

GUIDE METHODOLOGIQUE

MAITRISE DU RISQUE MICROBIOLOGIQUE EN BRASSERIE

Avec la participation de :



Décembre 2014

REMERCIEMENTS

Ce guide est issu d'un travail collaboratif qui n'aurait pu voir le jour sans le soutien de la DRAAF et nous l'en remercions.

Le travail théorique n'étant rien sans le terrain, nous remercions chaleureusement les brasseries qui nous ont accueillies pour les phases de test de ce guide :

- Brasserie La Rouget de Lisle (39)
- Brasserie de La Rente Rouge (70)
- Bière du Doubs (25)
- Brasserie Redoutey (70)
- Brasserie des 3 Epis (39)
- Brasserie Franc comtoise (90)

Merci également à l'ensemble de l'équipe Recherche et Développement de l'Enilbio de Poligny pour sa participation à ce projet.

Les personnes suivantes ont été impliquées dans la réalisation du projet :

Sébastien ROUSTEL (Directeur Recherche et développement), Laure RAVEROT-BOURGEOIS (Enseignante chargée d'application), Carine TORIS (Technicienne chargée d'application) et Isabelle CUVILLIER (Assistante administrative).

SOMMAIRE

1. Introduction

- 1.1. La réglementation microbiologique des produits alimentaires
- 1.2. Présentation de l'action « Qualité Brassicole »
- 1.3. Les dangers microbiologiques en brasserie
- 1.4. La méthode HACCP
- 1.5. Comprendre et utiliser ce guide

2. Règles générales pour la qualité microbiologique des bières

- 2.1. Les matières premières et les emballages
- 2.2. Les locaux et la qualité de l'air
- 2.3. Le personnel
- 2.4. Les déchets et les co-produits
- 2.5. La lutte contre les nuisibles
- 2.6. Le nettoyage et la désinfection

3. Process de fabrication de la bière artisanale

4. Tableaux de recommandations en production

5. Bibliographie

1. Introduction

1.1. La réglementation microbiologique des produits alimentaires

La réglementation microbiologique européenne repose sur un dispositif réglementaire, le Paquet Hygiène, qui est composé de plusieurs textes législatifs mis en place par la Communauté Européenne. Il s'agit d'une politique harmonisée pour assurer la sécurité sanitaire de l'alimentation humaine et animale. Le Paquet Hygiène assure un niveau élevé de protection de la santé du consommateur, garantit la sécurité sanitaire des aliments et permet la libre circulation des produits. Il englobe l'ensemble de la filière agroalimentaire depuis la production primaire, animale et végétale jusqu'au consommateur, en passant par l'industrie agroalimentaire, les métiers de bouche, le transport et la distribution.

Cette réglementation européenne, au sens large, est composée de 6 règlements principaux, de 2 directives et de 4 règlements d'application dont le règlement n° 2073/2005 modifié par le règlement n° 1441/2007, qui concerne les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. Elle est applicable depuis le 1^{er} janvier 2006 pour tous les états membres de l'UE, et les états tiers souhaitant exporter vers l'UE.



Figure N°1 : Les textes communautaires fondateurs du Paquet Hygiène

La bière est par nature un produit où le risque de contamination microbiologique en germes pathogènes est inexistant, lié principalement à ses caractéristiques physico-chimiques inhibitrices (faible pH, présence d'alcool, composés antimicrobiens du houblon, environnement anaérobie) qui lui confère une protection contre les microorganismes. La réglementation européenne n'impose donc aucun critère de sécurité ou d'hygiène des procédés pour ce type de produit. Pourtant, les micro-brasseurs rencontrent régulièrement des problèmes de contamination et de mauvais goûts dans leurs bières, souvent générés par des germes d'altération organoleptiques.

1.2. Présentation de l'action « Qualité brassicole »

Le service R&D de l'ENILBIO, en partenariat avec la Direction Régionale de l'Agriculture et de l'Alimentation (DRAAF) de Franche Comté a souhaité mettre en place une action collective au profit des micro-brasseries Franc-comtoises visant à améliorer la qualité microbiologique de leurs bières.

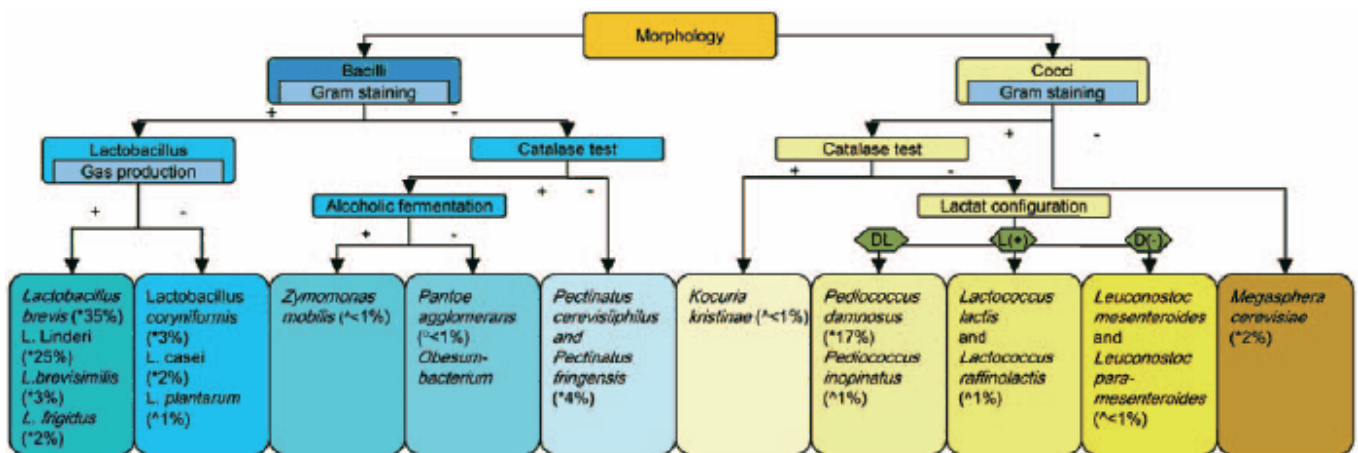
Le présent projet a pour objectif de définir les différentes phases de l'élaboration de la bière susceptibles d'expliquer les problèmes de contamination et/ou de mauvais goûts rencontrés sur les bières des différentes brasseries appelées « témoins ». Cette étape repose sur un audit terrain dans 6 brasseries au sein desquelles les fabrications sont réalisées selon les méthodes de fabrication propres à chacune. En parallèle, un suivi microbiologique en cours de fabrication et sur le produit fini est réalisé. Il s'agit d'effectuer des analyses microbiologiques afin de dénombrer les microorganismes contaminants sur les échantillons de moût en cours de fabrication et sur le produit fini (bière), mais aussi des analyses sur la qualité du nettoyage et la qualité de l'air dans les locaux de chaque brasserie « témoin ».

