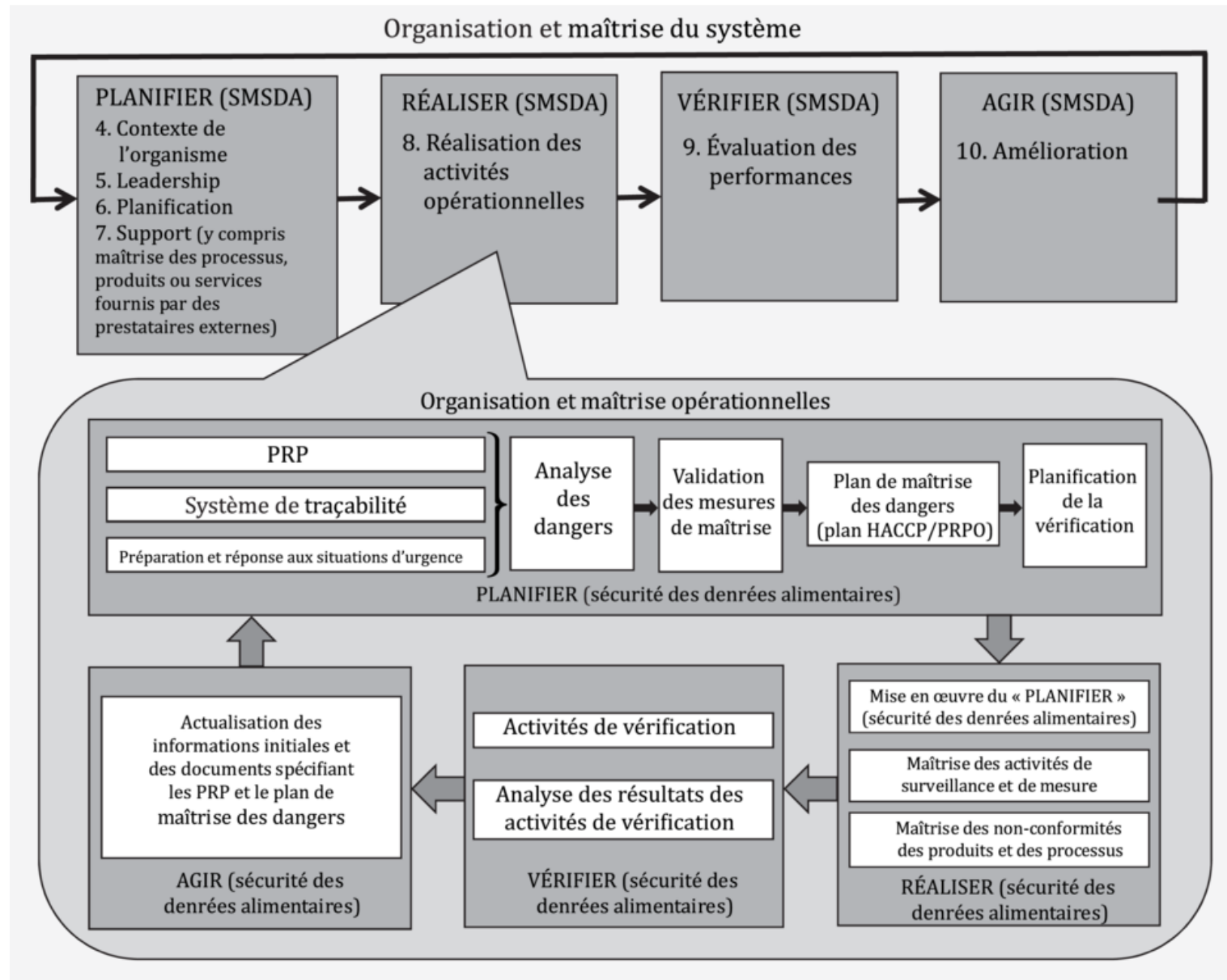
Annexe 3 : La qualité globale (Belmedani, Amrouche, 2022).



Annexe 4 : « PDCA » appliqué à l'AMDEC (Belmedani et Amrouche, 2022).



