



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences Alimentaires

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en
Spécialité : Sécurité Agro-Alimentaire et Assurance Qualité
Filière : Sciences Alimentaires
Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Intitulé du mémoire

Validation d'un plan de nettoyage et désinfection d'une ligne de production chez Nestlé Waters Algérie

Présenté par

Boumsied Radia

Arab Manel

Soutenue devant le jury composé de

❖ Dr Ramdane S.	MCA	USDB	Président
❖ Dr Bougherra F.	MCB	USDB	Examineur
❖ Dr Deffairi D.	MCA	USDB	Promotrice
❖ Mr Haouam Y.	Nestlé Waters Algérie		Co-Promoteur

2024/2025

Remerciement

Avant tout développement sur cette expérience il apparait opportun de commencer ce travail par des remerciements

Nous remercions Allah le Tout puissant et le bienveillant, de nous avoir accordés le succès, les bénédictions, la santé et surtout le courage d'accomplir ce travail et que sans lui nous ne serions pas là.

A ceux qui ont eu la gentillesse d'on faire un moment très profitable, Nos collègue, Nos professeurs, toute l'équipe administrative de notre faculté, l'équipe de l'entreprise Nestlé Waters Blida.

Nous souhaitons adresser nos remerciements les plus sincères aux membres du jury qui nous font l'honneur d'évaluer ce travail :

Monsieur REMDANE, Président du jury, pour avoir accepté de présider cette soutenance, pour sa disponibilité, ses remarques pertinentes et ses conseils constructifs.

Monsieur BOUGHERRA, examinateur, pour avoir consacré de son temps à l'étude de notre mémoire et pour la qualité de ses observations et de ses contributions.

A notre Directrice de Recherche Madame DEFFAIRI, sa confiance en nous, sa bienveillance, ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter notre réflexion tout au long de la préparation, la rédaction de ce Modest travail.

Nos vifs remerciements sont principalement destinés à nos petites familles pour nous avoir soutenus tout au long de notre cursus depuis qu'on était petits enfants.

Ce travail n'est pas seulement le fruit de notre travail personnels, nombreux sont ceux qui ont contribué à sa concrétisation. A propos nous remercions tout d'abord Mr DJEZZAR Samir le manager des ressources en eau et de la gestion de l'eau pour nous avoir bien accueilli au sein de l'entreprise dont il assure la responsabilité et le remercie pour sa disponibilité et ses conseils constructifs ainsi sa gentillesse et sa patience.

Nous remercions également notre Co-promoteur Mr HAOUAM Youcef, ingénieur des ressources en eau et traitement des eaux pour son accompagnement, ses conseils précieux et sa disponibilité tout au long de ce travail. Son expertise et son soutien ont grandement contribué à l'enrichissement de ce travail.

Aussi nous remercions Nestlé Water Blida pour nous avoir bien accepté d'effectuer notre stage de fin cycle Master et les employés de l'entreprise pour les conseils qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de notre période de stage.

Enfin nous ne saurons pas terminer sans mentionner ceux qui de près ou de loin ont contribué à notre réussite ; ainsi qu'envers l'ensemble du Jury pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Trouvez en ces mots notre profonde gratitude.



Dédicace

A tous ceux qui sont chers, ceux qui je dois mon succès avec tout mon amour et reconnaissances infinis. À **ma mère**, Tu es le cœur de ma réussite. Tu as affronté seule tant de tempêtes pour m'ouvrir un chemin que je n'aurais jamais pu tracer sans toi. Ton amour est ma lumière, ton sacrifice est mon inspiration. Tu as été mère, père, guide, soutien, et amie. Que Dieu te bénisse et te récompense pour chaque larme, chaque prière, chaque nuit sans sommeil que tu as traversée pour moi.

À **mon père**, Même absent, tu restes une présence. Ton départ a laissé un vide, mais aussi une force : celle de vouloir te rendre fier. Je dédie ce mémoire à ton souvenir, en espérant qu'au-delà de ce monde, tu le vois, tu le ressens. Tu es et resteras à jamais dans mon cœur.