A l'issue des audits et après traitement des résultats microbiologiques, les leviers essentiels pour maîtriser le risque bactériologique et garantir la qualité des bières seront analysés et présentés dans ce guide. Celui-ci est donc pensé comme un outil pédagogique pour la maîtrise des risques. Il s'applique à la fabrication artisanale de bière, y compris les bières refermentées en bouteille. Il traite des opérations de fabrication et de conditionnement de la bière mais pas des opérations en amont (par exemple, maltage) et en aval à la sortie de

l'entreprise de production. Les dangers retenus ne concernent que les dangers microbiologiques liés à la qualité organoleptique de la bière.

Toute micro-brasserie pourra donc, à l'occasion de cette action collective mettre en place les moyens qui s'imposent (équipements – méthodes) pour évaluer et optimiser la qualité de ses produits.

1.3. Les dangers microbiologiques en brasserie



* obligate beer spoilage. ^ potential beer spoilage. ° indirect beer spoilage. Numbers in % gives the frequency of spoilage organisms from quality complaints for beer (1980-2002)

Figure N°2 : Identification flow chart for beer spoilage bacteria

Les dangers microbiologiques mis en évidence en brasserie concernent des flores d'altération non pathogène. Ce sont des microorganismes (autres que la souche de levure de brasserie utilisée pour la fermentation) qui poussent au cours du procédé de fabrication ou dans la bière finie. Leur développement entraîne non seulement l'apparition d'un trouble biologique, mais aussi des modifications des qualités organoleptiques dues à l'excrétion de métabolites spécifiques. Parmi les principaux contaminants, on peut citer les bactéries Gram + (essentiellement les bactéries lactiques), les bactéries Gram – (telles que les bactéries acétiques ou les entérobactéries) et les levures sauvages (toute levure autre que celle normalement utilisée).

➤ **Les bactéries lactiques** : ce sont des bactéries qui produisent de l'acide lactique en fermentant les sucres simples en anaérobiose.

Une contamination par des bactéries lactiques se caractérise par les défauts de qualités comme :

- Une diminution anormale du pH liée à la production d'acide lactique ;
- La formation de faux goûts et d'odeurs volatiles désagréables (présence de diacétyle par exemple) ;
- Un trouble de la bière lié à la multiplication cellulaire ;
- Une densité finale différente de celle prévue par un taux d'alcool variant car les sucres fermentés par les bactéries conduisent à une production d'éthanol non contrôlée ;
- Une production de gaz carbonique par des bactéries lactiques hétérofermentaires, avec une conséquence sur la saturation excessive de la bière. Les bouteilles peuvent exploser ou la bière jaillir à l'ouverture car la consommation des sucres par les bactéries conduit à une production de CO₂ non maîtrisée ;
- Une synthèse d'exopolysaccharides, entraînant la maladie de la « graisse », avec une sensation visqueuse en bouche très prononcée. La production de polysaccharide modifie la viscosité et accentue le phénomène de « gushing ».

Les principaux genres de bactéries lactiques retrouvés dans les bières sont :

- *Lactobacillus* dont *Lactobacillus brevis* (35%) qui est l'espèce la plus retrouvée. Dans ce cas, il s'agit d'une fermentation lactique hétérofermentaire car il y a production d'acide lactique, d'éthanol et de CO₂ à partir des sucres.

- *Pediococcus* dont l'espèce la plus retrouvée est *Pediococcus damnosus* (17%) qui produit de l'acide lactique pur à partir du glucose. Il s'agit d'une fermentation homofermentaire.

Ces bactéries ont en outre une tolérance au houblon et à l'éthanol, mais pas à la chaleur, ce qui leur permet d'être en activité dans le moût en fermentation ou dans la bière.

➤ **Les bactéries acétiques** produisent de l'acide acétique à partir de l'éthanol en présence d'oxygène. La production d'acide acétique a une influence très néfaste sur la qualité du produit car son seuil de perception est très faible.

Les principales bactéries responsables appartiennent au genre *Acetobacter* qui oxyde l'éthanol jusqu'au stade CO₂ + eau, et *Acetomonas* qui ne l'oxyde que jusqu'au stade acide acétique. Ce sont de puissants oxydants souvent responsables des défauts de qualités suivants : diminution anormale du pH lié à la production d'acide acétique, goût de vinaigre, trouble de la bière, présence d'une pellicule d'apparence moisie et huileuse. L'acide acétique peut également se combiner à l'éthanol pour former l'acétate d'éthyle (odeur de verni).

La contamination reste toutefois très limitée en raison de l'incapacité des souches à se développer en anaérobiose. Elle est généralement observée durant la garde, il est donc important de protéger le produit sous gaz carbonique.

➤ **Les levures indigènes** sont des levures contaminantes dont certaines sont capables d'assimiler les dextrines (*Brettanomyces*).

Leur développement est favorisé en condition aérobiose. Les contaminations bactériennes peuvent être favorisées par :

- un mauvais protocole de nettoyage et désinfection de l'installation
- un refroidissement trop long après ébullition
- un temps de latence des levures trop long
- une atténuation des levures insuffisante

➤ **Les bactéries du moût** : cette flore est capable de contaminer le moût en cours de fabrication en n'altérant pas l'odeur du produit. Elle est constituée de bacilles Gram -. Les genres les plus fréquemment rencontrés appartiennent aux Entérobactéries (75%) et plus spécialement aux coliformes (*Enterobacter* dans 40% des cas).

