

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA –Bejaïa

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences alimentaires
Spécialité Production et transformation laitière
Réf :



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

MASTER

Thème

**Suivi de l'efficacité de NEP (nettoyage en place)
au niveau de l'unité Tchín- lait Candia**

Soutenu le : **26/06/2023**

Présenté par :

- ✓ **Taibi Meriem**
- ✓ **Slimani Katia**

Devant le jury composé de :

Mr. Tamendjari A/rezak	Professeur	Président
Mr. Bachir bey Mostapha	MCA	Examineur
Mme. BouarroudjKhalida	MCB	Promotrice
Mr. Bouchnoua Farouk	Invité	Co-encadreur

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

On commence par remercier le bon DIEU tout puissant de nous avoir donné la santé, la force et la patience pour mener à terme ce travail

Tout au long de nos années de formation, on a côtoyé de nombreux professionnels qui nous ont transmis une partie de leur savoir, et qui ont veillé au bon déroulement de notre formation, On tient à les en remercier

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à Mr. Moussaoui, chef d'atelier process de l'entreprise Tchik Lait, qui nous a généreusement accordé du temps et nous a permis de réaliser notre stage. Sa précieuse contribution a été d'une grande aide pour notre projet.

Nous tenons également à remercier le responsable du laboratoire, Mr. Bouchenoua, pour avoir trouvé du temps dans son emploi du temps chargé afin de nous aider dans nos missions. Sa disponibilité et son soutien ont été d'une importance capitale.

Notre reconnaissance va également à notre promotrice Mme Bouarroudj qui nous a permis de réaliser ce mémoire dans les meilleures conditions.

Enfin, nous souhaitons remercier les membres du jury pour l'attention qu'ils ont accordée à notre travail et pour leur précieuse évaluation.

Nous sommes profondément reconnaissants envers toutes ces personnes qui ont contribué de manière significative à notre projet. Leur soutien inestimable restera à jamais gravé dans notre mémoire. Merci infiniment.

Dédicace

Je dédie ce travail à mes très chers parents, sources inépuisables de vie, d'amour et d'affection. À mes chères sœurs et mon petit frère, qui m'ont apporté joie et bonheur tout au long de mon parcours. Je leur exprime ma profonde gratitude pour tous les efforts et les moyens qu'ils ont mis en œuvre pour me voir réussir dans mes études.

À toute ma famille, qui a été une source constante d'espoir et de motivation. À mon amie Kenza et Elissa, pour leur soutien moral indéfectible et leurs encouragements constants. À ma compagne Meriem et mon collègue Mohand et kiki et Mehdi, qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui occupent une place spéciale dans mon cœur, ainsi qu'à tous ceux qui aiment travailler avec passion et ne reculent jamais devant les obstacles de la vie.

Katia

Dédicace

À ma famille, qui m'a soutenue et encouragée tout au long de ce parcours, je dédie ce mémoire. Votre amour inconditionnel et votre soutien constant ont été mes plus grandes sources de motivation.

À mes amis et proches Mohand ET KIKI et Mehdi, merci pour votre présence et vos encouragements lors des moments difficiles. Vos conseils et votre soutien moral ont été précieux pour surmonter les obstacles.

Enfin, à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à ce projet, je vous adresse ma profonde gratitude. Vos contributions et votre implication ont joué un rôle essentiel dans la réalisation de ce mémoire.

C'est avec une grande fierté que je dédie ce mémoire à tous ceux qui ont été présents et ont contribué à mon parcours académique. Merci infiniment pour votre soutien indéfectible.

Meriem

Table des matières

Listes des tableaux

Listes des figures

Listes des abréviations

Introduction	1
I Hygiène dans les Industries Agro-Alimentaire.....	3
I.1 Définition de l'hygiène.....	3
I.1.1 L'hygiène des surfaces.....	3
I.1.2 Matériel et ustensiles	3
I.1.3 L'air ambiant.....	4
I.1.4 Hygiène du personnel	4
I.2 Pratiques de l'hygiène	4
I.2.1 Les souillures.....	5
I.2.2 Les supports.....	7
II Les opérations de nettoyage et désinfection	7
II.1 Définition du nettoyage	7
II.2 Les méthodes de nettoyage.....	7
II.2.1 Le nettoyage manuel.....	7
II.2.2 Le nettoyage semi-automatique.....	7
II.2.3 Le nettoyage automatique.....	8
II.3 Produits de nettoyage	8
II.3.1 Les détergents	8
II.3.2 Les tensioactifs	8
II.3.3 Les séquestrant ou les chélatants	9
II.3.4 Les solutions alcalines	9
II.3.5 Les solutions acides	9
II.4 Facteurs influençant le nettoyage	9
II.5 La détergence et la désinfection	11
II.5.1 Définition de la détergence.....	11
II.5.2 Définition de la désinfection	11
III Mise au point sur le Nettoyage En Place (NEP).....	12
III.1 Définition du NEP	12
III.2 Les différentes étapes du NEP.....	12
III.3 Les agents de nettoyages.....	11
III.4 Avantages et attentes d'un système de nettoyage NEP	14
I. Méthodologie de travail.....	14
I.1 Échantillonnage.....	14

I.2 Suivi l'efficacité de nettoyage du matériel.....	15
I.3 Le fonctionnement de système NEP	18
I.3.1 Principe	18
I.3.2 Présentation de La station NEP.....	18
I.3.3 Mode fonctionnement de la NEP	18
I.4 Les produits en circulation de NEP.....	20
I.4.1 Acide et Soude	20
I.4.1.1 Contrôle visuel	20
I.4.1.2 Détermination de la concentration	20
I.4.1.3 Conductivité 25C°	20
I.4.2 Désinfectant	20
I.4.2.1 Contrôle visuel	20
I.4.2.2 Détermination de la concentration	21
I.4.3 Eau De Rinçage Finale.....	22
I.4.3.1 Analyses physicochimiques	22
I.4.3.2 Analyses microbiologiques	23
II. Résultats et discussions.....	24
II.1 Analyses physico-chimiques.....	24
II.1.1 Station NEP1 et NEP2	24
II.2 Suivi l'efficacité des programmes de nettoyage	26
II.2.1 Suivie des paramètres TACT affichées	26
II.2.2 Détermination des paramètres mesurée.....	29
II.2.3 Résultats d'analyses des eaux de rinçage finale	33
II.2.3.1 Résultats d'analyse physico-chimique	33
II.2.3.2 Résultats d'analyse micro biologique avant et après le NEP334	
II.2.4 Contrôle physique.....	35
Conclusion.....	37

Listes des tableaux

Tableau I : Caractéristiques des différents résidus alimentaires non microbiologiques.....	5
Tableau II : Les étapes de la formation des biofilms.	6
Tableau III : Mode d'action des agents de nettoyage.	14
Tableau IV : Tableau représente les objets à nettoyer	16
Tableau V : Procédure de vérification des nettoyage procès et conditionnement	17
Tableau VI : Expression des résultats de concentration soude/acide	20
Tableau VII : Limites générales de réussite/avertissement/échec.....	23
Tableau VIII : Paramètre consigne du TACT (CPR, UHT, TT2, FLEX 18, SPEED)	26
Tableau IX : Suivi des paramètres affichés CPR	27
Tableau X : Suivi des paramètres affichés UHT et TT2.....	27
Tableau XI : Paramètres affichés TACT FLEX 18	28
Tableau XII : Paramètres affichés speed.....	28
Tableau XIII : Tableau représentatifs des paramètres mesurés UHT	29
Tableau XIV : Paramètres mesurées des CPR	30
Tableau XV : paramètres mesurée Speed.....	32
Tableau XVI : : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de rinçage finals.....	33
Tableau XVII : Résultats d'analyse micro biologique avant et après le NEP.....	34

Liste des figures

Figure 1 : Cinétique du lavage (TACT)	11
Figure 2 : Schéma représentatif de différent compartiment et phase de la station NEP.....	19
Figure 3 : Procédure appropriée d'échantillonnage	22
Figure 4 : Résultat de l'acide NEP1.....	23
Figure 5 : Résultat de l'acide NEP2	23
Figure 6 : Soude de la NEP1	23
Figure 7 : Soude de la NEP2	23
Figure 8 : Résultats de concentration soude/acide de FLEX 18.....	31
Figure 9 : Résultats de la conductivité soude/acide de FLEX 18.....	31
Figure 10 : Photographie Des boites avant et après Analyse Microbiologique.....	34
Figure 11 : Figure représentatif de l'état physique de CPR	35
Figure 12 : Figure représentatif de l'état physique de UHT	35
Figure 13 : Photographie de CPR.....	36
Figure 14 : Photographie de l'UHT.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des abréviations

Abs : Absence

CIP: Cleaning in place

CPR : Tank de reconstitution

FLEX 18 : Stérilisateur

GT : Germe totaux

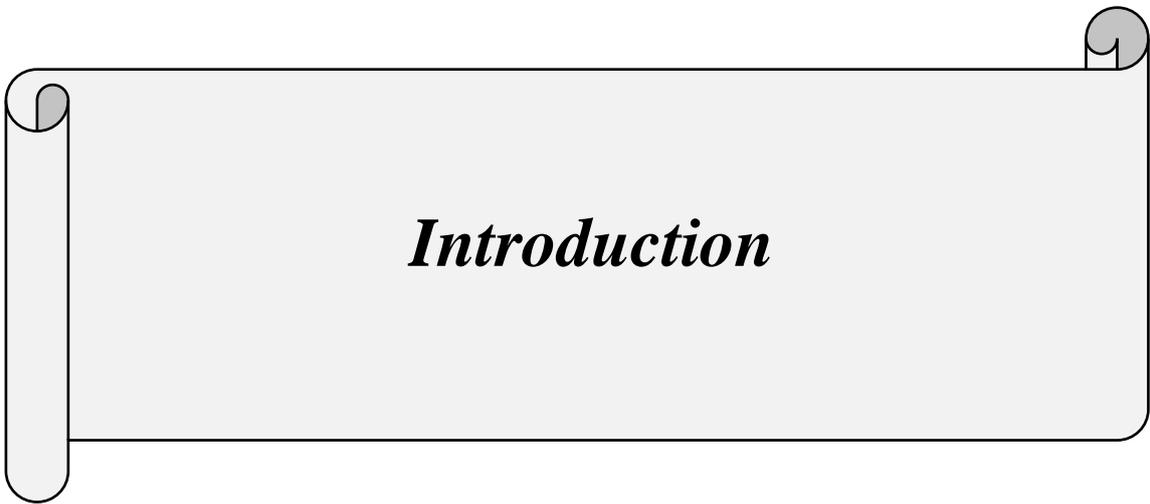
NEP : Nettoyage En Place

PCA : Plate count agar

Speed: Conditionneuse

TT : Tank tampon

UHT : stérilisateur à ultra haute température



Introduction

Introduction

Depuis quelques années, les industries laitières sont confrontées à des variations de marchés très rapides et à une concurrence très rude. Pour rester compétitives et assurer leur pérennité, les industriels doivent présenter des produits de qualité, sans danger et au meilleur prix.

La sécurité des aliments est un aspect important que les entreprises agroalimentaires doivent prendre en compte à travers leur démarche qualité afin de garantir la sécurité des produits alimentaires et, par conséquent, la santé du consommateur (**Soumana et al., 2020**).

Le lait et ses dérivés sont des produits de large consommation, dont la qualité est étroitement liée à un niveau d'hygiène strict. Pour cela, le nettoyage des équipements et de l'environnement qui entoure ces produits est primordial, et doit être fait avec rigueur pour préserver leur qualité. L'efficacité du nettoyage dépend de la méthode employée, des produits utilisés et de la fréquence du nettoyage des éléments à entretenir (**Ducoulombier, 1975**).

Afin de répondre aux exigences de la qualité hygiénique, il est essentiel d'améliorer les techniques ainsi que les produits de nettoyage utilisés, dont le but est d'éliminer les souillures ainsi que les microorganismes présents sur le matériel, les installations ou autres (**Vuillemard, 2018**).

Le nettoyage en place NEP est la méthode de nettoyage standard dans les industries agroalimentaire et pharmaceutique. Le NEP est un processus où les solutions de lavage et de désinfection circulent dans le circuit et nettoient les chaînes de production sans démontage (**Briandet, 1999**).

La combinaison exacte des facteurs d'influence que sont la chimie, la température, l'action mécanique et le temps fait du lavage un processus fiable et reproductible. Le nettoyage en place minimise le risque de contaminations et de contaminations croisées et ainsi garantit à tout moment la sécurité du produit (**Amgar, 1998**).

L'objectif de ce travail est d'évaluer les paramètres de nettoyage utilisés dans le processus NEP et d'analyser leur conformité par rapport aux consignes spécifiées, en mettant l'accent sur l'importance du nettoyage en place dans le but de maintenir l'hygiène des installations et des équipements, au niveau de l'unité Tchín/Lait Candia de Bejaia.

Afin de mieux situer le contexte de ce travail, une synthèse bibliographique sur l'hygiène dans les industries agro-alimentaires, les procédés de nettoyage et de désinfection, ainsi qu'un état de l'art sur le nettoyage en place (NEP). La deuxième partie, expérimentale, qui présente

les différentes méthodes utilisées durant cette étude, ainsi que les résultats expérimentaux obtenus en analysant le fonctionnement du système CIP, les caractéristiques physico-chimiques des produits circulant dans le circuit, et la qualité microbiologique de l'eau de rinçage final, en utilisant des critères visuels, et enfin une conclusion et des perspectives.