À **mon grand-père "Baba"**, Tu n'es plus là, mais ton empreinte en moi est indélébile. Tu étais bien plus qu'un grand-père, tu as façonné une part essentielle de la personne que je suis aujourd'hui. Ton départ a été une grande douleur, mais je continue d'avancer avec ce que tu m'as légué. Ce mémoire, je te le dédie aussi, avec toute ma tendresse et ma gratitude.

À **mon frère Fayçal**, Mon pilier dans l'ombre. Tu es cette force silencieuse qui me relève quand je tombe, ce regard fier qui me pousse à me surpasser. Sans toi, ce parcours n'aurait pas été le même. Merci de me comprendre sans que je parle, et de toujours croire en moi.

À **toute ma famille**, À vous qui avez cru en moi, même quand moi je doutais. Vos prières, vos encouragements, vos sourires m'ont porté plus que vous ne l'imaginez. Merci à mes tantes, oncles, cousins, cousines, pour chaque mot doux, chaque geste simple, chaque marque d'affection.

À **ma binôme Manel**, Un merci immense pour ton sérieux, ta patience, ton implication et ta bienveillance. Ce mémoire, nous l'avons porté ensemble. Ta présence a transformé les difficultés en force, et les moments de stress en souvenirs inoubliables. Je suis fière d'avoir partagé ce chemin avec toi.

À **mes très chères amies Sara, Sara et Aya**, Merci pour votre présence, vos paroles réconfortantes, vos rires partagés, et vos encouragements sincères. Votre amitié a été un vrai souffle d'oxygène dans cette aventure.

À **mes compagnons à quatre pattes, Anna et Simba**, Merci pour vos câlins silencieux, votre présence douce et apaisante dans les longues nuits d'écriture et de doute. Vous avez été une compagnie fidèle, réconfortante, et pleine de tendresse.

Enfin je dédie ce travail à moi-même, c'est le temps D'y être !

Radia

Dédicace



À mon père,

Gardien de mes rêves, tu m'as appris que chaque pas vers l'avant compte, même les plus timides. Ta force et ton courage m'ont donné des ailes quand mes doutes alourdissaient mon cœur. Merci d'avoir cru en moi, inlassablement.

À ma mère,

Douce lumière de mon existence, ton amour inconditionnel est mon plus grand trésor. Tes mots, tes prières et tes regards ont été mon refuge, mon élan et mon espoir. Rien de tout cela n'aurait été possible sans ton soutien silencieux et profond.

À ma sœur Yousra,

Complice de mes rires, confidente de mes peurs, ton affection est un baume sur mes incertitudes. Merci pour ta tendresse et pour tes encouragements qui ont éclairé mes jours les plus sombres.

À mon frère Ilyes,

Ton humour et ta sagesse m'ont souvent redonné confiance lorsque mes pas tremblaient. Merci pour ton écoute, ta patience et cette bienveillance qui rend tout plus léger.

À mes adorables princesses, Lilya et Ines,

Vos rires cristallins et vos petites mains ont chassé mes nuages. Vous êtes la promesse d'un avenir radieux, et vos sourires m'ont offert une lumière inégalée.

À ma binôme Radia,

Partenaire de chaque instant, amie des batailles et des réussites. Ton soutien et ta complicité ont rendu ce chemin bien plus doux et porteur de sens. Merci d'avoir été ce roc indéfectible.

À mon fiancé,

Merci d'être toujours là pour moi.

À mes amies chères, Sara, Imen et Chourok,

Vous êtes ces étoiles qui veillent dans mes nuits, ces rires qui illuminent mes journées. Merci pour vos présences sincères, vos mots réconfortants et vos silences complices.

Manel

Résumé

Cette étude porte sur la validation des protocoles de nettoyage et de désinfection (CIP – *Cleaning in Place*) appliqués aux lignes de production d'eau de source chez Nestlé Waters Algérie, à Blida. L'étude s'appuie sur les exigences des normes internationales ISO 22000:2018, FSSC 22000, ainsi que sur les référentiels internes du groupe Nestlé.

L'objectif principal était de vérifier l'efficacité des processus de nettoyage dans trois zones critiques de production (la liaison entre le forage et la salle d'eau (tuyauterie), la cuve de stockage de l'eau 810, la ligne de production Ligne E). L'étude, menée sur quatre mois, a combiné des observations sur le terrain, des revues de procédures, des contrôles des URS et des analyses microbiologiques et physico-chimique avant et après nettoyage.