1.4. La méthode HACCP

HACCP

=

Hazard Analysis Critical Control Point

=

Analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise

L'HACCP est avant tout une méthode, un outil de travail, mais n'est pas une norme. C'est un système qui identifie, évalue et maîtrise les dangers significatifs au regard de la sécurité et de l'hygiène des aliments.

L'HACCP est mis en œuvre par une équipe pluridisciplinaire qui réunit les compétences méthodologiques, techniques et réglementaires.

L'HACCP s'intéresse aux 3 classes de dangers pour l'hygiène des aliments:

- les dangers biologiques (virus, bactéries...)
- les dangers chimiques (pesticides, additifs...)
- les dangers physiques (bois, verre...).

Ce système de gestion est basé sur 7 principes et la mise en place de l'HACCP se fait en suivant une séquence logique de 12 étapes, dont l'analyse des dangers et la détermination des points critiques pour leur maîtrise.

- L'analyse des dangers consiste à l'identification des dangers potentiels et de leurs causes, à l'évaluation des risques (selon des critères de gravité, de fréquence d'apparition ...) et à la détermination des mesures préventives nécessaires à leur maîtrise.

- La détermination des points critiques pour la maîtrise (CCP) permet d'identifier les points ou étapes qui peuvent et doivent être maîtrisés, afin de prévenir l'apparition d'un danger identifié, l'éliminer ou le réduire à un niveau acceptable.

L'équipe utilise un arbre de décision :

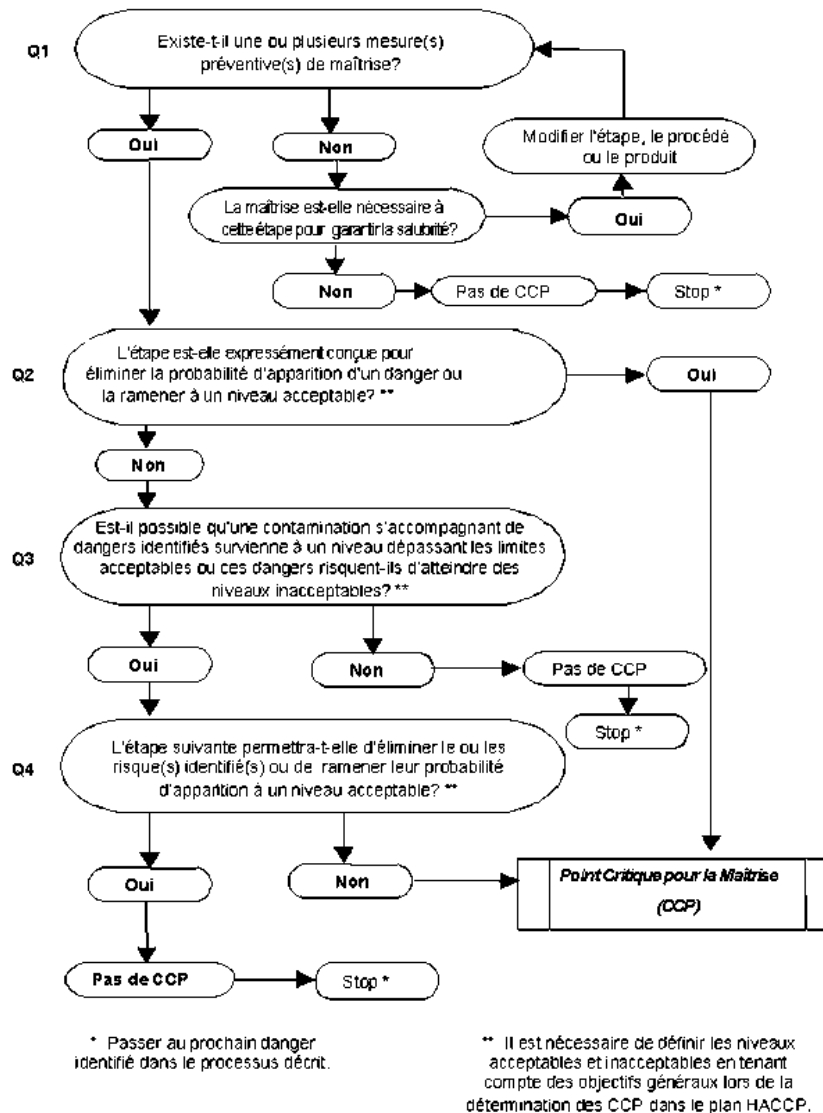


Figure N°3 : Exemple d'arbre de décision permettant d'identifier les CCP

- La fixation de(s) seuil(s) critiques(s) permet d'associer à chaque point critique des limites critiques.
- La mise en place d'un système de surveillance (contrôles) permettant de maîtriser les CCP est établie afin de s'assurer que les points critiques sont maîtrisés.
- La détermination de mesures correctives doit être prise lorsque la surveillance révèle qu'un CCP donné n'est pas maîtrisé.

- Des procédures de vérification doivent être appliquées afin de confirmer que le système HACCP fonctionne efficacement. Le système HACCP doit être documenté selon les principes de l'Assurance Qualité, c'est-à-dire par la rédaction de procédures et d'enregistrements maîtrisés. Des audits et/ou la mise en œuvre de contrôles supplémentaires permettant de vérifier que le système mis en place reste effectif et efficace doivent être programmés.

- Un dossier dans lequel figure toutes les procédures et tous les relevés concernant ces principes et leur mise en application est constitué.

1.5. Comprendre et utiliser ce guide

➤ Les principes utilisés pour élaborer ce guide :

L'objectif de ce guide est de donner aux brasseurs Francs-comtois les éléments pour bâtir leur plan de maîtrise des risques microbiologiques. Les principes retenus sont ceux du système HACCP : l'opérateur est celui qui sait, qui met en œuvre les options choisies et fait la preuve de sa maîtrise.

C'est une démarche qui respecte le principe de la responsabilité du producteur et qui met volontairement en avant le savoir-faire du professionnel (*Tableau N°1 : aide à la mise en place de l'HACCP*).