Partie bibliographique

I Hygiène dans les Industries Agro-Alimentaire

I.1 Définition de l'hygiène

L'hygiène est définie comme un ensemble de règles et de pratiques tendant à préserver et à améliorer la santé. Comme ce concept est très vaste, il a fallu le diviser en un certain nombre de sous-ensembles : l'hygiène individuelle, qui comprend tout un ensemble de soins personnels, qui vont de la propreté corporelle et vestimentaire à celle des ustensiles de cuisine et à la salubrité de l'habitation ; l'hygiène alimentaire, qui est animée par le souci que les aliments soient équilibrés, non avariés, non pollués ; l'hygiène collective, qui comporte un ensemble de règles destinées à enrayer la propagation des maladies contagieuses (**Belloin, 1993**). Généralement, les mesures d'hygiène s'appliquent aux personnels, aux matériels et aux surfaces en contact avec l'aliment, ainsi qu'à l'air ambiant.

I.1.1 L'hygiène des surfaces

En industrie alimentaire, deux grandes catégories de surfaces sont distinguées : les surfaces alimentaires et les surfaces non alimentaires (**Randriamiharisoa, 2017**).

➤ Les surfaces alimentaires

Ce sont toutes les surfaces qui rentrent en contact avec les denrées. Pour cette catégorie, les méthodes de nettoyage et de désinfection répondent à des critères bien précis. Ces surfaces doivent être en acier inoxydable ou autre matériau résistant à la corrosion, lisse, non toxique, non absorbant et nettoyable. Elles ne doivent pas comporter de recoins ni d'obstacles à l'écoulement du produit, ni d'endroits susceptibles de favoriser la contamination. Elles doivent être également faciles d'accès afin de faciliter l'inspection (**Bourion, 1998**).

➤ Les surfaces non alimentaires

Par définition, ce sont toutes les surfaces qui ne sont jamais directement en contact avec les aliments (sols, plafonds, murs, etc.). Elles doivent être maintenues propres en permanence pour éviter des contaminations croisées entre des zones mal entretenues et les surfaces alimentaires, voire les denrées elles-mêmes. Elles doivent être en matériaux résistants à la corrosion, lisses, non absorbants et nettoyables (**Bourion, 1998**).

I.1.2 Matériel et ustensiles

Le matériel et les ustensiles susceptibles d'être mis en contact avec les denrées alimentaires doivent répondre aux caractéristiques suivantes : les surfaces en contact avec les aliments doivent être parfaitement lisses et résister aux opérations répétées d'entretien et de

nettoyage ; présenter un aspect et une forme adéquate et qu'ils soient installés de façon à faciliter leur nettoyage (**Luigi, 1998**).

I.1.3 L'air ambiant

Qu'elle soit naturelle ou mécanique, la ventilation doit être adéquate et suffisante. Il importe d'éviter tout flux d'air pulsé d'une zone contaminée vers une zone propre. Les systèmes de ventilation doivent être conçus de manière à faciliter l'accès aux filtres et aux autres pièces devant être nettoyés ou remplacés (**Benyagoub, 2019**).

I.1.4 Hygiène du personnel

La responsabilité du personnel de l'industrie alimentaire est engagée dans un grand nombre d'intoxications ou d'infections d'origine alimentaire. Il est donc indispensable que tous ceux qui interviennent, de près ou de loin, dans le circuit de la production ou de la distribution des aliments soient informés des exigences de l'hygiène alimentaire.

Les mains sont l'outil de travail le plus souvent utilisé par le personnel. La propreté des mains est donc une préoccupation obligatoire pour le personnel. En effet, si la propreté des mains n'est pas correctement assurée, il y a de forts risques de transmission de germes pouvant avoir des répercussions graves tout au long de la chaîne alimentaire, et en particulier dans l'assiette du consommateur (**Quittet.c & Nelis, 1999**).

La tenue vestimentaire est un élément essentiel de l'hygiène. En effet, tout ce que nous portons en dehors du lieu de travail se retrouve souillé par des contaminations diverses (boue, terre, microbes véhiculés par l'air pollué, contact avec des surfaces souillées). Il est donc impératif de ne pas apporter ces microbes dans les zones de manipulation, de fabrication et de conditionnement des produits alimentaires. Il est alors impératif de prévoir un vestiaire à l'entrée de l'unité de transformation, ainsi que l'obligation de porter une blouse et une charlotte, de manière à éviter que des cheveux ne puissent tomber dans les aliments (**Quittet.c & Nelis, 1999**).

I.2 Pratiques de l'hygiène

Pour mettre en application les "pratiques d'hygiène", il est nécessaire de connaître : les souillures à éliminer ainsi que leurs supports ; l'eau utilisée pour les différentes opérations de nettoyage, ainsi que les opérations de nettoyage et de désinfection à appliquer (**Randriamiharisoa, 2017**).

I.2.1 Les souillures

Ce sont toutes les matières non désirées y compris les résidus de produit contenant ou non des micro-organismes. Plusieurs types de souillures peuvent s'accumuler sur les surfaces. On peut distinguer :

➤ **Souillures minérales**

Ce sont essentiellement des dépôts de matière minérale issus de l'eau utilisée dans les processus de fabrication ou des produits eux-mêmes (**Amgar, 1998**).

➤ **Souillures organiques**

Ce sont des fragments macroscopiques de produits contenant souvent des micro-organismes qui peuvent se multiplier (**Amgar, 1998**). On peut les classer en fonction de leur solubilité, de leur facilité de nettoyage ainsi que de leur comportement vis-à-vis de la chaleur (Tableau I).

Tableau I : Caractéristiques des différents résidus alimentaires non microbiologiques

Nature de la souillure	Solubilité	Facilité de nettoyage	Action de la chaleur
Sucre	Dans l'eau	Facile	Caramélisation plus difficile à nettoyer
Graisse	-En milieu alcalin -Insoluble Dans l'eau	Difficile	Polymérisation plus difficile à nettoyer
Protéines	-En milieu alcalin -Peu en milieu acide -Insoluble dans l'eau	Très difficile	Dénaturation beaucoup plus difficile à nettoyer
Sels minéraux	-En milieu acide -Variable dans l'eau	Facile à difficile	Accélération de l'entartrage

➤ **Souillures microbiologiques**

Il s'agit d'accumulation de micro-organismes sur les surfaces. Ce sont en général des micro-organismes résiduels après un nettoyage non suivi de désinfection ou suivi d'une désinfection insuffisante. Ces micro-organismes colonisent les surfaces sous forme de biofilms (**Naïtali & Briandet, 2019**). Les bactéries se trouvant dans un biofilm sont résistantes aux agents extérieurs tels que les ultraviolets, les agents antibactériens tels que les désinfectants, la chaleur, les bactériophages (**Can, 2014**).

Les biofilms sont identifiés comme étant la source majeure des problèmes industriels. Ils sont responsables de l'accélération de phénomènes de corrosion, de contamination des équipements, de phénomène d'encrassement, ce qui complique le nettoyage et la désinfection (Merchat & Forêt, 2021).

Dans les industries laitières, la formation de biofilms peut avoir lieu dans différents sites de la chaîne de transformation du lait (Parkar *et al.*, 2004). Ceci comprend les réservoirs de stockage du lait, les canalisations et autour des joints. De même, les surfaces de contact du produit dans les appareils de traitement telles que les pasteurisateurs et les évaporateurs, sont considérées comme une source importante de contamination du produit dans la ligne de transformation du lait. La croissance des biofilms laitiers conduit à l'augmentation des possibilités de contamination microbienne des produits laitiers transformés. Ces biofilms peuvent contenir des micro-organismes pathogènes.

Les techniques les plus utilisées pour détecter la présence de biofilms sont le bleu de méthylène qui pénètre dans les cellules microbiennes et les biofilms apparaissent colorés ; quant aux biofilms qui se développent en présence de l'oxygène, l'utilisation de l'eau oxygénée peut les révéler, par formation de bulles lorsque ces derniers sont exposés à cette substance (Naïtali & Briandet, 2019).

Les étapes de formation du bio film sont présentées dans le Tableau II.

Tableau II : Les étapes de la formation des biofilms (Tremblay *et al.*, 2014).

Étape	Description
1-conditionnement rapide de la surface	Les bactéries se déplacent dans le milieu liquide et interagissent de manière réversible avec la surface.
2-Adhésion irréversible et modification génétique	Les bactéries adhèrent de manière irréversible à la surface et modifient leur profil d'expression des gènes.
3- Formation de micro colonies	Les bactéries forment des amas à la surface et produisent des polysaccharides extracellulaires
4-Maturation du bio film	Les micro colonies se développent en piliers et permettent la circulation de fluides nutritifs dans les canaux du biofilm.
5- Détachement et colonisation	Certaines bactéries se détachent du biofilm et peuvent coloniser de nouvelles surfaces.

I.2.2 Les supports

L'acier inoxydable est largement utilisé en industrie laitière, par rapport à l'aluminium, principalement en raison de sa grande résistance à la corrosion. Les plastiques et les caoutchoucs peuvent être utilisés en respectant certaines exigences : ils ne doivent pas subir de choc thermique trop grand, vu qu'il pourrait entraîner leur déformation (**Amgar, 1998**).

II Les opérations de nettoyage et désinfection

II.1 Définition du nettoyage

Le nettoyage est une opération visant à éliminer d'un support les souillures organiques et minérales visibles ou microscopiques. Cette opération est réalisée à l'aide de produits détergents choisis en fonction du type de souillures et des supports. Cela permet d'obtenir une propreté visible des surfaces(**Sylla, 2011**).

La nature des souillures va directement paramétrer le nettoyage aussi bien au niveau du détergent utilisé qu'au niveau de la technique ou de la méthode selon laquelle le nettoyage est réalisé d'une manière générale. Plusieurs méthodes de nettoyage sont appliquées dans les industries agro-alimentaires, les plus utilisées sont : le nettoyage manuel, le nettoyage par immersion, le nettoyage par mousse et le nettoyage en place (NEP).

II.2 Les méthodes de nettoyage

Plusieurs méthodes de nettoyage sont appliquées dans les industries agro-alimentaires. En général, on peut distinguer trois types de nettoyage : manuel, semi-automatique et automatique appelé NEP (Nettoyage En Place).

II.2.1 Le nettoyage manuel

Le nettoyage manuel nécessite l'implication du personnel. Les opérateurs doivent être formés et habilités à réaliser le nettoyage. L'équipement est démonté puis les pièces sont transférées jusqu'à la laverie. À l'aide d'outils validés (lingettes, écouvillons, brosses, ...), les pièces des équipements sont nettoyées grâce à l'action mécanique générée par les opérateurs. Ce mode de nettoyage est très intéressant pour les petites pièces ou les zones difficiles à nettoyer qui ne seraient pas accessibles par d'autres moyens (**Hery et al., 2003**).

II.2.2 Le nettoyage semi-automatique

Il s'agit d'un enchaînement d'opérations de nettoyage manuelles et automatiques.

Ce nettoyage permet de limiter l'intervention de l'opérateur comme la préparation de la solution détergente (réduction du risque d'accident lors de la manipulation du détergent). Après le pré-lavage manuel, l'opérateur pourra démonter les pièces de l'équipement pour les

installer dans le système de lavage. Il y a donc une possible manutention de pièces plus ou moins lourdes pour l'opérateur (**Bailly, 2004**).

II.2.3 Le nettoyage automatique

L'équipement est nettoyé sans démontage préalable : c'est le nettoyage en place (NEP) ou « NEP : cleaning in place » en anglais. L'opérateur n'intervient pas dans le nettoyage, il est seulement présent pour s'assurer du bon déroulement du nettoyage et vérifier les données brutes qui sont enregistrées sur un rapport papier ou une supervision. Pour ce type de nettoyage, il faut que des installations de lavage soient présentes à l'intérieur des locaux et que des buses de nettoyage soient présentes à l'intérieur de l'équipement. Ce sont des installations lourdes et coûteuses mais elles permettent d'obtenir la meilleure reproductibilité de nettoyage et diminuent les risques pour les opérateurs (**Bailly, 2004**).

II.3 Produits de nettoyage

II.3.1 Les détergents

Le choix du détergent doit se faire de façon rationnelle de manière à éliminer une souillure donnée sans altérer les surfaces des équipements et ne pas être une source, ni un vecteur de contamination du produit.

La définition de la détergence selon la norme NF EN ISO 862 est la suivante : « processus selon lequel les salissures (souillures) sont détachées de leur substrat et mises en solution ou en dispersion. Au sens ordinaire, la détergence a pour effet le nettoyage des surfaces. Elle est la résultante de la mise en œuvre de plusieurs phénomènes physicochimiques ».

II.3.2 Les tensioactifs

On distingue les tensioactifs anioniques, cationiques et amphotères, et les tensioactifs « non ioniques » qui ne s'ionisent pas dans l'eau.

Ce sont des structures amphiphiles avec une partie hydrophile et une partie lipophile.

L'addition de ces tensioactifs dans les solutions détergentes permet de diminuer la tension superficielle de l'eau en créant des structures micellaires autour de la souillure. Ce sont des composants qui apportent à l'agent nettoyant toutes ses propriétés détergentes : mouillage, le mécanisme de décollement de la souillure et mécanisme d'anti-redéposition (**Le Petit, 2020**).