Les résultats ont montré une réduction significative de la charge microbienne après chaque cycle CIP dans les trois zones étudiées, notamment pour des indicateurs tels que les Coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, levures et moisissures.

Des paramètres critiques comme le temps, la température, la concentration et la turbulence ont été rigoureusement suivis, avec des mesures complémentaires (pH, conductivité) confirmant la bonne exécution des étapes.

En conclusion, la validation d'un plan de nettoyage efficace et conforme repose sur une approche méthodique, des outils bien définis, ainsi qu'une culture d'entreprise axée sur la qualité, la sécurité et la performance durable. Elle ne constitue pas une finalité en soi, mais s'intègre pleinement dans une démarche d'amélioration continue. Ce processus s'aligne étroitement avec les principes des gestions des risques, de traçabilité et de sécurité sanitaire des aliments, tels que prévus par les normes ISO 22000 et FSSC 22000.

Mots clés : Cleaning in place, Désinfection, FSSC 22000 V6, ISO 22000 :2018, Plan de nettoyage, Validation.

Summary

This study focuses on the validation of cleaning and disinfection protocols (CIP – Cleaning in Place) applied to spring water production lines at Nestlé Waters Algeria, in Blida. The study is based on the requirements of international standards ISO 22000:2018, FSSC 22000, as well as the Nestlé group's internal standards.

The main objective was to verify the effectiveness of cleaning processes in three critical production areas (the connection between the borehole and the water room (piping), the 810 water storage tank, and the Line E production line). The study, conducted over four months, combined field observations, procedure reviews, URS checks, and microbiological and physicochemical analyses before and after cleaning. The results showed a significant reduction in microbial load after each CIP cycle in the three study areas, particularly for indicators such as coliforms, *Pseudomonas aeruginosa*, yeasts, and molds.

Critical parameters such as time, temperature, concentration, and turbulence were rigorously monitored, with additional measurements (pH, conductivity) confirming proper execution of the steps.

In conclusion, validating an effective and compliant cleaning plan relies on a methodical approach, well-defined tools, and a corporate culture focused on quality, safety, and sustainable performance. It is not an end in itself, but is fully integrated into a continuous improvement process. This process is closely aligned with the principles of risk management, traceability, and food safety, as outlined in ISO 22000 and FSSC 22000.

Keywords: Cleaning in place, Cleaning plan, Disinfection, ISO 22000:2018 standard, FSSC 22000 V6, Validation.

ملخص

المطبقة على (التنظيف في الموقع - CIP) تركز هذه الدراسة على التحقق من صحة بروتوكولات التنظيف والتطهير ISO خطوط إنتاج مياه الينابيع في شركة نستله ووترز الجزائر، بالبلدية. تستند الدراسة إلى متطلبات المعايير الدولية ، بالإضافة إلى المعايير الداخلية لمجموعة نستله FSSC 22000 و 2018:22000

الوصلة بين البئر وغرفة المياه) كان الهدف الرئيسي هو التحقق من فعالية عمليات التنظيف في ثلاث مناطق إنتاج حيوية جمعت الدراسة، التي أجريت على مدى أربعة أشهر، بين (E) الأنابيب، وخزان المياه 810، وخط إنتاج الخط ، والتحليل الميكروبيولوجية والفيزيائية والكيميائية قبل URS الملاحظات الميدانية، ومراجعات الإجراءات، وفحوصات وبعد التنظيف.

أظهرت النتائج انخفاضاً ملحوظاً في الحمل الميكروبي بعد كل دورة تنظيف في الموقع في مناطق الدراسة الثلاث، وخاصةً بالنسبة لمؤشرات مثل القولونيات، والزائفة الزنجارية، والخمائر، والعفن. رُصدت معايير بالغة الأهمية، مثل الوقت ودرجة الحرارة والتركيز والاضطراب، بدقة، مع قياسات إضافية) مثل الرقم الهيدروجيني والموصلية (تؤكد التنفيذ. السليم للخطوات

في الختام، يعتمد التحقق من صحة خطة تنظيف فعّالة ومتوافقة مع المعايير على نهج منهجي، وأدوات مُحددة بدقة، وثقافة مؤسسية تركز على الجودة والسلامة والأداء المُستدام. ليس هذا هدفاً بحد ذاته، بل هو مُدمج بالكامل في عملية تحسين ISO 22000 مُستمر. تتوافق هذه العملية بشكل وثيق مع مبادئ إدارة المخاطر، والتتبع، وسلامة الغذاء، كما هو مُبين في FSSC 22000 و .