➤ L'architecture générale du guide

Le guide d'aide est constitué :

- De 6 fiches nommées « opérations » qui rappellent les règles générales pour de bonnes pratiques d'hygiène
- D'une fiche de process de fabrication et de conditionnement de la bière artisanale
- D'une fiche « production » constituée de tableaux de recommandations en fonction des étapes critiques du process

- D'un recueil bibliographique mentionnant les ouvrages de référence pour les utilisateurs (devant être utilisés en complément du GBPH), la bibliographie utilisée et les textes réglementaires.

Tableau N°1 : Aide à la mise en place de l'HACCP

HACCP	Guide d'aide « qualité brassicole »
Constituer l'équipe de travail et identifier les dangers	Equipe : professionnels et techniciens Dangers visés : bactéries lactiques, acétiques, levures sauvages
Décrire les étapes	« Etapes technologiques à maîtriser »
Causes de danger et évaluation des risques (Apport/contamination – Multiplication)	« Pourquoi faut-il être vigilant ? »
Actions préventives par rapport aux causes de danger	« Moyens de maîtrise, actions préventives »
Identification et surveillance des points critiques, définition des limites critiques	Toutes les étapes avec surveillance peuvent être considérées comme des points de maîtrise Hiérarchisation et adaptation de la surveillance par le brasseur (fréquence, fourchette/valeur cible)
Actions correctives en cas de non maîtrise du point critique	« Actions correctives »
Formalisation de la mise en œuvre	Mise en œuvre du guide d'aide et d'enregistrements à définir par le brasseur
Amélioration continue	Réactualisation, démarche non figée

Tableau N°2 : Exemple de détail d'une fiche du Guide d'Aide et appropriation par le
brasseur

Etapas technologiques à surveiller	Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise/ Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
Étape ou procédé à surveiller	Raison pour laquelle cette étape peut être source de risque	Éléments proposés pour prévenir, voire supprimer le risque	Vérification de la bonne mise en œuvre des moyens de maîtrise	Éléments que le brasseur peut mettre en place, en cas de problème, pour revenir à une situation satisfaisante
Ne pas supprimer d'étapes	Retenir tous les risques, ajouter éventuellement des risques spécifiques	Conserver tous les moyens, il est conseillé de les reformuler selon les pratiques en place	Choisir au moins un moyen de surveillance (+ autres éventuellement)	Choisir au moins un élément à mettre en œuvre (d'autres éventuellement)

Le brasseur extrait du guide les fiches correspondantes aux produits qu'il fabrique et lit les moyens de maîtrise, les moyens de contrôle et les actions correctives proposés. Il s'assure que ces recommandations sont en accord avec ses pratiques. Il les reformule pour les préciser et les personnaliser. Il retient, dans la colonne « contrôle/surveillance », le ou les moyens de vérification qui correspondent le mieux à ses pratiques.

En cas de difficulté d'utilisation, le brasseur trouvera l'appui nécessaire auprès du service R&D de l'ENILBIO.

2. Règles générales pour la qualité microbiologique des bières

2.1. Fiche production N°1 : le personnel

Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
Possibilité de contamination par : - Les cheveux - La toux et les éternuements - Les mains - Les vêtements Les bottes et chaussures	Hygiène personnelle Enlever bagues, montres et bracelets Mains et avant-bras propres pour la fabrication (se laver les mains à la sortie des toilettes ou après toute manipulation de matières salissantes) Recouvrir les plaies éventuelles des mains par des pansements	Contrôle visuel	Revoir le cas échéant les règles d'hygiène adoptées
	Tenue adaptée Porter une tenue de travail propre Mettre des chaussures ou bottes réservées exclusivement au travail en salle de fabrication	Contrôle visuel	Revoir le cas échéant les règles d'hygiène adoptées
	Hygiène du comportement Ne pas fumer ou s'alimenter dans la salle de fabrication ou toute autre pièce où sont entreposés des produits alimentaires	Contrôle visuel	Revoir le cas échéant les règles d'hygiène adoptées
	Circulation des personnes Les clients, les visiteurs, les touristes, n'ont pas accès aux locaux de fabrication, sauf avec blouse et surchaussures Interdire toute entrée d'animaux dans les locaux de fabrication	Contrôle visuel	Revoir le cas échéant les règles d'hygiène adoptées

2.2. Fiche production N°2 : la conception des locaux

Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
<p>Possibilité de contamination par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - De l'eau stagnante - Des animaux - Les égouts - Une végétation importante - Des poussières - L'air - ... 	<p>Limiter les risques de contamination notamment dans les parties sensibles : fermentation, garde, conditionnement</p> <p>Séparer les locaux ayant des fonctions différentes : concassage du malt / fabrication / stockage des produits de nettoyage et désinfection / administration / accueil des clients et visiteurs</p> <p>Eviter les espaces non accessibles et les angles morts facilitant la rétention de salissures et compliquant le nettoyage</p> <p>Choisir des matériaux facilement nettoyables pour les murs et sols, avec le moins d'aspérités possibles pour éviter la présence de moisissures</p> <p>Garder les fenêtres et portes donnant sur l'extérieur fermées afin d'éviter une contamination par l'air extérieur et les poussières</p> <p>Disposer d'un système d'évacuation des vapeurs au niveau du bloc chaud</p>	<p>Contrôle visuel</p>	<p>Action corrective immédiate (modification de la conception, nettoyage des zones en fonction des possibilités)</p>

2.3. Fiche production N°3 : les matières premières et ingrédients

Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
Possibilité d'altération des produits entamés	Stocker les matières premières et emballages selon les préconisations du fournisseur (durée de vie et conditions de stockage) Refermer le conditionnement d'origine après chaque utilisation Conserver ces produits dans un endroit propre	Durée de stockage Contrôle visuel	Ne pas utiliser de produit avec un aspect douteux ou altéré
Possibilité de contamination du produit en germes indésirables lors d'ajout d'ingrédients et d'additifs	Les matières premières et ingrédients Préciser dans un cahier des charges les spécifications des matières premières et des ingrédients (en particulier, résidus pesticides / mycotoxines / métaux lourds ...) Vérifier à la réception l'intégrité des conditionnements Stocker les céréales dans un contenant correctement fermé, placé dans un local fermé prévu uniquement à cet effet (muni si possible d'un système de ventilation) Fermer les bâches de stockage d'eau Vérifier et nettoyer périodiquement le système de traitement de l'eau Contrôler la qualité de l'eau selon la réglementation en vigueur Se laver les mains avant le prélèvement ou le repiquage (voir fiche paragraphe 2.1) Utiliser du matériel propre (voir fiche « Nettoyage ») Effectuer le prélèvement dans un endroit propre	Contrôle visuel, odeur	Ne pas utiliser de produit avec un aspect douteux ou altéré Changer d'ingrédient Ne pas utiliser des levures à l'aspect douteux ou altéré