II.3.3 Les séquestrant ou les chélatants

Ils sont ajoutés dans les solutions détergentes pour éviter la formation des dépôts minéraux. Ils sont utiles dans les régions où l'eau est dure et chargée en minéraux. Ils améliorent la qualité de l'eau, ce qui rend le détergent plus efficace. En effet, un détergent a une meilleure action pour une eau avec un titre hydrotimétrique (dureté) compris entre 5 et 15. Les plus souvent utilisés sont l'EDTA (éthylène diamine tétra-acétique) et les phosphonates (**Baricault, 2014**).

II.3.4 Les solutions alcalines

Ce sont des produits constitués de bases ou de sels minéraux alcalins ayant un pH supérieur à 10. Le détergent modifie les caractéristiques physiques du dépôt de la souillure, ce qui augmente la solubilisation, l'hydratation du dépôt et facilite son élimination.

Il est adapté pour le nettoyage des souillures organiques, notamment les matières grasses (graisses, huiles, etc.). Les produits les plus caustiques (pH plus proche de 14) sont utilisés pour le nettoyage automatique ; des produits à pH plus proche de 10 seront préférés pour le nettoyage manuel. Les détergents alcalins les plus souvent utilisés contiennent de l'hydroxyde de sodium, de l'hydroxyde de potassium ou des carbonates de potassium (**Le Petit, 2020**).

II.3.5 Les solutions acides

Le pH de ces détergents est inférieur à 4. Ils sont utilisés pour le nettoyage des souillures de nature minérale ; ils agissent en dissolvant les dépôts minéraux. En fonction de la concentration utilisée, ces détergents peuvent être plus ou moins corrosifs. Il faut donc des équipements de protection individuels adaptés pour protéger les opérateurs. Ils contiennent le plus souvent de l'acide phosphorique, de l'acide nitrique ou de l'acide chlorhydrique dilué (**Le Petit, 2020**).

II.4 Facteurs influençant le nettoyage

Le nettoyage se définit par l'interaction de quatre facteurs TACT (figure n°1), qui permettent d'obtenir un équipement visuellement propre et sec. Ces paramètres sont interdépendants et sont la clé d'un nettoyage réussi ; il faut donc trouver le meilleur équilibre possible entre ces quatre facteurs (**Amgar, 1998**).

Les quatre facteurs clés du nettoyage sont :

➤ **Température**

Il est impératif de respecter les températures d'utilisation recommandées par le fabricant d'un produit afin de tirer profit de sa formulation. Certains produits seront plus efficaces à l'eau chaude et d'autres à des températures plus basses. Une température trop froide fera solidifier les gras sur les surfaces ; par contre, une température trop élevée pourra dénaturer les protéines, ce qui rendra leur élimination plus difficile (**Lapointe-Vignola, 2002**).

➤ **Action mécanique**

C'est l'action apportée par l'utilisation de matériel qui engendre un frottement et une pression. Le brossage est le mode de nettoyage le plus ancien et le plus efficace, autant qu'on ait accès à tous les recoins et qu'on dispose du temps nécessaire. L'utilisation de brosse en bois ou en métal et de tampons métalliques est strictement interdite. On peut produire une action mécanique par une agitation ou une circulation sous pression de la solution de lavage. Dans les opérations de nettoyage, l'action mécanique doit être modulée afin d'éviter les altérations du support (**Amgar, 1998**).

➤ **Concentration**

Il est important de respecter les concentrations recommandées par le fabricant afin de s'assurer de l'efficacité des produits, d'éviter les problèmes de corrosion des équipements, de contamination chimique des surfaces nettoyées et de santé et sécurité des employés. Il est important de respecter la dilution de produit dans les opérations de nettoyage ; le « surdosage » et le « sous-dosage » ont des incidences sur le résultat attendu (**Dandjinou, 2012**).

➤ **Temps de contact**

Pendant les opérations de nettoyage, le temps d'action est combiné à l'action chimique. C'est le fait de laisser agir le produit sur le support qui accroît son pouvoir nettoyant. Il faut respecter le temps de contact spécifié par le fournisseur, afin d'avoir une meilleure action détergente et une meilleure désinfection (**Lapointe-Vignola, 2002**). Si l'un des facteurs de nettoyage est diminué, on doit obligatoirement compenser cette perte en augmentant un ou plusieurs des autres facteurs.

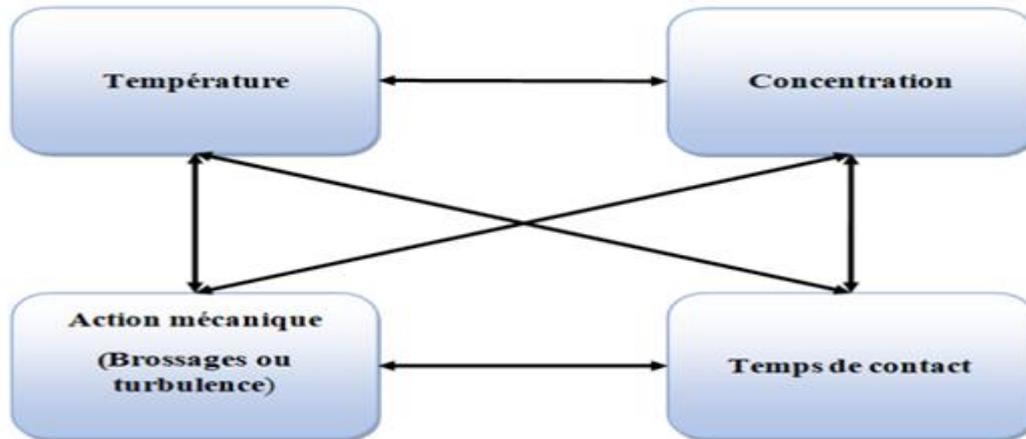


Figure 1: Paramétrage du lavage (TACT) (Vignola, 2002)

II.5 La détergence et la désinfection

II.5.1 Définition de la détergence

Processus selon lequel les salissures (souillures) sont détachées de leur substrat et mises en solution ou en dispersion. Au sens ordinaire, la détergence a pour effet le nettoyage des surfaces. Elle est la résultante de la mise en œuvre de plusieurs phénomènes physico-chimiques (NF EN ISO 862).

II.5.2 Définition de la désinfection

La désinfection est l'opération qui vise à détruire ou à éliminer les micro-organismes, et/ou d'inactiver les virus indésirables en intervenant sur leurs structures ou leurs métabolismes (CCLIN Sud-Ouest, 2003).

Le schéma général d'action d'un désinfectant comporte trois étapes :

- Fixation du désinfectant sur l'enveloppe cellulaire, altération et franchissement de cette enveloppe ;
- Altération de la membrane cytoplasmique et dysfonctionnement cellulaire ;
- Altération des constituants cellulaires.

On distingue deux méthodes de désinfection : la désinfection physique et la désinfection chimique.

➤ La désinfection physique (la chaleur)

La chaleur est très utilisée dans l'industrie alimentaire. C'est un des agents les plus sûrs pour la destruction des micro-organismes, sous réserve de l'application stricte des barèmes température-temps. Les deux techniques les plus répandues pour la production de chaleur sont la vapeur et l'eau chaude. La désinfection physique et la désinfection chimique sont deux méthodes de désinfection qui ont des principes et des applications différents.

➤ **La désinfection chimique**

Largement répandue, elle fait appel à l'utilisation de différents types de désinfectant. Contrairement aux solutions détergentes, l'action des solutions désinfectantes n'est pas proportionnelle à l'action mécanique (Quittet.c & Nelis, 1999).

III Mise au point sur le Nettoyage En Place (NEP)

III.1 Définition du NEP

Le NEP/CIP (Nettoyage En Place/Clean In Place) est un concept où des solutions de nettoyage et de désinfection circulent dans le circuit sans qu'il soit nécessaire de démonter les installations à traiter. Largement automatisé, le dispositif applique des programmes faisant intervenir successivement différents produits de nettoyage, une désinfection et terminant le cycle par un rinçage. Il est utilisé pour des systèmes fermés composés de tuyauteries reliant différents équipements et cuves. Les opérations de nettoyage se réalisent ainsi sans démontage des équipements.

III.2 Les différentes étapes du NEP

Le programme complet de NEP comprend plusieurs étapes (Ledoux, 2014) qui sont :

- Nettoyage à grandes eaux pour éliminer les résidus.
- Nettoyage alcalin : les détergents alcalins dissolvent les graisses et les protéines et nettoient les dépôts qui sont difficiles à enlever.
- Premier rinçage intermédiaire à l'eau.
- Nettoyage à l'acide : il sert à neutraliser les restes caustiques sur les surfaces de l'équipement. Les détergents acides enlèvent les dépôts minéraux dans les appareils (spécialement dans les aires chaudes comme les pasteurisateurs).
- Deuxième rinçage intermédiaire à l'eau : l'eau froide enlève les résidus acides.
- Désinfection qui a pour but l'élimination des micro-organismes et/ou l'inactivation des virus indésirables portés par des milieux inertes.
- Un rinçage final pour éliminer toute trace de désinfectant.

Quel que soit le NEP utilisé, la centrale de nettoyage en place automatique comprend toujours :

- Des capacités de stockage pour la préparation, la récupération et le stockage des différentes solutions.
- Des dispositifs d'alimentation et de récupération des solutions entre la centrale proprement dite et le matériel à nettoyer (vannes, pneumatiques, tuyauterie, pompes et divers).

- Un tableau de contrôle et de commande relié à divers dispositifs assurant le déroulement des programmes en maintenant les différents paramètres aux valeurs consignées.

III.3. Les Agents de nettoyage

III.3.1. La soude caustique ou hydroxyde de sodium

La soude de formule chimique NaOH, se présente sous deux formes : solide et lessive de soude.

La soude solide est hygroscopique, cette propriété rend difficile tout dosage automatique de soude solide dans des ambiances humides. La soude est un alcalin puissant qui neutralise tous les acides en donnant des sels de sodium. C'est la matière première la plus utilisée pour apporter de l'alcalinité ou causticité, elle ne possède pas de propriétés détergentes mais elle apporte une réserve d'alcalinité permettant la neutralisation des acides gras et la saponification des corps gras d'origine animale ou végétale.

La saponification est l'hydrolyse alcaline des glycérides ou esters de la glycérine présents dans les graisses. Cette réaction produit de la glycérine et des sels d'acides gras appelés savons (**Britz et al., 2004**).

La dissolution dans l'eau est exothermique, il y a donc des risques de projection lors de l'introduction de soude solide dans l'eau. Le port de gants et de lunettes est obligatoire pour réaliser cette opération (**Britz et al., 2004**).

III.3.2. L'acide nitrique

L'acide nitrique HNO₃ est un acide fort et un oxydant puissant. Il rend passifs certains métaux tels que le fer, l'acier et l'aluminium : il y a formation de complexes d'oxyde et de nitrure qui empêchent la poursuite de l'attaque. Ces métaux peuvent donc servir pour certains éléments d'équipement et récipients de stockage pour de l'acide (de 55 à 65 %) si l'agitation est faible ou nulle et si la température n'est pas trop élevée.

Le mode d'action des différents agents de nettoyage et de désinfection est illustré dans le tableau III.

Tableau III : Mode d'action des agents de nettoyage.

Agent de nettoyage	Réaction avec les saletés	Fonctions principales
Acide (détergent acide)	Réagit avec des sels de calcium de magnésium et de fer, formant des complexes solubles	<ul style="list-style-type: none"> -Élimine les saletés minérales -Dissout le phosphate de calcium (pierre de lait) -Neutralise l'alcalinité résiduelle -Rétablit le pH des surfaces des équipements
Soude (détergent alcalin)	Réagit avec les graisses et les protéines les décomposés solubles et émulsionnables	<ul style="list-style-type: none"> -Élimine les saletés organiques -Saponifie les graisses et les huiles -Dissout les dépôts minéraux tels que la pierre de lait
Désinfectant (agent à base de chlore ou de peroxyde)	<p>Oxyde les parois cellulaires et les membranes des micro-organismes</p> <p>-Dénature les protéines et les enzymes des micro-organismes</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Détruit les fonctions vitales des micro-organismes - Inhibe leur activité métabolique -Réduit le nombre de spores et de biofilms sur les surfaces des équipements

III.4 Avantages et attentes d'un système de nettoyage NEP

Les systèmes de NEP sont capables de contrôler, surveiller et d'indiquer les paramètres critiques utilisés dans les procédés de nettoyage automatisés. Typiquement, les paramètres tels que le Temps, l'Action, la Concentration du détergent et la Température (TACT) déterminent l'état de propreté atteint par le procès. Le contrôle efficace de ces paramètres permet d'obtenir des performances de nettoyage constantes.

De plus, les systèmes de NEP garantissent mieux la sécurité de l'opérateur et du procédé. Par exemple, le nettoyage sans démontage de l'équipement réduit l'exposition de l'opérateur aux détergents dangereux. En outre, le risque d'endommager les équipements est minimisé, vu que le montage et le démontage de l'équipement sont sujets à des erreurs humaines, ce qui est susceptible de conduire à des dysfonctionnements graves pour l'équipement. Par ailleurs, ces systèmes peuvent éviter au personnel d'avoir à pénétrer à l'intérieur de la cuve pour nettoyer des pièces tranchantes ou des endroits difficiles à nettoyer, ce qui réduit le risque supplémentaire de blessures corporelles.