، ISO 22000:2018 المُطبق، خطة التنظيف، معيار CIP الكلمات المفتاحية: التحقق، التطهير، تنظيف . الإصدار 6 22000 FSSC

TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

Partie I : Norme ISO 22000 et PRP (FSSC 22000-Origin des exigences de validation des procédés)

I.1 Norme ISO dans l'industrie agroalimentaire3

I.1.1 Présentation général.....3

I.1.2 Structure de la norme.....3

I.1.3 Différentes normes existantes.....3

I.1.4 Evolution de la norme ISO 22000 (origine de la validation).....3

I.2 Certification FSSC 22000(Food Safety Système Certification)....4

I.2.1 Origine et but.....4

I.2.2 Structure de la FSSC 22000.....4

I.2.3 Intérêt pour l'industrie agroalimentaire4

Partie II : Nettoyage et Désinfection

II.1 Contaminants.....5

II.1.1 Sources de contamination (règle des 5M)....5

II.1.2 Types de contaminants dans une usine d'eau de source5

II.1.2.1 Contaminants microbiologiques....5

II.1.2.2 Contaminants physiques.....6

II.1.2.3 Contaminants chimiques....6

II.2 Hygiène industrielle6

II.3 Nettoyage7

II.3.1 Définition de nettoyage7

II.3.2 Produits détergents7

II.3.2.1 Types de détergents....7

II.3.2.2 Critère de choix des détergents...	8
II.3.3 Types de nettoyage.....	8
II.3.3.1 Nettoyage manuelle.....	8
II.3.3.2 Nettoyage semi-automatique.....	9
II.3.3.3 Nettoyage automatique.....	9
II.3.4 Nettoyage en place (NEP) ou Cleaning in place (CIP)...	9
II.3.4.1 Avantage de nettoyage en place.....	9
II.3.4.2 Application du nettoyage en place.....	9
II.3.5 Efficacité de nettoyage en place.....	10
II.3.5.1 Paramètres qui influences l'efficacité de nettoyage en place.....	10
II.4 Désinfection.....	11
II.4.1 Objectifs de la désinfection.....	11
II.4.2 Types de désinfection.....	12
II.4.2.1 Désinfection chimique.....	12
II.4.2.2 Désinfection thermique.....	12
II.4.3 Désinfectants.....	12
II.4.4 Types de désinfectants.....	12
II.4.5 Critères de choix d'un désinfectant.....	13
II.4.6 Résistance des micro-organismes au nettoyage et désinfection.....	13

Partie III : Validation du nettoyage et désinfection

III.1 Définition de la qualité.....	14
III.2 Définition de l'assurance qualité.....	14
III.3 Définition de contrôle de qualité.....	14
III.4 Définition de programme prés requis opérationnelle OPRP.....	14
III.5 Définition de programme prés requis PRP.....	14
III.6 Définition de contrôle des points critique CCP.....	14
III.7 Cadre réglementaire et normes applicable.....	15
III.7.1 Bonnes pratiques de fabrication BPF.....	16

III.7.2 Principe HACCP.....	17
III.8 Définition de la validation.....	18
III.9 Objectifs de la validation... ..	18
III.10 Validation des équipements... ..	18
III.11 Validation du nettoyage	20