	<p>Les auxiliaires technologiques et les additifs</p> <p>Stocker et identifier les auxiliaires technologiques (additifs alimentaires, enzymes ...) en dehors de la zone de fabrication</p> <p>Pour les produits liquides, ne pas prélever directement dans le flacon ou le contenant d'origine</p> <p>Utiliser un autre flacon propre pour transvaser une petite quantité de produit avant prélèvement</p> <p>Ne pas reverser le reste dans le flacon initial</p> <p>Utiliser du matériel propre (voir fiche « Nettoyage »)</p> <p>Effectuer le prélèvement dans un endroit propre</p>	Contrôle visuel	Revoir le cas échéant les règles d'hygiène adoptées
Possibilité de contamination lors du stockage	<p>Les emballages</p> <p>Stocker les emballages en dehors des zones de conditionnement pour préserver leur intégrité</p> <p>Stocker les cartons dans un endroit sec</p> <p>Stocker les contenants neufs et les bouchons/capsules de façon à les protéger des contaminations</p>	Contrôle visuel	Ne pas utiliser de produit avec un aspect douteux ou altéré

2.4. Fiche production N°4 : la lutte contre les nuisibles

Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
<p>Possibilité de contamination des matières premières (y compris emballages), des produits semi-finis et finis par contact avec les insectes et les rongeurs</p>	<p>Empêcher l'accès des insectes à la zone de fabrication par des moustiquaires aux fenêtres et à toutes ouvertures sur l'extérieur</p> <p>Empêcher l'accès des rongeurs à la zone de fabrication par des siphons de sol munis d'une grille</p> <p>Pour éviter d'attirer les rongeurs, évacuer régulièrement les déchets (papiers, débris, ...)</p> <p>En prévention, pulvériser régulièrement des produits insecticides à l'extérieur des locaux de fabrication sur les encadrements des portes et fenêtres et mettre des raticides à l'extérieur de la brasserie.</p> <p>A réception des matières premières (y compris les emballages) et lors de leur utilisation, vérifier qu'il n'y ait pas de dégradations ou de souillures visibles dues à des rongeurs</p>	<p>Contrôle visuel du produit semi fini ou fini</p>	<p>Action corrective immédiate : Retirer les produits d'aspects douteux suite à un contact avec des nuisibles</p>

Attention : Stocker les appâts et les produits chimiques hors de la zone de fabrication et se laver les mains après leur utilisation.

Lors de leur utilisation, les systèmes de lutte contre les nuisibles doivent être conçus pour éviter tout contact avec les produits alimentaires.

2.5. Fiche production N°5 : les déchets et sous produits

Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
<p>Possibilité de contamination de l'environnement de fabrication par les déchets et sous produits (drêches, trouble, levure ...)</p>	<p>Ne pas déposer les déchets à même le sol</p> <p>Réaliser leur stockage provisoire en dehors des locaux de fabrication, dans des poubelles isolées et identifiées réservées à cet effet</p> <p>Trier les déchets d'emballage (verre, papier, carton, plastique ...) dans des conteneurs spécifiques.</p> <p>S'assurer que les eaux usées n'aient pas la possibilité de contaminer le réseau d'eau potable.</p>	<p>Contrôle visuel</p>	<p>Action corrective immédiate sur la gestion des déchets et sous produits</p>

2.6. Le nettoyage et la désinfection

Le nettoyage consiste à éliminer toute souillure visible alors que la désinfection consiste à éliminer les germes. Ce sont des éléments primordiaux de la maîtrise de l'hygiène en brasserie.

Les produits de nettoyage et de désinfection doivent être conformes à la réglementation en vigueur et être choisis en fonction du type de salissures et du support. Ils doivent être stockés en dehors des aires de production, pour éviter les risques de contamination chimique. Les données techniques et de sécurité doivent être enregistrées dans un fichier.

Attention : ne pas mélanger un produit nettoyant alcalin avec un produit acide, car cela annule leur propriétés et produit des vapeurs toxiques. Il faut utiliser de préférence du matériel en acier inoxydable ou en plastique alimentaire qui résistent le mieux aux produits de nettoyage et de désinfection.

Pour éviter d'abîmer le matériel lors du nettoyage ou de favoriser le développement de germes indésirables : veiller à ne pas utiliser des tampons à récurer qui rayent le matériel. Eviter les éponges et torchons qui gardent une humidité favorable au développement des microorganismes. Utiliser plutôt des brosses à poils pleins pour le petit matériel, des balais-brosses et des raclettes pour les sols.

Les traitements réalisés sont fonction de la sensibilité de l'étape :

Tableau N°3 : Fréquence des traitements à réaliser lors de la fabrication et le conditionnement de la bière

Etapes	Traitement à réaliser	Fréquence
Réception, stockage, concassage	Balayage, aspiration	Fonction des salissures
Brassage, clarification	Nettoyage	A chaque utilisation
Refroidissement	Nettoyage et désinfection	A chaque utilisation
Fermentation, garde	Nettoyage et désinfection	A chaque utilisation
Conditionnement	Nettoyage et désinfection	A chaque utilisation