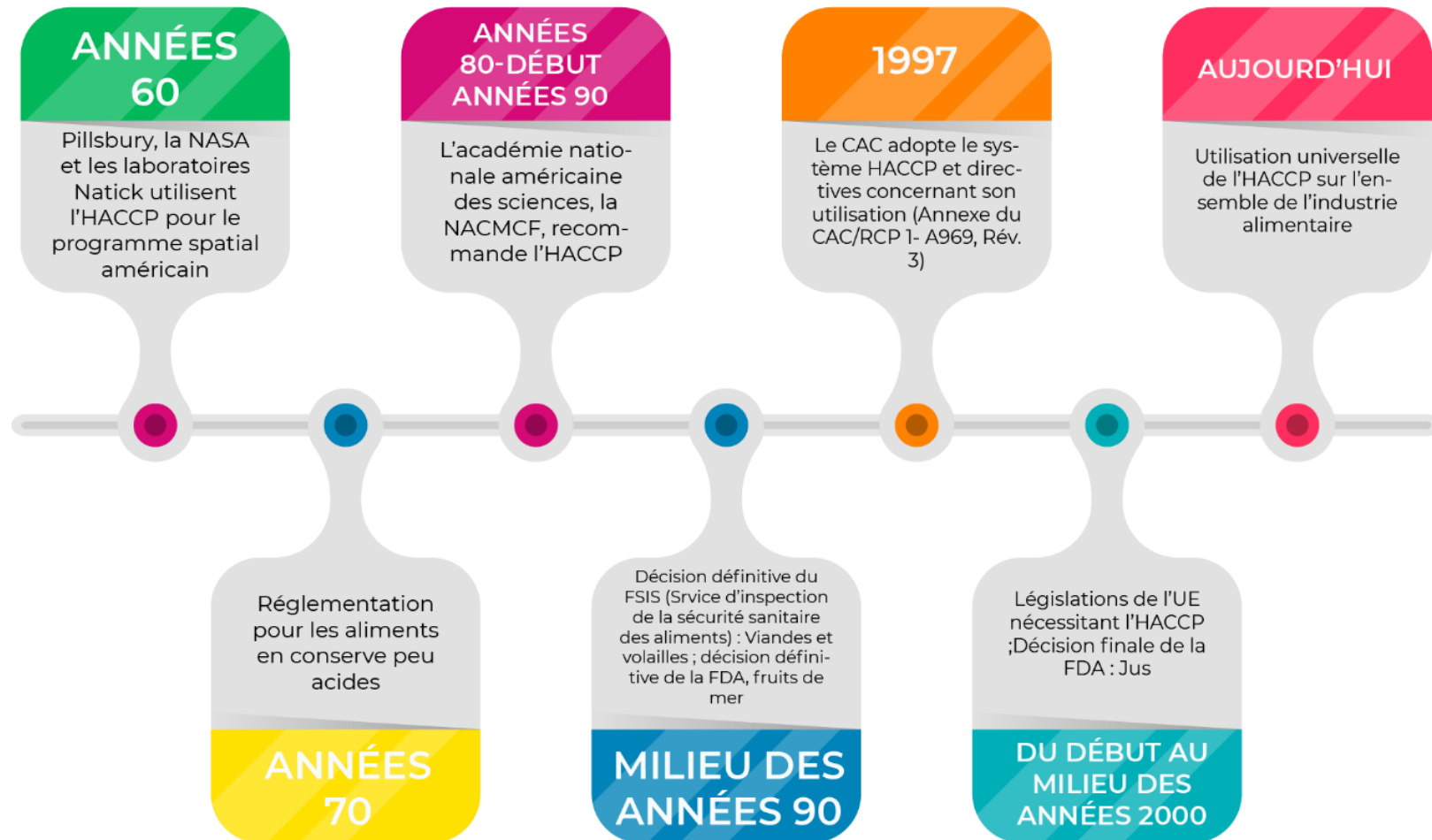
Annexe 5 : Illustration du cycle PDCA aux deux niveaux (ISO 22000 V 2018).