Chapitre II : Matériels & Méthodes

Partie I : Présentation de site D'étude

I.1 Présentation de la zone d'étude... ..	22
I.2 Description de la zone d'étude... ..	22
I.2.1 Présentation générale de l'entreprise Nestlé Waters de Blida.....	22
I.2.2 Caractéristique de site Nestlé Waters de Blida.....	23
I.2.3 Processus de production de l'eau de source « Nestlé Pure Life »	25
I.2.3.1 Exploitation de l'eau de source du forage	25
I.2.3.1.1 Présentation des forages au niveau de la société	25
I.2.3.1.2 Acheminement d'eau de source.....	26
I.2.3.1.3 Pompage d'eau de source	26
I.2.3.1.4 Filtration de l'eau de source	27
I.2.3.1.5 Stockage.....	30
I.2.3.1.6 Filtration préventive.....	30
I.2.3.1.7 Distribution... ..	31
I.2.3.1.8 Conditionnement... ..	32
I.2.3.1.9 Soufflage.....	32
I.2.3.1.10 Remplissage et capsulage	33
I.2.3.1.11 Etiquetage et datage.....	34
I.2.3.1.12 Fardelage et posage de poignée	34
I.2.3.1.13 Palatisation et houssage	35
I.2.3.1.14 Identification et stockage.....	36

Partie II : Matériel

II.1 Matériel d'étude	37
II.1.1 Au niveau de laboratoire	37
II.1.2 Au niveau de station CIP	37
II.2 Produits chimiques utilisées au CIP	38

Partie III : Méthodes

III.1 Procédure de nettoyage en place (CIP).....	40
III.1.1 Définition de nettoyage en place (CIP).....	40
III.1.2 Opérations du nettoyage en place	41
III.1.3 Présentation de la station CIP	42
III.1.3.1 Constitution d'une station CIP	42
III.1.3.2 Procédure de CIP chez Nestlé waters... ..	43
III.2 Plan de validation.....	44
III.2.1 Protocole de validation de CIP	44
III.2.2 Validation de plan de nettoyage (cas pratique).....	47
III.2.2.1 Objectifs.....	47

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1 Résultats des URS.....	71
III.2 Résultats du validation des opérations de CIP	74
III.3 Résultats de la validation du rinçage finale du CIP effectuée le 08/03, 03/04 et 05/05/2025	75
III.4 Résultats avant CIP de la zone 1 (liaison entre le forage et la salle de traitement d'eau).	77
III.5 Résultats après CIP de la zone 1 (liaison entre le forage et la salle de traitement d'eau).....	79
III.6 Résultats avant CIP de la zone 2 (la cuve 810).....	81
III.7 Résultats après CIP de la zone 2 (la cuve 810).....	82
III.8 Résultats avant CIP de la zone 3 (la ligne E).....	83
III.9 Résultats après CIP de la zone 3 (la ligne E)	85

III.10 Résultats des analyses microbiologique du produit fini avant CIP.....	87
III.11 Résultats des analyses microbiologique du produit fini après CIP	88
<i>Conclusion</i>	89
References bibliographique	
Annexe	

Liste des abréviations

ADN : Acide Désoxyribonucléique

AFNOR : Association Française de Normalisation

ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation de l'Environnement et du Travail

ARN : Acide Ribonucléique

BEA : Bileesculine Azide Agar

BPF : Bonnes Pratiques de Fabrication

CCA : Gélose Chromogène de coliforme

CCLIN : Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales

CCP : Critical Control Point

CE : Communauté Européenne

CIP : Cleaning In Place

DDCD : Data Driving Cleaning & Desinfection

DLUO : Date Limite d'Utilisation Optimal

E. Coli : Escherichia coli

EFBW : European Federation of Bottled Waters

EHEDG : European Hygienic Engineering & Design Group

EPI : Equipement de Protection Individuelle

EU : l'Union Européenne (U.E)

FDS : Fiches de Données de Sécurité

FSSC : Food Safety System Certification

GBPH : Guide des Bonnes Pratiques d'Hygiène

GFSI : Global Food Safety Initiative

HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Points

HLS : High Level Structur

INSPQ : Institut National de Santé Publique du Québec

ISO : International Organisation for Standardization

ISO TS : International Organisation for Standardization and Technical Specification

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

LOTO : Lockout / condamnation et étiquetage

MON : Mode Opératoire Normalisé

NEP : Nettoyage En Place

NIST : National Institute of Standards and Technology

NQMS : Nestlé Quality Management System

OGA : Oxytetracycline-Glucose-Yeast-Extract Agar

OMP : Plan Directeur Opérationnel de l'Usine

OPRP : Programme Prés-Requis Opérationnel

Pa : Acide Peracétique **PET** :