Partie pratique



Matériels et méthodes

I. Méthodologie de travail

Ce présent travail a pour objectif le suivi de l'efficacité du nettoyage au cours de la production du lait au niveau de Tchén Lait Candia. Ce travail a été réalisé au cours de procès sur les objets suivants : tanks de reconstitution et circuits de réception, stérilisateur, conditionneuse.

I.1 Échantillonnage

L'échantillonnage est une étape cruciale du suivi de la conformité des nettoyages, il repose sur un ou plusieurs prélèvements quotidiens (dans le cadre de suivi régulier des deux stations NEP) ou à la demande du producteur (dans le cadre des vérifications de la conformité des cycles de nettoyages appliqués).

Nous avons, durant notre stage, prélevé des échantillons en respectant la représentativité par rapport aux cycles engagés, en se positionnant toujours à la règle de questionnement : qui ? où ? et comment ? prélever.

Les deux stations NEP de Tchén-Lait sont composées, chacune, de trois compartiments séparés : compartiment solution alcaline (soude additive), compartiment solution acide (acide nitrique), compartiment eau de pré-rinçage (eau propre). Un système d'injection en ligne de désinfectant est également présent.

À noter que chaque compartiment possède un robinet de prélèvement et que pour chaque prélèvement, le port des EPI (équipement de protection individuelle) est obligatoire.

L'analyse des échantillons est de nature physico-chimique ou microbiologique en adéquation avec le plan de contrôle du laboratoire. Les objets et circuits vérifiés sont décrits dans le tableau IV. Un objet est un équipement de production tel que tank de reconstitution, stérilisateur, conditionneuse... etc., ces objets sont reliés par des circuits qui sont nettoyés également. Lors du suivi des NEP, nous avons prélevé des échantillons comme suit :

D'abord un rinçage initial (pré-rinçage) pour les analyses microbiologiques, puis des prélèvements des solutions détergentes (soude, acide) et désinfectantes à différents moments (début, milieu et fin de chaque phase) pour les analyses physico-chimiques. Enfin, un prélèvement de l'eau de rinçage final a été effectué pour une analyse physico-chimique et microbiologique.

I.2 Suivi l'efficacité de nettoyage du matériel

Les tableaux IV et V, représentent les différents objets et procédures suivis au cours de leur nettoyage.

Tableau IV : Tableau représente les objets à nettoyer

	Nettoyage dépend de NEP						Nettoyage indépendant	
STATION	NEP1			NEP2			AUTONOME	
OBJETS	UHT1	UHT2	UHT3	CPR2	CPR3	CPR4	FLEX	SPEED
Suivie des paramètres affiche	TACT			TACT			TACT	
Suivie des paramètres mesurées	Concentration/ Conductivité			Concentration/ Conductivité			Concentration/ Conductivité	
Control physique	Aspect visuels							

Tableau V : Procédure de vérification des nettoyage procès et conditionnement

Etape1/ avant NEP	Vérification de la partie interne du tank : état du tank stérile avec prise de photo.
	Vérification du tour d'homme et alentour.
	Vérification des boules de nettoyage : nombre et la nature des boules (rotation) ; présence ou absence d'impuretés et de particule retenue ; nettoyage des boules et prise de photo avant après.
	Vérification des vannes aseptique : étanchéité, joint état, et nettoyage manuelle
	Vérification et validation des paramètre TACT : théorique et appliqué pour chaque objets
	Vérification des solutions de nettoyages soude acide et désinfectant
	Analyse physico-chimique des eux de process: pH /TH/conductivité : chlores, aspect et ATP métrie
Etape2/en cours des phases nettoyages	Suivi des séquences et registre du NEP et prendre note pour chaque phase
	Faire un prélèvement bactériologies pour les eux de phase de pré-rinçage
	Suivi les paramètres affichés TACT durent la circulation en vérifiant sa stabilité
	Faire un prélèvement débuts, milieu et fin de circulation pour chaque phase en prenant les paramètre affiché
	Faire un prélèvement physico-chimique et bactériologique pour les eaux de rinçage finale
	Validation du nettoyage : contrôle visuelle (pris de photo) ; contrôle microbiologique (ATP métrie et Gt)
Etape3/fin de nettoyages	Analyse des échantillons prélever ; synchroniser avec chef d'équipe process
	Enregistrement des résultats sur ENR SDA/ ENR castillaud
	Transmission des résultats à la production et la qualité pour validation et qualification
Etape4/ cas de non-conformité	Trouver l'origine de problème et mettre en œuvre les actions correctives adapté
	Faire une qualification et procéder de la même manière afin de valider le nettoyage à nouveau

I.3 Le fonctionnement de système NEP

I.3.1 Principe

Le processus de nettoyage NEP comprend plusieurs étapes, telles que le pré-lavage, le lavage alcalin, le rinçage et la désinfection. Chaque étape est programmée et contrôlée par un système automatisé, qui permet de régler les paramètres tels que la température, le débit et la durée de chaque phase.

I.3.2 Présentation de La station NEP

La station NEP est un système automatisé utilisé dans les industries alimentaires, et d'autres secteurs, pour nettoyer efficacement les équipements de production sans les démonter. La station NEP permet de réaliser des opérations de nettoyage en utilisant des jets d'eau, de détergents et d'autres produits chimiques appropriés. Elle est composée de trois compartiments : des réservoirs de stockage des solutions de nettoyage, des pompes pour assurer un débit constant des solutions, et un réseau de tuyauterie qui relie les réservoirs de stockage aux équipements de production à nettoyer, présenté sur la figure 1.

I.3.3 Mode fonctionnement de la NEP

La station NEP, fonctionne en préparant des solutions de nettoyage adéquates, telles que de l'eau, des détergents (soude caustique, acide nitrique) et des désinfectants, dans des réservoirs. Ces solutions sont ensuite pompées à travers un réseau de tuyauterie relié aux équipements de production à nettoyer. Le flux des solutions est contrôlé à l'aide de vannes et de raccords pour diriger le nettoyage vers les zones spécifiques. Des buses de pulvérisation positionnées stratégiquement émettent des jets d'eau puissants qui éliminent les résidus, les dépôts et les contaminants des surfaces. Des produits chimiques peuvent également être introduits pour dissoudre les dépôts tenaces et éliminer les organismes indésirables. Les paramètres de nettoyage, tels TACT, sont programmés dans un système de commande centralisé. Après le nettoyage, un rinçage final est effectué avec de l'eau propre pour assurer la propreté des surfaces. Ce mode de fonctionnement automatisé permet un nettoyage efficace et réduit les risques de contamination manuelle.

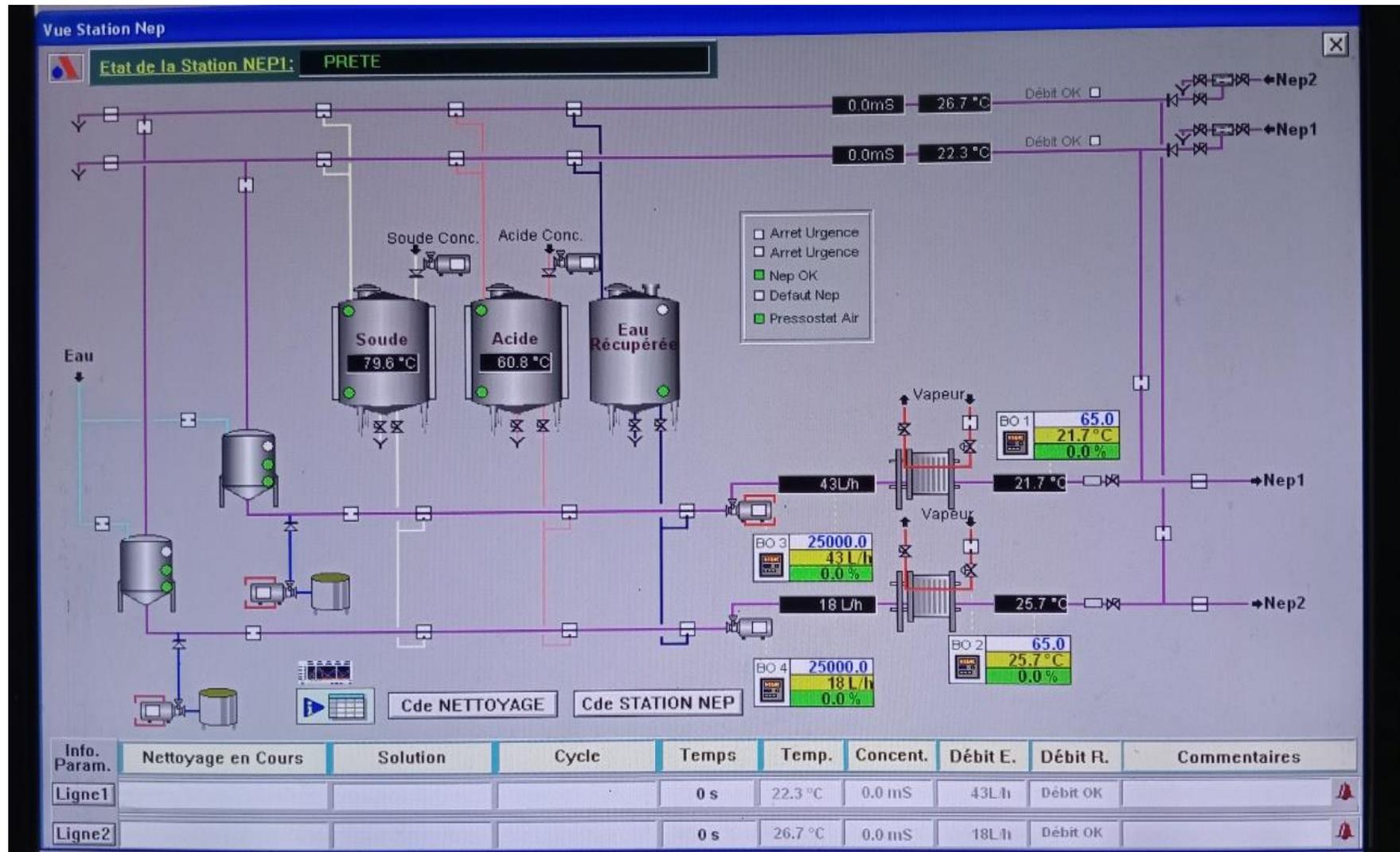


Figure 2 : Schéma représentatif de différent compartiment et phase de la station NEP

I.4 Les produits en circulation de NEP

L'acide et la soude constituent les deux solutions ou produits en circulation d'un NEP.

I.4.1 Acide et Soude

I.4.1.1 Contrôle visuel

➤ **Principe**

Pour effectuer un contrôle visuel de l'échantillon de solution, il est important de l'examiner attentivement en portant une attention particulière aux caractéristiques visuelles importantes. Cela comprend la clarté de la solution, sa couleur, la formation de mousse et d'autres signes visuels significatifs.

I.4.1.2 Détermination de la concentration

➤ **Principe**

La détermination de la concentration des solutions acide et basique inconnues est réalisée par titration acido-basique en réagissant avec une solution de concentration connue, tout en surveillant le point d'équivalence à l'aide d'un indicateur coloré.

➤ **Mode opératoire**

Il s'agit d'ajouter progressivement la solution de soude dans la solution d'acide nitrique dilué en mélangeant constamment jusqu'à ce que la solution devienne rose, ce qui indique que le point d'équivalence est atteint, alors que pour la soude c'est une décoloration. Le volume de la soude versée, noté V, est enregistré.

➤ **Expression des résultats**

Tableau VI : Expression des résultats de concentration soude/acide

ACIDE	SOUDE
- V : le volume de la soude versé en (ml) - [HNO3] (%volumique) = $V * 0,63$	-V : le volume de la soude versé en (ml) -[NAOH] (% volumique) = $V * 0,8$

I.4.1.3 Conductivité 25C°

➤ **Principe**

La conductivité est une mesure de la capacité d'un matériau à permettre le passage du courant électrique à l'aide d'un conductimètre modèle (HANA) étalonné.

I.4.2 Désinfectant

I.4.2.1 Contrôle visuel

Il s'agit d'un contrôle à l'œil de l'état de transparence de la solution détergente.

➤ **Principe**

Par examen attentif de l'échantillon de solution, en portant une attention particulière aux caractéristiques visuelles importantes, telles que la clarté, la couleur, la formation de la mousse, etc.

I.4.2.2 Détermination de la concentration

➤ **Principe**

Dosage de solutions d'OXYANIOS 5 de désinfectant par détermination successives du peroxyde d'hydrogène et de l'acide peracétique.

➤ **Mode opératoire**

• **Dosage du peroxyde d'hydrogène**

Dans un Erlen Meyer de 250 ml, 10 ml à 1 % de la solution d'oxyanios 5 à doser sont introduits. 50 ml d'eau distillée et 1 ml d'acide sulfurique à 96 % sont ajoutés. La titration est effectuée immédiatement avec la solution de permanganate de potassium à 0.1 N. Le virage de l'incolore au rose pâle indique la fin du dosage.

• **Dosage de l'acide per acétique**

Pour poursuivre le dosage, 1 g d'iodure de potassium est ajouté immédiatement après la fin du premier dosage. La titration est effectuée avec la solution de thiosulfate de sodium à 0.01. Le virage du brun à l'incolore indique la fin du dosage.

➤ **Expression des résultats**

Le taux D'OXYANIOS 5 dans la solution est calculé à partir de la concentration en acide per acétique et donné par l'expression suivante :

- $X = (V \times 0,83 / PE)$
- **X** : pourcentage d'OXYANIONS 5.
- **V** : volume de thiosulfate de sodium 0.01 N nécessaire au dosage de l'acide per acétique (ml).
- **PE** : prise d'essai (10 ml).