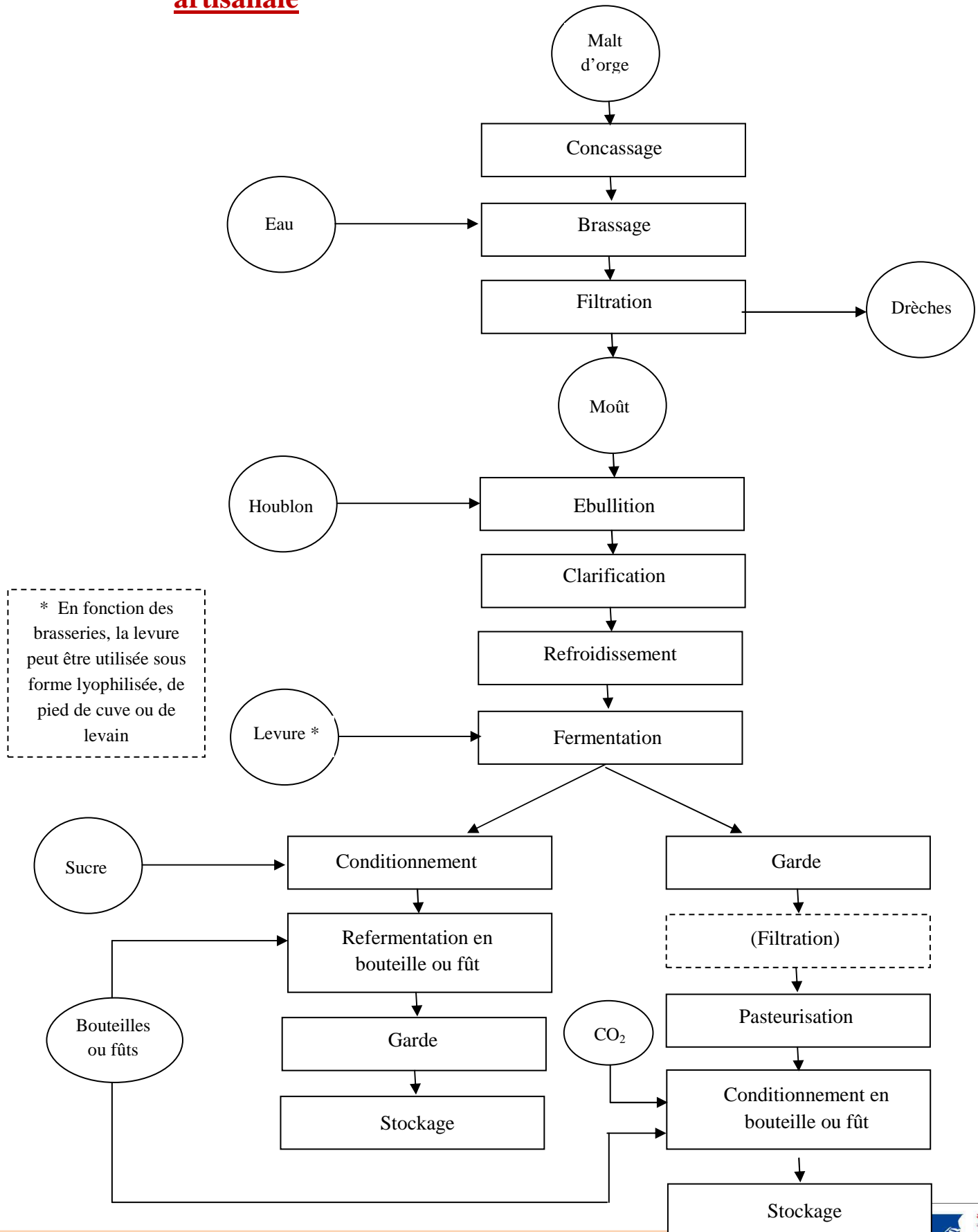
Etapas	Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Contrôle / surveillance	Actions correctives
Pré-rinçage	<p>Une quantité trop importante de souillure rend le nettoyage difficile</p> <p>Possibilité de ne pas éliminer les souillures visibles</p> <p>En cas de pré-rinçage à l'eau chaude : une température insuffisante ne réalisera pas un nettoyage correct</p>	<p>Racler les souillures importantes ou effectuer un pré-trempe</p> <p>Veiller à une action mécanique, un temps de contact et une température suffisants</p> <p>Utiliser de l'eau potable</p>	<p>Contrôle visuel et absence de sensation de gras au toucher, thermomètre</p>	<p>Renouveler le pré-trempe</p> <p>Action corrective différée : réajuster la température et/ou la durée</p>

<p>La détergence (nettoyage alcalin et/ou acide)</p> <p>Si les 2 nettoyages sont réalisés, prévoir un rinçage intermédiaire</p>	<p>Possibilité de laisser des matières organiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - sources nutritives pour les microorganismes indésirables (technique inadaptée) - souillures résiduelles qui inactivent la désinfection <p>Produit de nettoyage inadapté</p> <p>Surfaces difficiles à nettoyer peuvent être des sources de contamination</p>	<p>Nettoyer avec T.A.C.T. :</p> <p>T : température de la solution de nettoyage adaptée</p> <p>A : action mécanique afin de décoller les souillures suffisante</p> <p>C : concentration du produit nettoyant adaptée</p> <p>T : temps de contact entre le produit nettoyant et la surface à nettoyer suffisant</p> <p>Pour cela, suivre les recommandations d'utilisation sur l'étiquette des produits nettoyants</p> <p>Toujours nettoyer une surface avant de la désinfecter</p> <p>Eviter d'utiliser du matériel fissuré, rayé ou piqué ...</p> <p>Avoir des sols, murs, plafonds faciles à nettoyer dans les locaux de fabrication</p>	<p>Contrôle visuel du matériel, absence de sensation de gras au toucher</p> <p>Thermomètre</p> <p>Dose de produit</p> <p>Durée</p>	<p>Action corrective immédiate : renouveler l'opération</p> <p>Action corrective différée : réajuster la température, et/ou la dose et/ou la durée</p> <p>Changer le produit utilisé</p> <p>Changer le matériel altéré</p>
	<p>Dans le cas d'un nettoyage acide, possibilité de laisser du tartre servant de support aux micro-organismes</p>	<p>Adapter la fréquence du nettoyage acide à la dureté de l'eau et au type de surface</p>	<p>Contrôle visuel et tactile</p>	<p>Action corrective différée : augmenter la fréquence du nettoyage</p>