Polyéthylène Téréphtalate **pH** :

Potentiel Hydrogène

P&ID : Piping and Instrumentation Diagram

PTC : Product Technology Centre

SOP : Standard Operating Procedure

SV : Vanne

TSC : Tryptose Sulfite Cyclosérine Agar

UTM : Universal Transverse Mercator

UV : Rayonnement Ultra-violet

YEA : Yeast Extract Agar

Liste des Figures

Figure 01 : cercle de Sinner.....	11
Figure 02 : Nestlé Water.....	23
Figure 03 : Site d'étude	23
Figure 04 : Vallée de SIDI EL KEBIR.....	24
Figure 05 : Lieux de forages (forage 1 et 2).....	25
Figure 06 : Lieux de forage (forage 1 et 2) « photo originale »	25
Figure 07 : Canalisation en inox.....	26
Figure 08 : Carters des filtres a cartouche	27
Figure 09 : Filtre a cartouche.....	28
Figure 10 : Test d'intégrité du filtre	29
Figure 11 : Cuve de stockage de l'eau.....	29
Figure 12 : Filtre 1µm avant les remplisseuses.....	30
Figure 13 : SKID des vannes automatiques.....	31
Figure 14 : Préformes.....	31
Figure 15 : Soufflage des préformes.....	32
Figure 16 : Remplissage des bouteilles.....	33
Figure 17 : Heuft.....	34
Figure 18 : Etiquetage.....	34
Figure 19 : Faredelage	34
Figure 20 : Palatisation et housage	35
Figure 21 : Zone de stockage des palettes.....	36
Figure 22 : Pascale VA5.....	38
Figure 23 : Totale VC2.....	38
Figure 24 : Acide parasitique (oxonia) / Divosan active VT5.....	39
Figure 25 : 6 Ts.....	41
Figure 26 : Chaine de traitement d'eau	43
Figure 27 : Membres d'équipe de validation.....	47

Figure 28 : Calendrier détaillé des activités de validation... ..	48
Figure 29 : Plan de tuyauterie et instrumentation de station CIP	51
Figure 30 : Installation de station CIP	51
Figure 31 : Etapes de prélèvements... ..	60
Figure 32 : Développement de la couleur violette en 10 secondes... ..	65
Figure 33 : Lecture des résultats et dénombrement des <i>Pseudomonas Aeruginosa</i>	67

Liste des tableaux

Tableau 01 : Localisation de Nestlé Waters Algérie	24
Tableau 02 : Caractéristique du forages (Nestlé water)... ..	26
Tableau 03 : Matériels d'étude au niveau de laboratoire.....	37
Tableau 04 : Produits chimiques du CIP et ces priorités... ..	38
Tableau 05 : Calendrier des prélèvements effectuée durant la période de stage.....	43
Tableau 06 : Spécification des exigences de la station CIP	48
Tableau 07 : Standards opérationnel des opérations de CIP	51
Tableau 08 : Spécification des exigences de chaque circuit.....	53
Tableau 09 : Recommandation de désigne des circuits... ..	55
Tableau 10 : Recommandation des installations des circuits... ..	56
Tableau 11 : Recommandation des opérations des circuits... ..	58
Tableau 12 : Paramètre de libération de la ligne de production après le CIP.....	63
Tableau 13 : Résultats des URS	71
Tableau 14 : Résultat de la validation du rinçage final du CIP	75
Tableau 15 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1 (après filtre 1,2µm).....	77
Tableau 16 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1 (après filtre 1µm).....	77
Tableau 17 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1,2µm).....	79
Tableau 18 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1µm).....	79
Tableau 19 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 2... ..	81
Tableau 20 : Resultats des analyses microbiologiques après CIP de la zone 2... ..	82
Tableau 21 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3 (avant le filtre final).....	83
Tableau 22 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3 (après le filtre final).....	83
Tableau 23 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3 (avant le filtre	

final).....	85
Tableau 24 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3 (après le filtre final).....	85
Tableau 25 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la remplisseuse	87
Tableau 26 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la remplisseuse.....	88

Introduction

Introduction

L'absence d'eau conduit à la disparition de la vie, l'eau de source, reconnue pour sa pureté naturelle, joue un rôle essentiel dans la santé publique, car elle constitue une source d'hydratation privilégiée, notamment en raison de l'absence d'additifs ou de traitements chimiques (OMS, 2017).