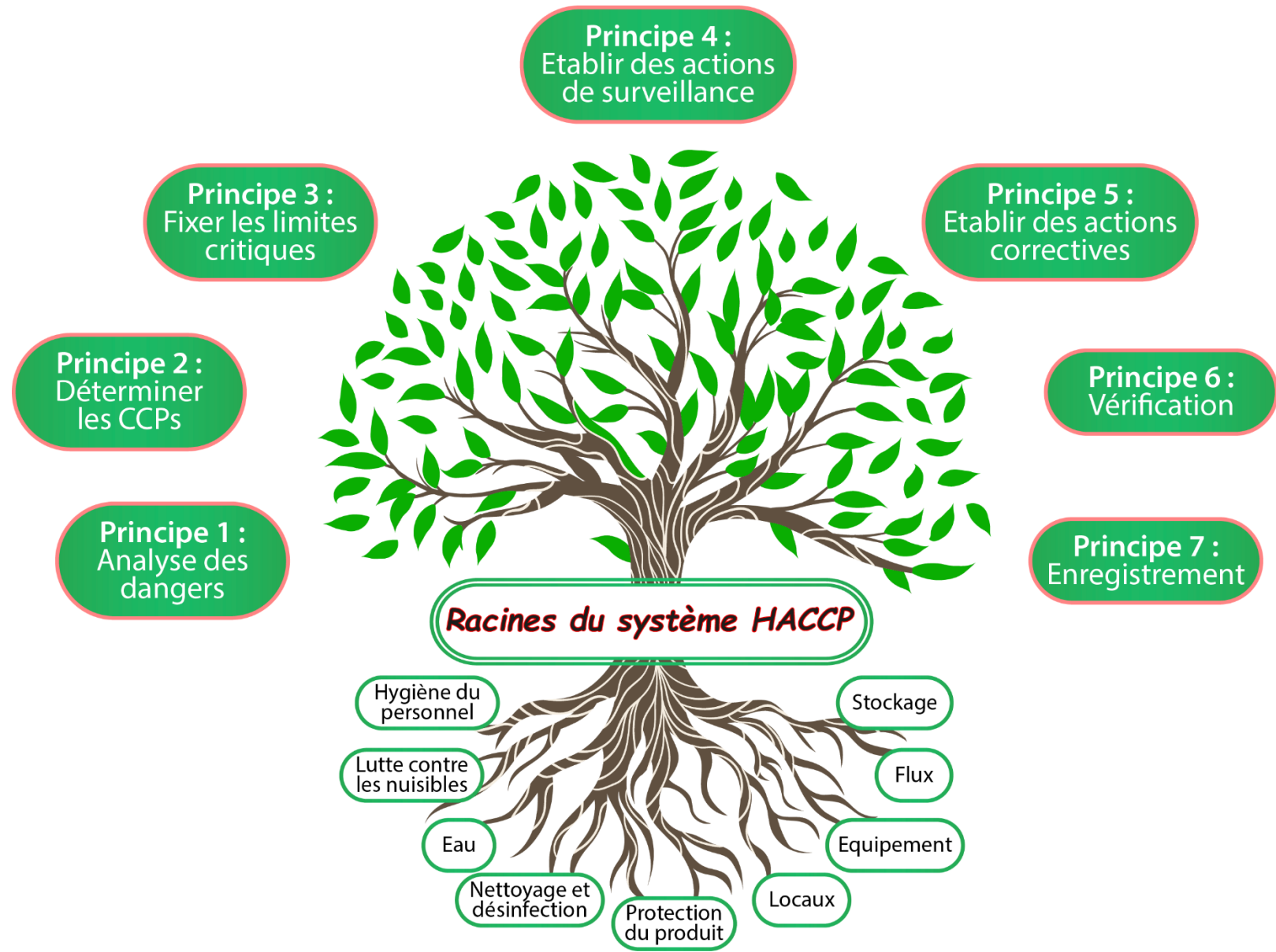
Annexe 6 : Les 7 questions du QQQQCCP (Belmedani et Amrouche, 2022).**Annexe 7 : La méthode des 5S (Belmedani et Amrouche, 2022).**

Annexe 8 : Histoire de l'HACCP (Belmedani et Amrouche, 2022).

HISTOIRE DE L'HACCP



Annexe 9 : Bonnes pratiques d'hygiène (Belmedani et Amrouche, 2022).



Annexe 10 : Installations Brassage (Belmedani et Amrouche, 2022).

Installations Brassage



Annexe 11 : Installations fermentation (Belmedani et Amrouche, 2022).

Installations Fermentation



Annexe 12 : Installations filtration (Belmedani et Amrouche, 2022).

Installations Filtration



Annexe 13 : Installations Conditionnement (Belmedani et Amrouche, 2022).

Installations Conditionnement



Annexe 14 : Résultats de l'échantillonnage des bouchons dans la capsuleuse bouteille.