I.4.2.3 Mesure du pH

Le pH est une mesure de l'acidité ou de la basicité d'une solution. Le pH mesure l'activité des ions H⁺ et va de 0 à 14. à l'aide d'un pH-mètre.

I.4.3 Eau De Rinçage Finale

Les analyses des rinçages finals sont une étape importante pour vérifier l'efficacité du nettoyage et s'assurer de l'absence de résidus ou de contaminants après le processus de nettoyage. Voici quelques étapes à suivre pour effectuer ces analyses :

Eau de rinçage finale	Conductivité	pH	ATP-métrie	Aspecte
Analyse des eaux	A l'aide de conductimètre à 25C°	pH-mètre	ATP-métrie	Visuel : Clair

I.4.3.1 Analyses physicochimiques

- ATP-métrie

À l'aide d'un ATP-mètre de modèle Hygiène, on mesure l'ATP, qui est une méthode utilisée pour détecter et quantifier l'adénosine triphosphate (ATP) dans un échantillon. L'ATP est une molécule présente dans toutes les cellules vivantes et est une source d'énergie essentielle pour de nombreuses réactions biologiques.

➤ Principe

L'ATP-métrie repose sur l'utilisation d'une enzyme appelée luciférase, qui catalyse la réaction entre l'ATP et la luciférine, produisant de la lumière. La quantité de lumière générée est proportionnelle à la quantité d'ATP présente dans l'échantillon.

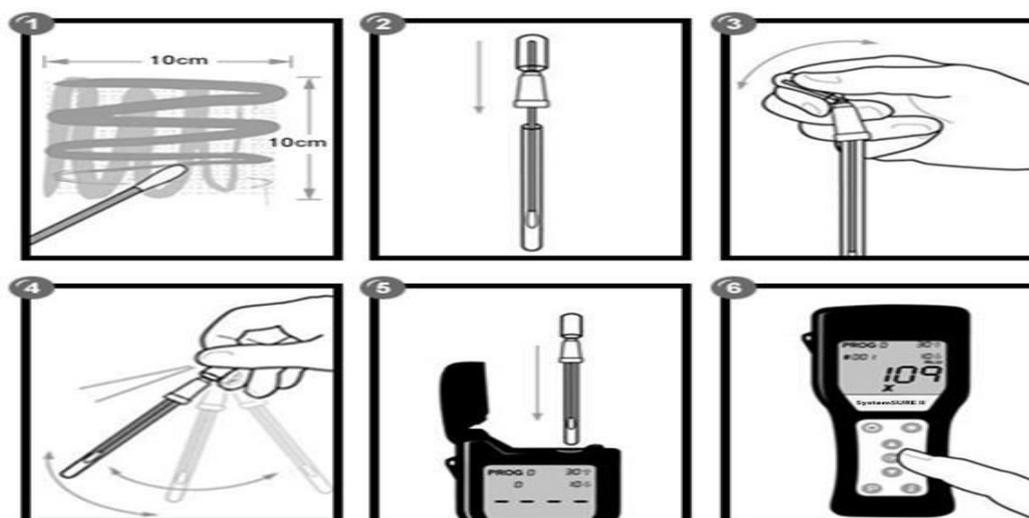


Figure 3 : Procédure appropriée d'échantillonnage

➤ **Mode d'opérateur**

L'emplacement à tester est identifié et le luminomètre est allumé. Un échantillon est prélevé avec l'écouvillon dans une zone de 10 x 10 cm en effectuant des mouvements latéraux et de haut en bas. L'écouvillon est replacé dans le tube d'écouvillon. Une fois activé, le test doit être lu dans les 60 secondes. Pour l'activer, la valve en plastique est cassée en pliant l'ampoule et la poire est pressée deux fois pour expulser le liquide. L'écouvillon est baigné dans le liquide en le secouant doucement pendant 5 à 10 secondes. L'ensemble du dispositif de test est placé dans le luminomètre et le couvercle est fermé. En tenant le luminomètre en position verticale, « OK » est appuyé pour lancer la lecture. Le résultat du test apparaît à l'écran dans 15 secondes.

Tableau VII : Limites générales de réussite/avertissement/échec

RLU	Pass	Caution	Fail
SystemSUREPlus	10	11–29	30
EnSURE	20	21–59	60

I.4.3.2 Analyses microbiologiques

• **Dénombrement des flores microbiennes**

Préparation des dilutions à partir du rinçage initial + l'eau physiologique.

➤ **Principe**

Il s'agit de la numération des microorganismes sur le milieu PCA par étalement ou ensemencement en profondeur des différentes dilutions de la suspension bactérienne.



Résultats et discussions

II. Résultats et discussions

II.1 Analyses physico-chimiques

II.1.1 Station NEP1 et NEP2

➤ Résultat de l'acide

Les résultats de la concentration et de la conductivité de la solution acide des deux stations NEP1 et NEP2 sont représentés dans les figures 4 et 5 respectivement.

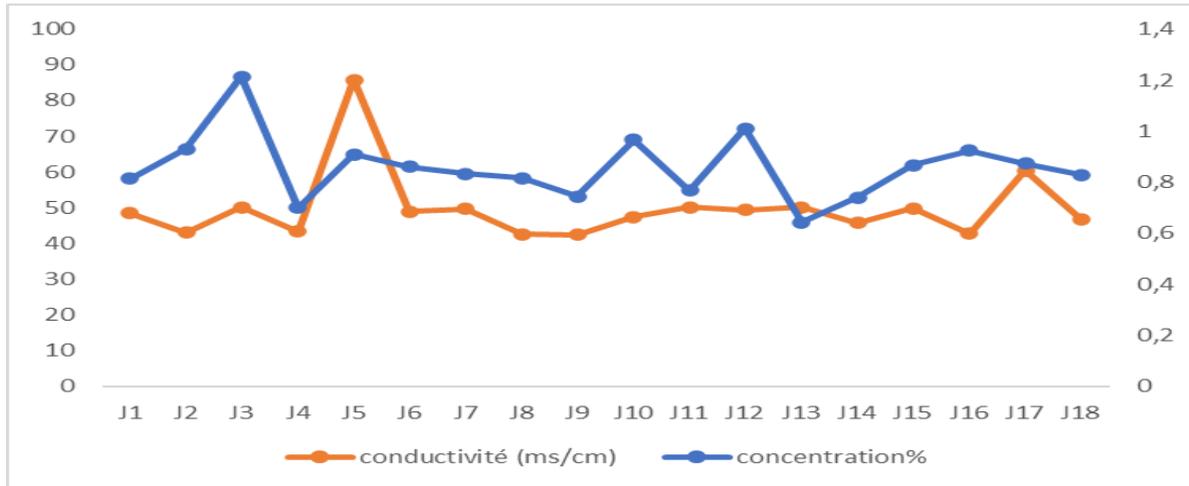


Figure 4 : Résultat de l'acide NEP1

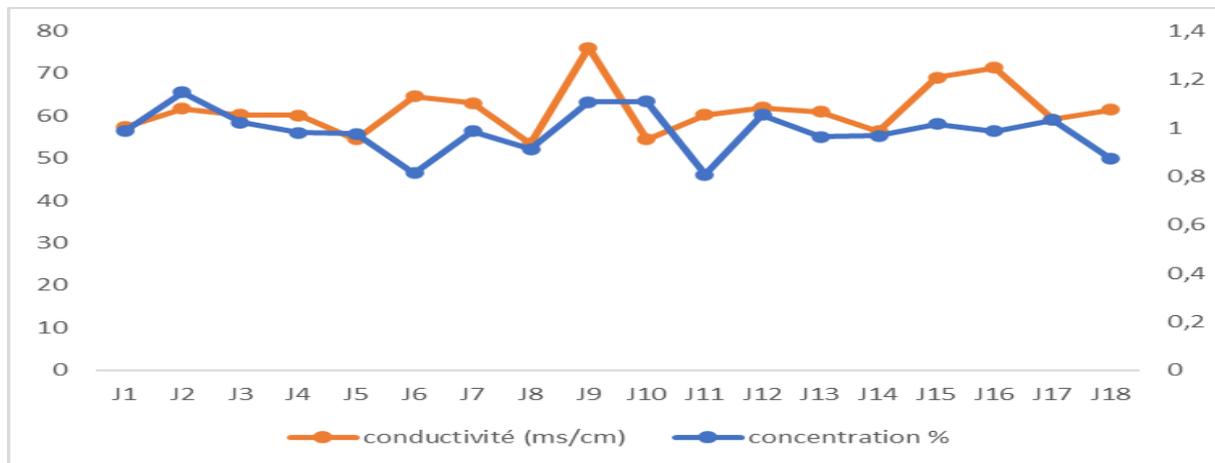


Figure 5 : Résultat de l'acide NEP2

La concentration de la solution acide varie entre (0.7% et 1.2%), et la conductivité varie de (42 mS/cm) à (87mS/cm). Ces résultats montrent que les valeurs de la concentration et de la conductivité suivent la même cinétique.

Les concentrations de la solution détergente acide ainsi trouvées, sont en adéquation avec la norme de l'entreprise, ce qui confirme que cette solution peut être utilisée en circulation lors du nettoyage dans les deux stations NEP1 et NEP2.

➤ **Résultat de la soude**

Les figures 6 et 7 illustrent les résultats obtenus de la détermination de la concentration ainsi que de la conductivité de la soude dans les deux stations NEP1 et NEP2 respectivement.

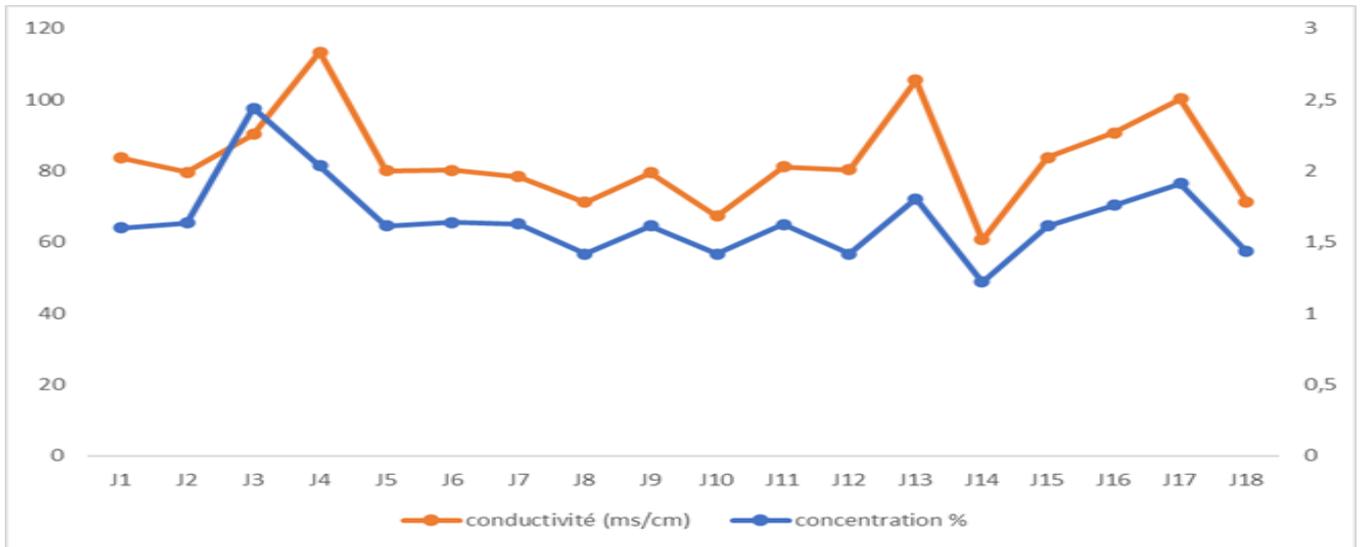


Figure 6 : Soude de la NEP1

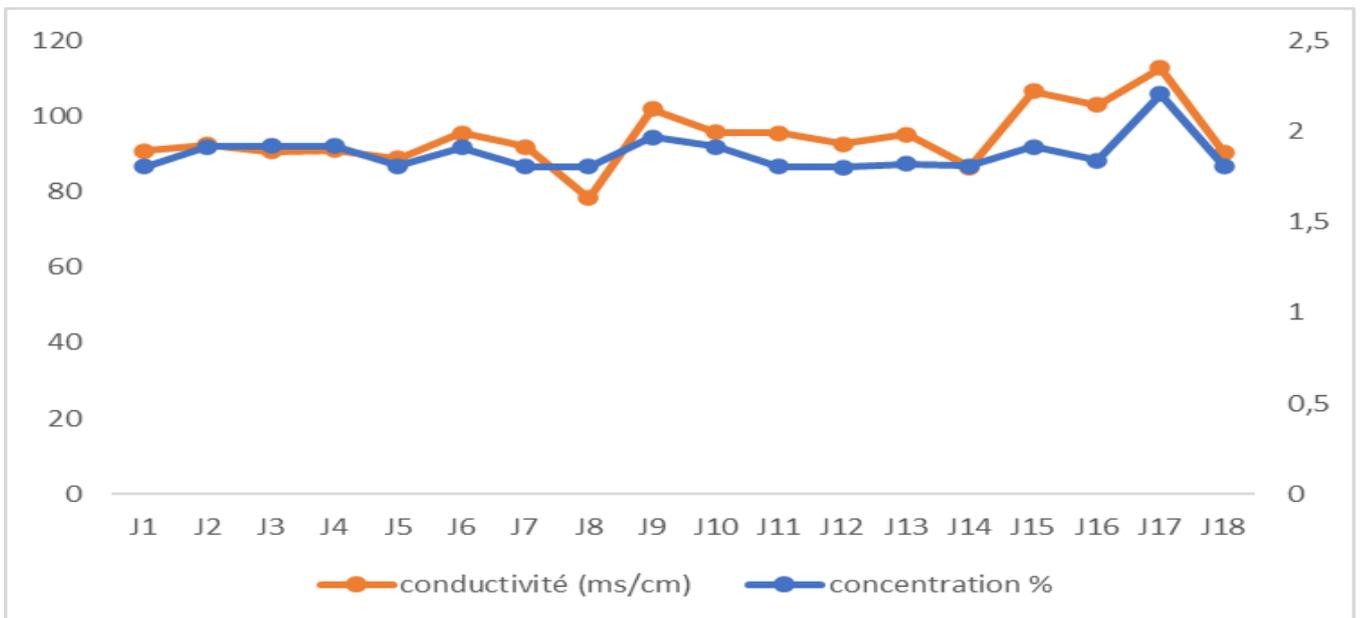


Figure 7 : Soude de la NEP2

On remarque des variations de valeur entre $1,6 \pm 0,2$. Ce qui indique la conformité de la solution. Cependant, certains jours, on observe une surconcentration et une augmentation de conductivité, due à la non-régénération des stations.