Toute contamination, qu'elle soit microbiologique, chimique ou physique, peut avoir des répercussions graves sur la santé des consommateurs. Les infections liées à des agents pathogènes présents dans l'eau, comme les bactéries, les virus ou les parasites, peuvent entraîner des maladies gastro-intestinales, voire des épidémies (ANSES, 2021).

En effet, Les lignes de production d'eau de source sont très sensibles aux contaminations microbiologiques en raison des conditions favorables au développement de microorganismes, comme l'humidité et les surfaces en contact avec l'eau. Une hygiène inadéquate, des défaillances dans le nettoyage, ou un entretien insuffisant peuvent compromettre la qualité de l'eau et la sécurité des consommateurs (INSPQ, 2020). Des protocoles rigoureux de nettoyage et désinfection sont indispensables pour prévenir ces risques et garantir la conformité aux normes. Le nettoyage et désinfection, considérés comme des prérequis selon la norme ISO 22000, sont nécessaires à la sécurité des denrées alimentaires (ISO 22000 –2018).

Il est important d'appliquer un plan de nettoyage et désinfection pour garantir la sécurité sanitaire des lignes de production d'eau de source. Il permet d'éliminer les contaminants microbiologiques, les résidus et les biofilms susceptibles de compromettre la qualité de l'eau et de présenter des risques pour la santé des consommateurs.

De plus, la mise en place d'un tel plan répond également à des exigences réglementaires strictes. Les normes de sécurité alimentaire imposent des protocoles rigoureux pour assurer une production conforme aux critères de pureté, de sécurité et de traçabilité (AFNOR – *Certification ISO 22000*.2021).

Enfin, la satisfaction des consommateurs repose sur la livraison d'un produit irréprochable en termes de qualité et de sécurité. Une mauvaise gestion des contaminations peut nuire à la confiance des clients et affecter durablement l'image de la marque (OMS et ANSES, 2021).

En somme, un plan de nettoyage et de désinfection robuste n'est pas seulement une nécessité technique, mais un pilier stratégique pour assurer la pérennité et la réputation des entreprises tout en protégeant la santé publique (INSPQ, 2020).

Quelle sont alors les étapes et les outils nécessaires pour valider un plan de nettoyage dans ce contexte, tout en respectant les normes d'hygiène et les exigences de productivité ?

Pour apporter une réponse pertinente à cette question, on a proposé une stratégie globale, applicable au contexte réel de production chez Nestlé Waters Algérie. Cette démarche tiendra compte à la fois des exigences réglementaires, des standards qualité en vigueur (notamment

ceux de Nestlé), et de la compréhension fine du procédé de nettoyage, dans le but de maîtriser les risques de contamination et de garantir l'efficacité des opérations de nettoyage et de

INTRODUCTION

désinfection. La validation ne peut être réussie que si elle s'appuie sur une méthodologie structurée, rigoureuse et adaptée aux réalités de terrain.

Les objectifs que nous avons ciblés sont :

- *Évaluer l'impact de la validation du plan du nettoyage et désinfection sur la sécurité et la conformité réglementaire.*
- *Garantir la qualité hygiénique de produit fini sur le plan microbiologiques, physicochimique et sensorielle.*