Échantillonnage



**POUDRE VERTE DU TAPIS
CONVOYEUR DE BOUCHONS**

Résumé :

Afin de garantir la qualité hygiénique, organoleptique et nutritionnelle attendue par le consommateur, la brasserie SARL « TANGO » Part Of HEINEKEN Company a décidé de mettre à jour son système Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), pour se lancer dans la nouvelle certification « FSSC 2200 » (Food Safety System Certification). Cette démarche qualité inventée par les américains, est la clé de la maîtrise des risques potentiels à tous les niveaux de la chaîne de production alimentaire. Elle permet d'identifier, étudier, prévenir, éliminer et réduire les dangers physiques, chimiques ou biologiques à des niveaux acceptables.

Par cette étude nous apportons notre contribution à la mise à jour du système HACCP au sein de cette entreprise. Notre démarche s'est articulée, autour des réponses à un questionnaire sur les programmes prérequis qui se traduisent par les BPF et BPH, qui nous ont permis d'analyser la situation générale de la brasserie. Ainsi que l'application des (12) étapes du HACCP décrites par la norme ISO 22000. En analysant les différents dangers, nous avons pu déterminer et confirmer (03) points critiques et ajouté (02) prérequis opérationnels. En procédant à des mesures préventives et correctives, le dénouement de ces dangers sera possible.

Mots clés : Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), démarche qualité, « FSSC 2200 » (Food Safety System Certification), programmes prérequis, BPF et BPH, ISO 2200, points critiques.

Abstract:

In order to guarantee the hygienic, organoleptic and nutritional quality expected by the consumer, the brewery SARL (TANGO) part of HEINEKEN Company decided to modernize its Hazard Analysis Critical Control Point system to start the new « FSSC 2200 » Certification (Food Safety System Certification). This quality attitude invented by Americans, is the key of managing potential risks at all levels of the food production chain. It enables to identify, study, prevent, eliminate and reduce physical, chemical or biological threats to acceptable levels.

Through this study we bring our contribution to the update of the HACCP system within this company. Our approach was attached around the answers to a questionnaire on the prerequisite programs which result in (BPF) and (BPH), which allowed us to analyse the general situation of the brewery. In addition, the application of the (12) HACCP steps described by the ISO 2200 standard. By analysing the different dangers, we were able to determine and confirm (03) critical points and add (02) operational prerequisites. By taking preventive and corrective measures, the resolution of these dangers will be possible.

Keywords: Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), quality attitude « FSS 2200 » (Food Safety System Certification), Programs, prerequisites, BPE and BPH, ISO 2200, Critical Points.

Agzul :

Akken ad nessehbiber yef tyara n tezdeg n yigman ilan assay d wafrayen n umdan d tgella yettwarğan syur yimsidar.

Takebbanit SARL “TONGO” part of HEINKEN company terra lemndad-is ad tesseddu anagraw Hazard Analysis Certifical control point (HACCP) it-hegga akken ad treggem deg unnar n uselken amaynt (FSSC 2200) “Food Safety System Certification”. Anekmar-a , yettwanulfa-d syur imassanen n Marikan, d tasarut deg useddu iwatan deg yiswiren yimgaraden ladya deg ufares n tgella. Yis-s ad nessiwed ad nakez, ad nezrew, ad nesselyet, ad nessenqes deg txessarın ayağan, akruran ney asnudran yere yiswiren iwatan.

S tezrewt-a, ad nessiwed ad d-nawi awal yef usemres n n unagraw HACCP deg tkebbanita. deg unekmar-nney ad d-nerr yef yisteqsiyen ilan assay akked wahilen i izemren ad dtwasegzun s wallal n BFP d BPH, ara ay-yessurfen ad neg tasleđt i tagnatin timuta n tkebbanit. Rnu yer waya, aseqdec n 12 n yimecwaren n HACCP id-yettwaglmn s yilugan n ISO 22000. Ad nezrew tixessarın yimgaraden, akken nniđen, nessawed ad d-nessebgan neps ad nessifef lexsas 03 n temsal d 02 n tmemhal yettwaxedmen yakan. Ad nedfer ilugan ilaqen akken ad nesseyti lexsas d txessarın i izemren ad d-ilint.

Awalen isura: Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), anekmar n tyara, “FSSC 2200” (Food Safety System Certification), ahilen yettuheggan , BPF d BPH, ISO 2200, asifef n kra n temsal .