II.2 Suivi l'efficacité des programmes de nettoyage

Les résultats du suivi de l'efficacité des programmes de nettoyage des paramètres consignes du TACT des différents tanks ainsi que du stérilisateur et la conditionneuse sont représentés dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Paramètre consigne du TACT (CPR, UHT, TT2, FLEX 18, SPEED).

Objets	Programme	Température	Action mécanique (L/H)	Concentration	Temps de contact (Secs)
CPR	Soude	$80C^{\circ} \pm 10C^{\circ}$	33000 ± 2000	$1,6 \pm 0,2$	600
	Acide	$60C^{\circ} \pm 5C^{\circ}$	33000 ± 2000	$1 \pm 0,2$	300
	Disinfectants	Ambiante	33000 ± 2000	$0,5 _ 1$	900
UHT, TT2	Soude	$80 \pm 10C^{\circ}$	25000 ± 2000	$1,6 \pm 0,2$	600
	Acide	$60 \pm 5C^{\circ}$	25000 ± 2000	$1 \pm 0,2$	300
	Désinfectant	Ambiante	25000 ± 2000	$0,5_ 1$	900
FLEX18	Soude	140	23000 ± 2000	$2 \pm 0,2$	1800
	Acide	90	23000 ± 2000	$1,2 \pm 0,2$	1200
Speed	Soude	80	13000 ± 2000	$1,8 \pm 0,2$	1080
	Acide	60	13000 ± 2000	$1,2 \pm 0,2$	600

*CPR : tanks de reconstitutions, *UHT : circuit de réception, *FLEX 18 : Stérilisateur, *SPEED : conditionneuse. *TT : Tank Tampon.

II.2.1 Suivre des paramètres TACT affichées

Les tableaux ci-dessous présentent le suivi des paramètres TACT pour différentes phases du processus de nettoyage et de désinfection (NEP). Les paramètres sont mesurés et enregistrés lors des différentes étapes du processus, et les valeurs sont affichées pour les différents objets CPR et UHT TT2, FLEX18, Speed.

Tableau IX : Suivi des paramètres affichés CPR

Phase NEP	T : Température			A : Action mécanique débit (l/h)			C : Conductivité affiché (mS/cm)			Temps de contact (sec)
	CPR2	CPR4	CPR5	CPR2	CPR4	CPR5	CPR2	CPR4	CPR5	
Objets										
Soude début	71,5	72,6	81,3	33012	33957	32983	96,7	91,8	89,9	0
Milieu	74,4	74,6	74,3	32994	33698	32946	92,04	88,72	86,6	300
Fin soude	74,4	75	81,3	33016	33994	33027	95,12	86,02	83,1	600
Début acide	62,3	61,5	65,6	32954	32972	32961	63,75	60,51	68,1	0
Milieu	64,5	64,4	66,8	33053	33012	32957	65,41	58,78	65,7	150
Fin acide	65	64,8	67,6	32990	32928	32946	66,84	60,6	64,3	300
Milieu désinfectant	33,1	/	34,2	32961	/	32917	/	/	/	450
Fin désinfectant	34,8	/	35,6	33016	/	33005	/	/	/	900
Rinçage finale	26,3	31,7	30,3	32978	32990	33646	/			

Tableau X : Suivi des paramètres affichés UHT et TT2

Phase NEP	T: Température			A : Action mécanique débit (l/h)			C : Conductivité affiché (mS/cm)			Temps de contact (sec)
	UHT1	UHT3	TT2	UHT1	UHT3	TT2	UHT1	UHT3	TT2	
Objets										
Soude début	81,7	89,6	81,8	24323	24362	24393	142,9	153,5	154,9	0
Milieu	82,5	90,1	82,9	24899	24883	24860	151,9	152,7	152,7	300
Fin soude	83,1	86,6	83,4	24475	24765	25021	153,9	147,8	153,2	600
Début acide	58,2	66,6	59,9	24600	23977	24323	64,4	69,5	60,1	0
Milieu	60	68,2	63,2	24860	24772	24672	65,3	72,3	70,9	150
Fin acide	62	69,2	63,9	24450	24840	24879	70	72,9	69,7	300
Milieu désinfectant	20,2	19,7	21,3	25130	24438	25018	/	/	/	450
Fin désinfectant	20,2	20,6	22,7	25321	24899	25014	/	/	/	900
Rinçage finale	21,2	18,5	19,5	25113	25025	24784	/			

Tableau XI : Paramètres affichés TACT FLEX 18

Phase	Temps	Température	Débit	Conductivité
Soude	1620	140,1	22977	9,4
	1440	140,1	22989	8,9
	1260	139,9	23016	9,8
	1080	140,3	23004	10,1
	900	140	23057	9
	720	139,7	23035	10,7
	540	139,5	23012	7,9
	360	139,6	23048	8,9
	180	140	23075	7,6
	0	140	23112	7,8
Acide	1080	84,6	23088	1,5
	960	91,9	23030	5,6
	840	85,8	23114	1,7
	720	85	22986	4,6
	600	85	22964	6,5
	480	86,5	23006	2,8
	360	84,5	22995	5,6
	240	85,8	23005	2,9
	120	83,9	22896	4,1
	0	84	22662	5,5

Tableau XII : Paramètres affichés speed

Phase NEP	Température (°C)	Action mécanique débit (L/H)	Conductivité (mS/Cm)	Temps De contacte (min)
Début soude	84	13430	79	18
Milieu	82	13098	73	9
Fin soude	82	13021	85	0
Début acide	65	13445	58	10
Milieu	64	13394	58	5
Fin acide	64	13370	60	0
Rinçage final	20°C	12940	0.3	/

D'après les résultats obtenus des suivis des paramètres TACT du NEP des différents objets, nous avons constaté que la plupart des paramètres affichés se situent dans les plages de consigne spécifiées, à l'exception de la température (T) dans la phase soude des objets UHT1, UHT3 et TT2 qui est supérieure à la consigne plafonnée à 80°C. Tandis que dans les CPR2,

CPR4 et CPR5, nous avons noté des fluctuations de ce paramètre, qui dans certains cas dépasse la consigne. Ces résultats restent néanmoins conformes à la norme de l'entreprise. Cependant, la conditionneuse et le FLEX présentent des variations de ces paramètres qui sont dans des plages.

II.2.2 Détermination des paramètres mesurés

Le paramètre mesuré représente la concentration et la conductivité calculées et vérifiées au niveau de laboratoire mentionné dans les tableaux XIII, XIV, XV et les figures 4 et 5.

Tableau XIII : Tableau représentatifs des paramètres mesurés UHT

Phase NEP	Concentration (%)			Conductivité (mS/cm)			pH			Couleur
	UHT1	UHT3	TT2	UHT1	UHT3	TT2	UHT1	UHT3	TT2	
Objets										Clair
Soude début	1,69	1,65	1,81	77,4	78,3	80,2				
Milieu	1,61	1,65	1,79	76,9	77,8	77,9				
Fin soude	1,61	1,64	1,85	77,2	78,5	77,7				
Moyenne	1,63 6	1,64	1,81	77,16	78,2	78,6		/		
Début acide	0,78	0,94	0,91	40,6	48,5	49,2				
Milieu	0,72	0,81	1	43,6	50,3	49,9				
Fin Acide	0,61	0,98	0,87	45,4	49,5	49,5				
Moyenne	0,70 3	0,91	0,92	43,2	49,43	49,53				
Milieu désinfectant	0,65	0,99	0,99	/			3,7	3,9	4,1	
Fin désinfectant	0,61	0,91	1,07				3,8	3,8	3,9	
Moyenne	0,63	0,95	1,03				/	/	/	

Tableau XIV : Paramètres mesurés des CPR

Phase NEP	Concentration (%)			Conductivité (mS/Cm)			pH			Couleur
	CPR2	CPR4	CPR5	CPR2	CPR4	CPR5	CPR2	CPR4	CPR5	
Objets										Clair
Soude début	1,82	1,81	1,89	80,1	95,1	79,8				
Milieu	1,84	1,8	1,91	80,5	94,7	79,4				
Fin soude	1,83	1,82	1,87	80,2	94,4	80,2				
Moyenne	1,83	1,81	1,89	80,2 7	94,7 3	79,8		/		
Ecartype	0,01	0,01	0,02	0,21	0,35	0,4				
Début acide	1	0,98	1	53	46,6	54,1				
Milieu	0,98	1	1,12	53,2	62,5	56,1				
Fin acide	1	1,1	1,1	53,4	63,6	56,7				
Moyenne	0,99 3	1,03	1,07	53,2	57,5 7	55,6 3	/	/	/	
Ecartype	0,01	0,06	0,06	0,2	9,51	1,36	/	/	/	
Milieu désinfectant	0,88	0,82	0,91				2,7	/	2,6	
Fin désinfectant	0,82	0,91	0,59		/		2,6	/	2,7	
Moyenne	0,85	0,86	0,75				/	/	/	
Ecartype	0,04	0,06	0,22				/	/	/	

Les résultats de l'analyse physicochimique réalisés par titration révèlent que toutes les concentrations mesurées sont conformes aux recommandations de l'entreprise.

- **Suivi Paramètres mesurés FLEX18**

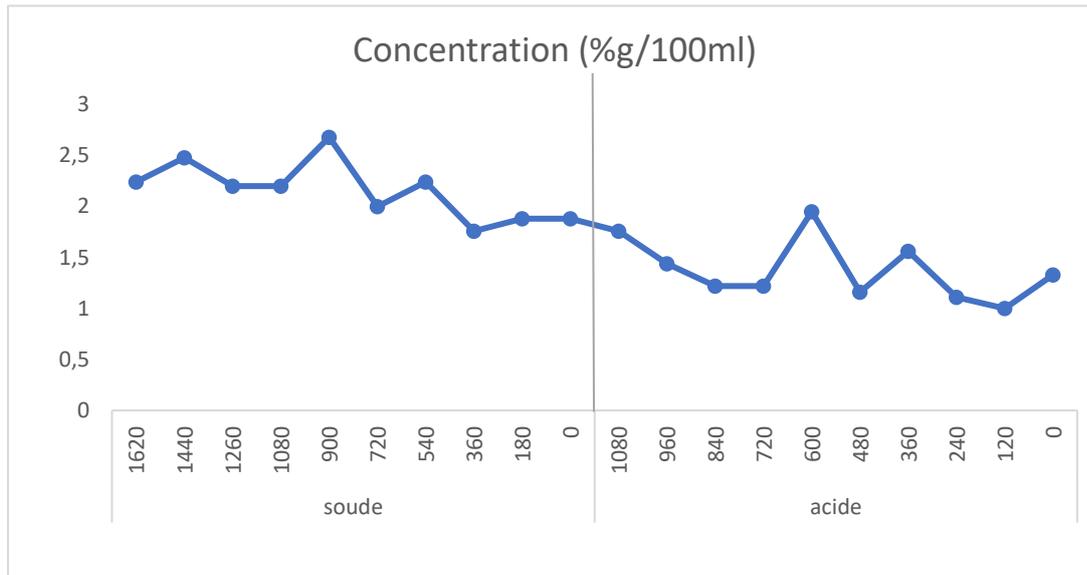


Figure 8 : Résultats de concentration soude/acide de FLEX 18

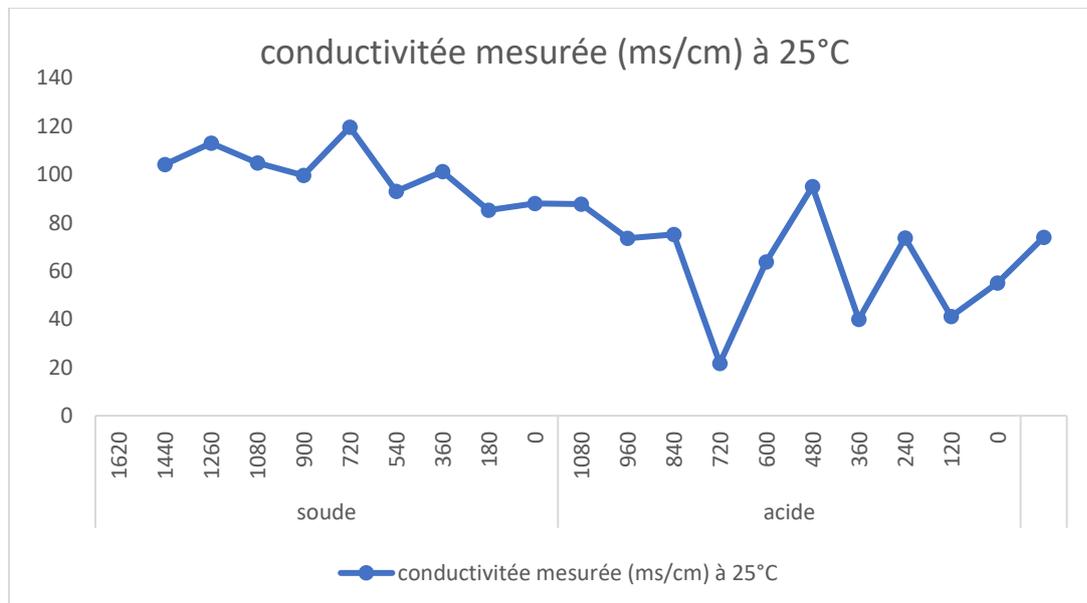


Figure 9 : Résultats de la conductivité soude/acide de FLEX 18

En analysant ces résultats on peut observer que les valeurs suivies sont très proches des valeurs consigne dans la plupart des cas. Cela suggère que le programme fonctionne correctement et est capable de maintenir les paramètres requis stables durant les cycles.