Le rinçage	Possibilité de laisser des traces de produits détergents (alcalin et/ou acide), ce qui peut perturber la fabrication par la suite	Rincer suffisamment à l'eau potable		
La désinfection	<p>Une désinfection mal réalisée n'aura pas l'effet escompté (technique inadaptée)</p> <p>Produit de désinfection inadapté</p> <p>Surfaces difficiles à désinfecter peuvent être des sources de contamination</p>	<p>Veiller à une température de la solution désinfectante adaptée</p> <p>Veiller à une concentration du produit désinfectant adaptée</p> <p>Veiller à un temps de contact entre le produit désinfectant et la surface à désinfecter suffisant</p> <p>Suivre les recommandations d'utilisation sur l'étiquette des produits désinfectants</p> <p>Eviter d'utiliser du matériel fissuré, rayé ou piqué ...</p>	<p>Thermomètre</p> <p>Dose</p> <p>Durée</p> <p>Fiche technique des produits</p> <p>Contrôle visuel</p>	<p>Réajuster la température et/ou la dose et/ou de désinfectant et/ou la durée</p> <p>Changer de produit</p> <p>Changer le matériel altéré</p>
Le rinçage final *	Possibilité de laisser des traces de produits désinfectants, ce qui peut perturber la fabrication par la suite	Rincer suffisamment à l'eau potable		

* Le rinçage final est légalement obligatoire : toute phase d'antiseptique doit être suivie d'un rinçage, après lequel il ne doit plus rester de traces du composé.

3. Process de fabrication et de conditionnement de la bière artisanale



4. Tableaux de recommandations concernant les dangers microbiologiques d'altération

Etapes	Pourquoi faut-il être vigilant ?	Moyens de maîtrise / Actions préventives	Limites critiques	Contrôle / surveillance	Actions correctives
Approvisionnement / stockage des ferments	<p>Possibilité de dégradation pendant le transport / stockage des levures ou levain</p> <p>Possibilité de contamination des ferments ou levains après leur ouverture par des microorganismes d'altération</p>	<p>Maintenir les ferments stockés (lyophilisés ou liquides) à la température conseillée par le fabricant</p> <p>Stocker à l'abri de l'humidité et de la lumière</p> <p>Ne pas stocker les levains trop longtemps</p> <p>Stocker dans un endroit propre dans un flacon ou dans un sachet correctement fermé</p> <p>Ne pas les conserver trop longtemps après ouverture</p>	<p>Indicateurs microbiologiques du levain</p> <p>FMAR* (hors levures de fermentation) < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Contrôles de la température, de la DLUO</p> <p>Vérifier l'aspect du levain ou des ferments :</p> <p>Pour les ferments à ensemencement direct, vérifier qu'il n'y ait pas de grumeaux</p> <p>Pour les ferments liquides, contrôler l'aspect et l'odeur</p>	<p>Ne pas utiliser de ferments douteux ou altérés</p>

<p>Prélèvement des ferments</p>	<p>Possibilité de contamination des ferments par des microorganismes d'altération</p>	<p>Se laver les mains avant le prélèvement ou le repiquage</p> <p>Utiliser du matériel propre et stérile (ciseaux, flacons, ...)</p> <p>Utiliser un autre flacon propre pour transvaser une petite quantité de levain avant prélèvement</p> <p>Ne pas reverser le reste dans le flacon/sachet initial</p> <p>Effectuer le prélèvement dans un endroit propre et sain</p>	<p>Indicateurs microbiologiques du levain</p> <p>FMAR* (hors levures de fermentation) < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Contrôle microbiologique des ferments ou levain</p>	<p>Traitement ou élimination des ferments ou levain</p> <p>Revoir le cas échéant les règles d'hygiène</p>
<p>Ebullition du moût</p>	<p>Possibilité de contamination des ferments par des microorganismes d'altération du fait d'un traitement thermique insuffisant</p>	<p>Respecter un traitement thermique suffisant permettant de s'assurer de l'absence de contaminants</p>	<p>Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçages et du moût</p> <p>FMAR* < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Contrôles microbiologiques sur les eaux de rinçage, l'air et la bière</p>	<p>Ajuster le barème du traitement thermique</p>

<p>Refroidissement du moût</p>	<p>Possibilité de contamination du moût froid/à température ambiante par des microorganismes d'altération</p>	<p>Nettoyage et désinfection de l'échangeur, de la cuve de fermentation et de l'ensemble des raccords, tuyaux ... intervenant dans ce circuit</p> <p>Temps de refroidissement le plus court possible</p>	<p>Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçages et du moût</p> <p>FMAR* < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivable (flore totale)</p>		<p>Optimisation du nettoyage et de la désinfection</p>
<p>Repiquage / fermentation</p>	<p>Possibilité de contamination et de non développement des levures</p>	<p>Rehydrater dans du moût bouilli ou de l'eau stérile sucrée (puis refroidi à température optimale pour le développement des ferments)</p> <p>Utiliser du matériel propre</p> <p>S'assurer de la qualité du ferment</p> <p>Maintenir une température d'incubation adaptée aux ferments</p>	<p>Indicateurs microbiologiques du levain</p> <p>FMAR* (hors levures de fermentation) < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivable (flore totale)</p>	<p>Suivi de fermentation</p> <p>Avant repiquage et en fin d'incubation: aspect et odeur du levain</p>	<p>Action corrective immédiate : préparer un nouveau levain</p> <p>Réajuster la température</p> <p>Action corrective différée : réajuster le température et/ou la dose d'ensemencement et/ou la durée de fermentation</p>

Stockage des levains	<p>Possibilité de dégradation du levain qui perdra son activité</p> <p>Possibilité de contamination des ferments ou levains après leur ouverture par des microorganismes d'altération</p>	<p>Stocker à l'abri de l'humidité et de la lumière</p> <p>Ne pas stocker les levains trop longtemps</p> <p>Utiliser du matériel propre</p> <p>Stocker dans un endroit propre dans un flacon ou dans un sachet correctement fermé</p>	<p>Indicateurs microbiologiques du levain</p> <p>FMAR* (hors levures de fermentation) < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Thermomètre désinfecté, aspect et odeur du levain</p> <p>Action corrective différée : réajuster la température de stockage</p>	<p>Action corrective immédiate : le cas échéant, utiliser un autre ferment</p>
Ensemencement du moût / fermentation	<p>Eventualité d'obtenir un levain peu efficace</p>	<p>Bien nettoyer, désinfecter et rincer le matériel servant à l'ensemencement</p> <p>Régler la température du moût à la température de fermentation</p>	<p>Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçage</p> <p>FMAR* < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml et de la bière</p>	<p>Thermomètre</p> <p>Dose et durée</p> <p>Aspect/ odeur du levain</p> <p>Suivi de fermentation</p>	<p>Réajuster la température de fermentation et/ou la dose d'ensemencement et/ou la durée d'incubation</p>
	<p>Possibilité de multiplication des germes indésirables du fait d'une mauvaise acidification /d'une mauvaise production d'alcool</p>	<p>Ensemencer le plus rapidement possible le moût refroidi</p> <p>Maintenir une température du moût adaptée aux levures</p>	<p>FMAR (hors levures de fermentation) < 20 UFC / 100 ml</p> <p>Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml</p> <p>* FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Thermomètre, durée et dose</p> <p>Suivi de fermentation</p>	<p>Actions correctives différées : Changer de ferment ou Réajuster la dose d'ensemencement et/ou la température</p>

Pasteurisation	Si la pasteurisation est mal maîtrisée, possibilité de développement ultérieur de microorganismes indésirables	Monter le plus rapidement possible à la température de pasteurisation retenue Maîtriser le couple temps/ température lors de la pasteurisation	Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçage FMAR < 20 UFC / 100 ml Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml et de la bière FMAR < 20 UFC / L Bactéries lactiques < 8 UFC / L * FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivable (flore totale)	Suivi de la température de pasteurisation	Action corrective immédiate : re-effectuer la pasteurisation Action corrective différée : Réajuster les paramètres de pasteurisation
	Un pasteurisateur encrassé peut gêner le déroulement de l'opération	Nettoyer et désinfecter le pasteurisateur avant et après chaque utilisation Suivre les conseils d'entretien et d'utilisation du fournisseur (maintenance) Surveiller l'usure des joints (maintenance)		Contrôle visuel et microbiologique	Action corrective différée : optimisation des procédures de nettoyage/désinfection + revoir la procédure d'entretien
Lavage : rinçage des fûts et bouteilles	Si les fûts/bouteilles sont mal lavés et rincés, possibilité de développement ultérieur de microorganismes indésirables	Nettoyer et rincer les fûts /bouteilles avant et après chaque utilisation (si bouteilles à usage unique, un rinçage suffit)	Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçage FMAR < 20 UFC / 100 ml Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml * FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivable (flore totale)	Contrôle microbiologique des eaux d'égouttage des fûts Suivi du nettoyage	Rappel des fûts/bouteilles si le contrôle microbiologique est hors des limites critiques Optimisation des procédures de nettoyage/désinfection

<p>Soutirage en fûts / bouteilles</p>	<p>Si l'enfûteuse / embouteilleuse est mal nettoyée, rincée et désinfectée, possibilité de développement ultérieur de microorganismes indésirables</p>	<p>Nettoyer, rincer et désinfecter l'enfûteuse / l'embouteilleuse avant et après chaque utilisation</p>	<p>Indicateurs microbiologiques des eaux de rinçage FMAR < 20 UFC / 100 ml Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 ml et de la bière FMAR (hors levures de fermentation) < 20 UFC / L Bactéries lactiques < 8 UFC / L * FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Contrôle microbiologique des eaux de rinçage de l'enfûteuse / l'embouteilleuse Suivi du nettoyage</p>	<p>Action corrective différée : optimisation des procédures de nettoyage/désinfection Rappel des fûts / bouteilles si hors limites microbiologiques</p>
<p>Refermentation en fût ou bouteille</p>	<p>Si le traitement thermique de la solution sucrée de refermentation est mal maîtrisé, possibilité de développement de microorganismes indésirables dans la bière</p>	<p>Maîtriser le couple temps/ température lors du traitement thermique Utiliser du matériel propre pour la préparation et l'ajout de la solution sucrée stérile</p>	<p>Indicateurs microbiologiques de la solution sucrée stérile FMAR < 20 UFC / L Bactéries lactiques < 8 UFC / 100 L * FMAR : Flore Mésophile Aérobie Revivifiable (flore totale)</p>	<p>Suivi du barème de traitement thermique Contrôle microbiologie</p>	<p>Action corrective immédiate : refaire la pasteurisation Action corrective différée : Réajuster les paramètres de pasteurisation Optimisation des procédures de nettoyage/désinfection</p>

5. Annexes bibliographiques

Sites internet

- Brochure du Paquet Hygiène, <http://agriculture.gouv.fr/le-paquet-hygiene>
- La démarche HACCP, <http://www.haccp-guide.fr>
- Microbial Quality Control of Beer, Sigma-Aldrich

Directives européennes

- Règlement (CE) N° 1441/2007 de la commission du 5 décembre 2007 modifiant le règlement (CE) N° 2073/2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires

Guides officiels

- Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques en Brasserie, 2001, Direction des Journaux Officiels
- Formation Guide des bonnes pratiques d'hygiène (GBPH) pour les fabrications de produits laitiers et fromages fermiers, Joëlle Birckner, mise à jour en 2007

Références normatives

- *Analytica Microbiologica EBC*

Références bibliographiques

- Marc Faiveley, Stratégies de fermentation appliquées aux Boissons, 2009, Techniques de l'Ingénieur
- Marc Faiveley, La fabrication de la bière, 2010, Techniques de l'ingénieur
- Claude Marcel Bourgeois, Jean Yves LEVEAU, Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires : Tome 3 : le contrôle microbiologique, 1991, Collection Sciences et techniques agroalimentaires

Pour toutes informations ou renseignements complémentaires :

ENILBIO : École Nationale d'Industrie Laitière et des Biotechnologies



Rue de Versailles – BP 70 049

39801 Poligny Cedex 1

Tél. 03 84 73 76 76 / Fax 03 84 37 07 28

www.enil.fr