Cependant, il est important de noter que les différences entre les valeurs de consigne et les valeurs suivies sont légèrement variables d'une phase à une autre.

➤ Phase soude

Les valeurs de la conductivité mesurées augmentent progressivement au fur et à mesure de l'écoulement du temps, passant de 104,11 mS/cm à 1620s à 119,61 mS/cm à 900s, puis

diminuent légèrement à 92,99 mS/cm à 720s. Cela est en relation avec l'injection de la soude qui a provoqué une augmentation de la concentration présente au début du processus de nettoyage.

Les concentrations mesurées varient entre 2,2% g/100ml et 2,68% g/100ml, restant généralement proches de la concentration initiale de 1,8% g/100ml.

➤ **Phase acide**

Les valeurs de conductivité mesurées montrent une variation plus marquée. La conductivité diminue de manière significative à 840s (21,72 mS/cm) et se maintient à des niveaux relativement bas jusqu'à 600 s (95,01 mS/cm). Ensuite, elle diminue à nouveau à 39,91 mS/cm à 480s et remonte légèrement à 73,71 mS/cm à 360s.

Les concentrations mesurées varient entre 1,0% g/100ml et 1,95% g/100ml, avec une chute marquée à 840s (1,22% g/100ml). Ces valeurs sont proches de la consigne de concentration de 1,2±0,2% g/100ml.

On observe que les résultats du suivi sont conformes aux valeurs consignées pour la plupart des paramètres mesurés, avec une diminution des résidus et contaminants au fil du temps.

Cependant, pour la phase soude, les mesures se rapprochent des consignes TACT, ce qui suggère une bonne conformité et efficacité du nettoyage.

Pour la phase acide, les mesures montrent des écarts par rapport aux consignes TACT, indiquant une moindre efficacité du nettoyage avec l'acide.

Tableau XV : paramètres mesurée Speed

Phase NEP	Concentration (%)	Conductivité (mS/cm)	Aspect
Début soude	1,6	64,5	Normal
Milieu	1,76	67,9	
Fin soude	2,08	71,1	
Moyenne	1,81	67,83	
Ecartype	0,24	3,3	
Début acide	1,13	61,8	
Milieu	1,19	66,7	
Fin acide	1,19	68,2	
Moyenne	1,17	65,56	
Ecartype	0,03	3,34	

En analysant ces résultats, on peut observer que : Les concentrations de soude et d'acide augmentent progressivement au cours du processus de nettoyage. Et la conductivité augmente également avec l'augmentation de la concentration des solutions de nettoyage. En comparant les valeurs des consignes avec les paramètres mesurés, nous pouvons constater que pour les phases soude et acide, les valeurs des concentrations et de la conductivité mesurée sont globalement conformes aux consignes. Cela suggère une bonne efficacité du nettoyage.

II.2.3 Résultats d'analyses des eaux rinçages finals

II.2.3.1 Résultats d'analyse physico-chimique

Le tableau suivant présente les résultats des analyses physico-chimiques des eaux de rinçage finaux pour différents objets. Les paramètres analysés comprennent le pH, l'ATP-métrie et l'aspect visuel des eaux de rinçage.

Tableau XVI: : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux de rinçage finals

Objets	pH	ATP-métrie	Aspect
CPR2	7	0	Normal
CPR4	7,06	0	
CPR5	7	0	
UHT1	7,1	0	
UHT3	7	0	
TT2	7	0	
FLEX18	6,8	0	
Speed	7,15	0	

Il ressort de ces analyses que le rinçage final semble satisfaisant, avec des mesures de conductivité, de pH et d'ATP-métrie qui affirment l'absence des traces des substances chimiques dans l'objet nettoyé, indiquant un bon niveau de propreté, qui confirment l'absence totale des toutes cellules vivantes.

II.2.3.2 Résultats d'analyse micro biologique avant et après le NEP

Le tableau ci-dessous présente les résultats des analyses microbiologiques effectuées avant et après le processus de NEP pour différents objets.

Tableau XVII : Résultats d'analyse micro biologique avant et après le NEP

GT		
Objet	Avant	Après
CPR2	2X10 ³	abs
CPR4	1,2X10 ⁴	abs
CPR5	4X10 ³	abs
UHT1	2 X 10 ³	abs
UHT3	4.2X10 ⁶	abs
TT2	2,04 X 10 ⁵	abs
FLEX 18	2,04X10 ³	abs



Figure 10 : Photographie des boites avant et après analyse microbiologique

Les résultats obtenus par la méthode de dénombrement microbien classique ont révélé l'absence complète de micro-organismes, plus précisément des germes totaux (GT). Ces résultats démontrent de manière concluante l'absence totale de tout type de germes indésirables, par ailleurs les résultats obtenus grâce à l'ATP-métrie sont en parfait accord avec cette constatation. Cela signifie que les procédures de nettoyage et de désinfection mises en place sont efficaces et qu'il n'y a aucun risque de contamination par des micro-organismes pathogènes. Ce qui est essentiel pour la confirmation de cette absence de micro-organismes nuisibles est d'une importance capitale pour garantir des conditions sanitaires optimales et hygiéniques.

II.2.4 Contrôle physique

➤ Avant NEP

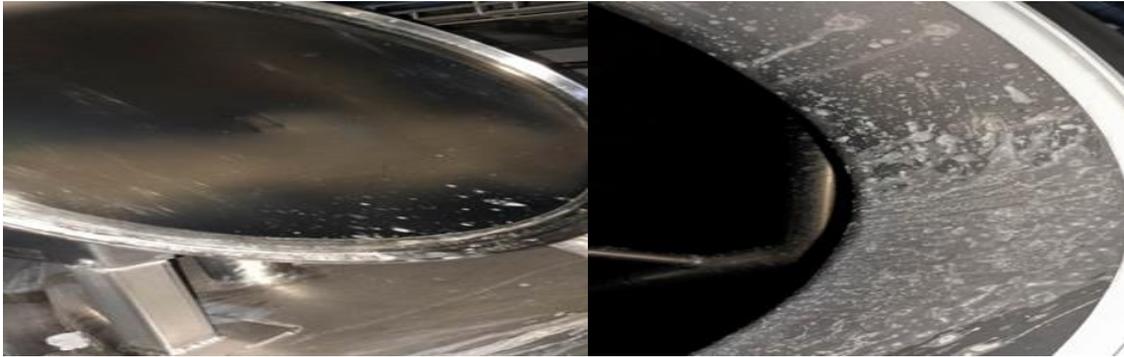


Figure 11 : Figure représentatif de l'état physique de CPR

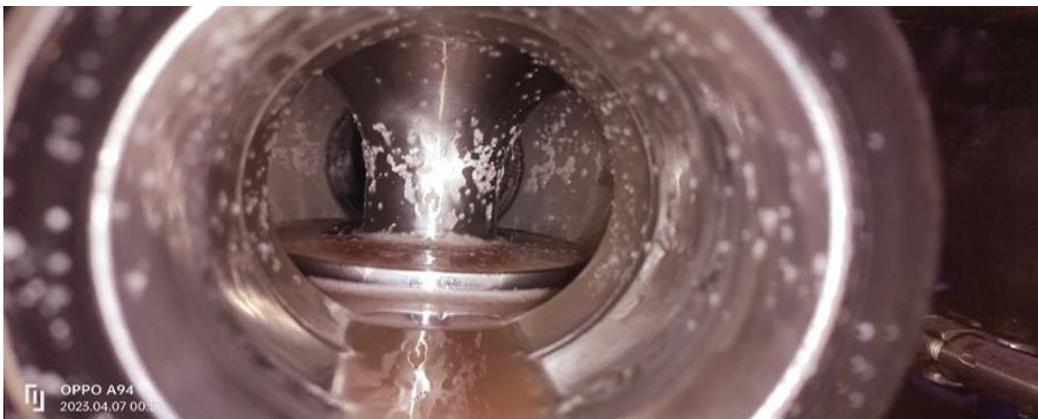


Figure 12 : Figure représentatif de l'état physique de UHT

Les figures 10 et 11 mettent en évidence l'état physique des CPR et des UHT après un cycle de production. On observe une présence légère de dépôts de résidus de lait sur les parois des objets. La présence de ces résidus de lait peut favoriser la croissance de bactéries, de levures ou d'autres micro-organismes.

➤ **Après NEP**

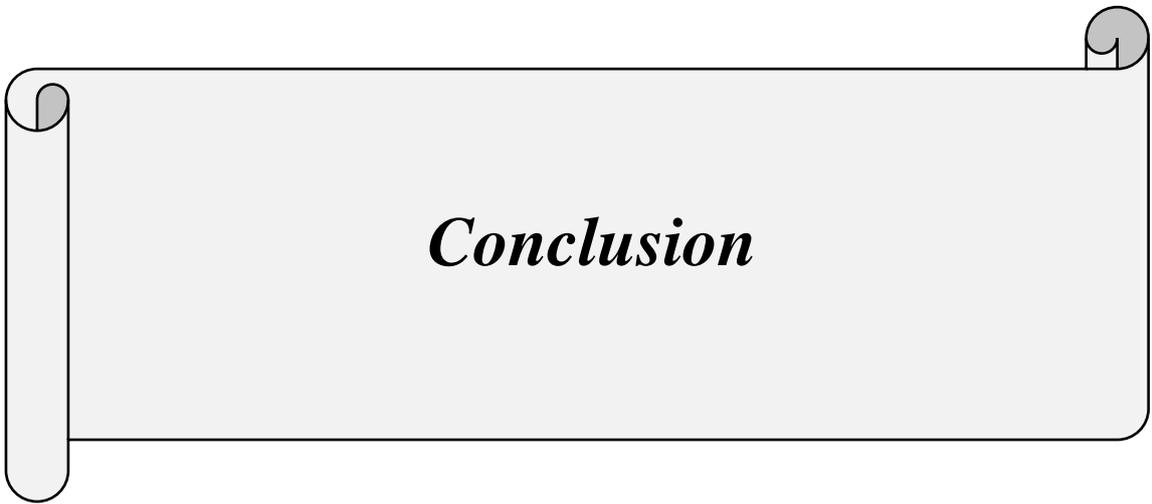


Figure 13 : Photographie de CPR



Figure 14 : Photographie de l'UHT.

Après le NEP, il est remarquable que l'état des objets soit bien nettoyé, présentant un aspect propre et brillant. Cette observation indique l'efficacité du processus de nettoyage et suggère que les étapes mises en place ont été réalisées avec succès. Lorsque les objets sont propres et brillants après le NEP, cela indique que les résidus, les saletés et les micro-organismes ont été éliminés. Cela contribue à maintenir un environnement hygiénique et à réduire les risques de contamination croisée.



Conclusion

Conclusion

Au terme de notre stage réalisé au sein de Tchiv/Lait Candia, nous avons contribué au suivi de l'efficacité du nettoyage utilisé dans le processus NEP et l'analyse de leur conformité par rapport aux consignes spécifiées, en s'appuyant sur l'importance du nettoyage en place dans le but de préserver l'hygiène des installations et des équipements.

Les résultats obtenus ont démontré la conformité de la concentration de l'acide aux normes de travail de l'entreprise, néanmoins la présence d'une faible anomalie au niveau de la soude peut être due à des causes multiples dont des actions correctives doivent être prises en considération afin d'éviter cette déviation. Par conséquent, l'utilisation de ce programme avec les paramètres du TACT programmés est validée.

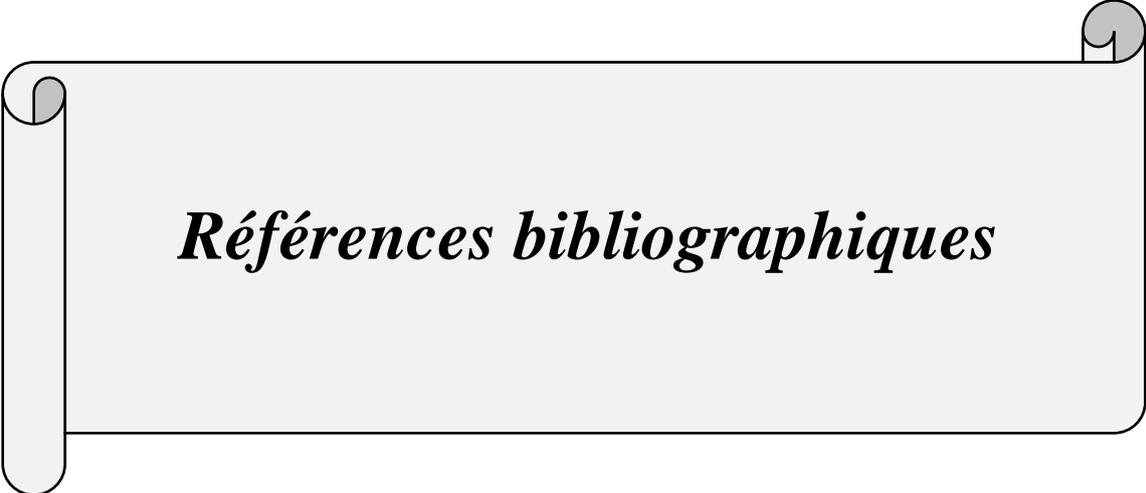
Les résultats des analyses microbiologiques notent une absence totale des germes recherchés, ce qui est conforme à la réglementation et aux normes de l'entreprise.

Il est important de souligner que le nettoyage en place est une étape critique dans l'industrie laitière pour garantir la sécurité et la qualité des produits. Des paramètres de nettoyage appropriés et conformes aux consignes sont essentiels pour éliminer les résidus et les contaminants potentiellement dangereux.

Une attention particulière doit être accordée à l'efficacité du nettoyage en place dans l'industrie laitière. En respectant les consignes de nettoyage, en surveillant et en ajustant les paramètres de manière adéquate, les entreprises laitières pourront maintenir des conditions d'hygiène optimales, minimiser les risques de contamination et garantir la qualité et la sécurité des produits.

À la lumière de ces résultats, il serait judicieux à l'industrie laitière de mettre en place des mesures de suivi et de contrôle plus rigoureuses pour s'assurer que les paramètres de nettoyage sont maintenus dans les plages de consigne recommandées ; cela pourrait inclure :

- Des procédures de vérification régulières ;
- Des calibrations d'équipements, des formations des opérateurs.
- Une surveillance continue des performances du système NEP des produits laitiers destinés à la consommation.



Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Amgar, A. (coord.). (1998).** Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires. Condé-sur-Noireau: ASEPT, Tech & Doc. Paris, France. pp. 1–224.
- Bailly, J. (2004).** Stratégie de validation nettoyage en industrie chimique et pharmaceutique. Techniques de l'Ingénieur, P 3 020: 1–18.
- Baricault A. (2014).** Validation de nettoyage dans l'industrie pharmaceutique : cas pratique d'un projet de changement d'agent de nettoyage. Thèse de Pharmacie. Université de Nantes, Faculté de Pharmacie, Nantes, 121 p.
- Benyagoub E. (2019).** Investment challenges in milk sector (Case of a dairy factory in southwest of Algeria): Development prospects. Asian Journal of Dairy and Food Research, 38: 22–27.
- Bourion, F. ; (1998).** Encrasement des surfaces: souillures minérales, organiques et microbiologiques. Paris : Tec & Doc.
- Briandet R. (1999).** Maitrise de l'hygiène des surfaces par la création de biofilms - aspects physico-chimiques. Thèse de Doctorat en Sciences Biologiques Fondamentales et Appliquées. École nationale supérieure agronomique de Rennes (1961-2004), Faculté des Sciences et Techniques, Rennes, 191 p.
- Britz T.J., van Schalkwyk C. et Hung Y.-T. (2004).** Treatment of dairy processing wastewaters. In: Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment. CRC Press, pp. 673-705.
- Dandjinou M.I. (2012).** Validation de nettoyage : enjeux et mise en place. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille, Faculté de Pharmacie, Lille, 152 p.
- Hery, M., Binet, S., Gagnaire, F., Gerardin, F., Hecht, G., et Massin, N. 2003.** Nettoyage et désinfection dans l'industrie agroalimentaire: évaluation des expositions aux polluants chimiques. Documents pour le médecin du travail, 95: 333–350.
- Lapointe-Vignola, C. (2002).** Science et technologie du lait: transformation du lait. Sainte-Foy: Presses inter Polytechnique, Université Laval. Québec, Canada. pp. 1–672.
- Le Petit, L. (2020).** Développement de méthodologie, conception et validation de détergents/biocides pour le nettoyage en place de membranes polymères de l'industrie laitière.

Thèse de Doctorat en Chimie : Procédés et Environnement. Université de Rennes 1, Faculté des Sciences et Technologies, Rennes, 227 p.

Ledoux C. (2014). Analyse de risques appliquée à la validation du nettoyage des équipements de fabrication de médicaments aérosols. Thèse d'exercice de Pharmacie. Université de Nantes, Faculté de Pharmacie, Nantes, 120 p.

Luigi, R. (1998). Réalisation d'un guide de bonnes pratiques d'hygiène: le cas de la boucherie artisanale. Bulletin de l'Académie vétérinaire de France, 151(3): 241–248.

Merchat, M. et Forêt, C. (2021). 9 Les biofilms dans les circuits de refroidissement industriels. In: "Interactions Matériaux-Microorganismes: Bétons et métaux plus résistants à la biodétérioration". Lors, C., Feugeas, F., Tribollet, B. et Marcus, P. (Eds.). EDP Sciences. Paris, France. pp. 191-224.

Naïtali, M., & Briandet, R. (2019). Biofilms - La vie des microbes en société. Quae. Versailles : Quae. pp. 1-120.

Quittet C., Nelis H. (1999). HACCP pour PME et artisans : Secteurs produits laitiers. Gembloux : Presses Agronomiques de Gembloux, Faculté universitaire des sciences agronomiques de Gembloux. Belgique. pp. 495.

Quittet, C., & Nelis, H. (1999). HACCP pour PME et artisans. Gembloux: Les Presses agronomiques de Gembloux. Belgique. pp. 1–240.

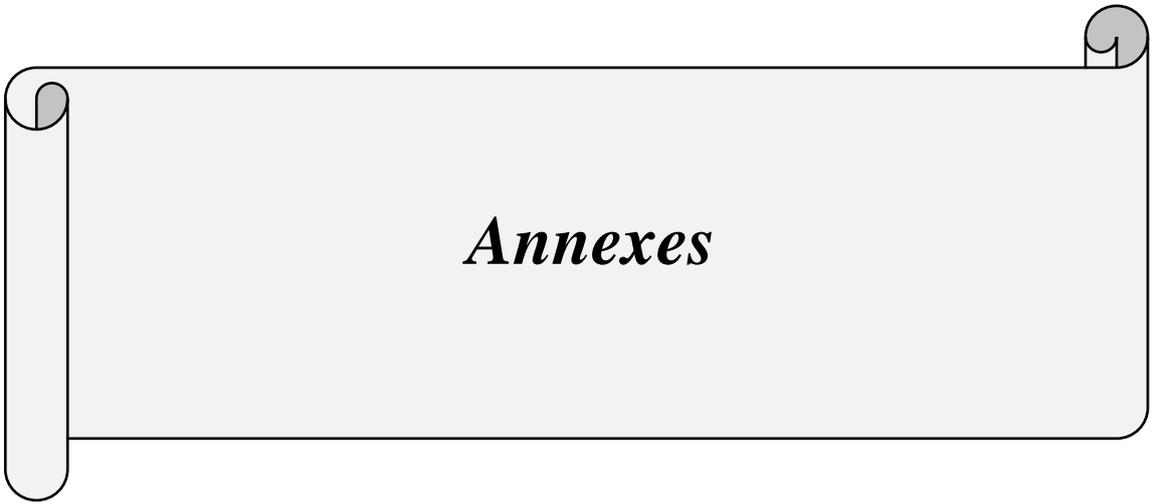
Randriamiharisoa, S. S. (2017). Optimisation des mesures d'hygiène en industrie agroalimentaire. Condé-sur-Noireau : Editions universitaires européennes, OMN.UNIV.EUROPE. Paris, France. pp. 1–136.

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 ». European Scientific Journal ESJ 16 (3): 295-308.

Sylla Y. (2011). Nettoyage en place des lignes agro-industrielles : Etude Cinétique d'élimination des biofilms négatifs au sein des installations fermées dans les industries agroalimentaires. Thèse de Doctorat en Génie des Procédés. AgroParisTech, Institut des Sciences et Industries du Vivant et de l'Environnement, Paris, 221 p.

Tremblay Y.D., Hathroubi S. et Jacques M. 2014. Les biofilms bactériens: leur importance en santé animale et en santé publique. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 78(2): 110-116.

Vuillemard J.-C. (2018). Science et technologie du lait. Québec: Presses de l'Université Laval, INAF. Canada. pp. 867-892.



Annexes

Nettoyage globale d'une conditionneuse

Objet	Type de produit	Détergent concentré	Condition d'utilisation				
			Concentration (Massique)	Température	Temp de contact	Action mécanique	Type de nettoyage
Circuit produit	lait blanc	Soude	3%	80°C	20min	13,000l/h	Station autonome
		Acide	2%	60°C	20min		
UFP , système machoir et élément démontable		Soude Vf09	3%	T° Ambiante	15min	Mousse + action manuelle	Manuel
Canne de remplissage		Désinfectant	0,50%	T° Ambiante	90min	Trempage	Manuel

ANNEX

❖ Protocole pour la détermination de la concentration de l'acide nitrique dilué

▪ Matériels

- Bécher
- Burette graduée de 25ml
- Pipete jaugé de 10ml

▪ Réactifs

- Solution de soude caustique N/2
- Indicateur coloré phénophtaléine

❖ Protocole pour la détermination de la concentration de la soude diluée (1,5%)

▪ Matériels

- Bécher de 100 ml
- Burette graduée de 25 ml
- Pipete jaugée de 10ml

▪ Réactifs

- Solution d'acide sulfurique 1N

- Indicateur coloré phénolphtaléine 0,1%
- Burette de 50 ml
- Becher en verre de 500 ml
- Erlen Meyer de 250 ml
- Gants
- Lunettes de protection
- **Réactifs**
- Acide sulfurique à 96 %
- Solution de permanganate de potassium 0.1 N
- Iodure de potassium
- Solution de thiosulfate 0.01 N
- Eau distillée

Protocole pour l'analyse de désinfectant en circulation :

- **Matériels**
- Burette de 50 ml
- Becher en verre de 500 ml
- Erlen Meyer de 250 ml
- Gants
- Lunettes de protection
- **Réactifs**
- Acide sulfurique à 96 %
- Solution de permanganate de potassium 0.1 N
- Iodure de potassium
- Solution de thiosulfate 0.01 N
- Eau distillée

Tableau XVIII :Suivie des paramètres mesuréesFLEX18

Phase	Min	Conductivité A 25°C (MS/Cm)	Concentration (% /100ml)
Soude	1620	104,11	2,24
	1440	113	2,48
	1260	104,77	2,2
	1080	99,65	2,2
	900	119,61	2,68
	720	92,99	2
	540	101,21	2,24
	360	85,22	1,76
	180	88	1,88
	0	87,71	1,88
Moyenne	/	99,627	2,156
Ecartype	/	11,333	0,285
Acide	1080	73,51	1,76
	960	75,11	1,44
	840	21,72	1,22
	720	63,8	1,22
	600	95,01	1,95
	480	39,91	1,16
	360	73,71	1,56
	240	41,1	1,11
	120	54,98	1
	0	74	1,33
Moyenne	/	61,285	1,375
Ecartype	/	21.781	0 ,302

Résumé

La qualité et l'hygiène des aliments sont des enjeux majeurs dans le secteur agroalimentaire, qui doit faire face aux risques de contamination de diverses sources. Ces risques sont souvent liés à l'insuffisance du plan de nettoyage-désinfection mis en œuvre par les unités de production alimentaire. C'est pourquoi, nous avons participé à l'évaluation du protocole de nettoyage-désinfection en réalisant des audits à l'aide de grilles, des analyses microbiologiques et chimiques afin de mesurer l'efficacité de cette opération au sein d'une unité de production de lait UHT. Les résultats obtenus ont montré que le nettoyage-désinfection était bien réalisé dans cette laiterie, avec un respect des normes d'hygiène et de sécurité alimentaire.

Mots clés : Lait UHT ; Acide ; Soude ; désinfectant ; Eau de rinçage ; Nettoyage en place ; Biofilms.

Absract

Food quality and hygiene are major issues in the food industry, which must face the risks of contamination from various sources. These risks are often related to the inadequacy of the cleaning-disinfection plan implemented by the food production units. That is why we participated in the evaluation of the cleaning-disinfection protocol by conducting audits using grids, microbiological and chemical analyses to measure the effectiveness of this operation within a UHT milk production unit. The results obtained showed that the cleaning-disinfection was well carried out in this dairy, with respect for hygiene and food safety standards.

Keywords: UHT milk; Acid; Soda; Disinfectant; Rinsing water; Cleaning in place; Biofilms.