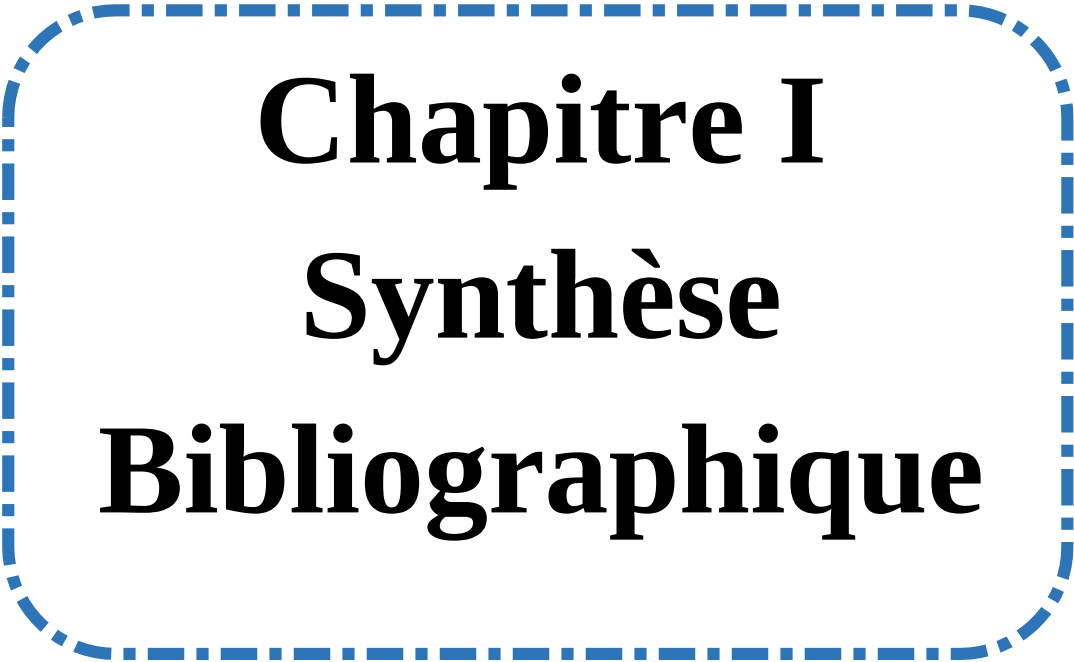
Démarche

Pour répondre à cette problématique, nous avons adopté une approche en deux volets : une recherche bibliographique approfondie, suivie d'un stage pratique au sein de Nestlé Waters Algérie.

La première phase a consisté en une revue documentaire ciblée, structurée autour de trois axes principaux. Le premier s'est focalisé sur la norme ISO 22000 et le référentiel FSSC 22000, en détaillant leur structure et leur cadre d'application. Le deuxième a traité des notions de contamination, des types de contaminants et des principes de nettoyage et de désinfection. Enfin, le troisième a porté sur les méthodes de validation, en s'appuyant sur les exigences réglementaires et les recommandations des référentiels.

La seconde phase s'est déroulée lors d'un stage pratique effectué au sein du site de production de Nestlé Waters Algérie. Cette expérience de terrain nous a permis d'observer et de participer aux différentes étapes de validation d'un plan de nettoyage et de désinfection. Elle nous a offert une compréhension concrète des pratiques appliquées, des contraintes opérationnelles, ainsi que des méthodes de vérification et de documentation mises en œuvre selon les standards internes de Nestlé.

Cette période de stage a constitué un enrichissement significatif, tant sur le plan des connaissances techniques que de la maîtrise des exigences pratiques. Les enseignements tirés de cette expérience viennent ainsi compléter et renforcer l'apport théorique de notre étude.



Chapitre I

Synthèse

Bibliographique

I.1 Norme ISO dans l'industrie agroalimentaire

I.1.1 Présentation générale

La norme **ISO 22000:2018** définit les exigences applicables à un système de management de la sécurité des denrées alimentaires. Elle s'adresse à tous les acteurs de la chaîne alimentaire, qu'ils soient producteurs, transformateurs, distributeurs ou fournisseurs de services. Elle permet d'identifier les dangers pour la santé humaine, de mettre en œuvre des mesures de maîtrise adaptées, et d'assurer la conformité des produits finis aux exigences réglementaires et aux attentes des consommateurs.

I.1.2 Structure de la norme

La norme adopte la **structure de haut niveau (High level structure HLS)** utilisée dans toutes les normes ISO de systèmes de management. Elle comprend 10 chapitres, dont les plus pertinents pour la sécurité alimentaire sont :

- Chapitre 4 : Contexte de l'organisme,
- Chapitre 5 : Leadership,
- Chapitre 6 : Planification,
- Chapitre 7 : Support,
- **Chapitre 8 : Fonctionnement (opérations),**
- Chapitre 9 : Évaluation de la performance,
- Chapitre 10 : Amélioration continue.

C'est principalement dans le **chapitre 8** que figurent les exigences concernant la validation, notamment la validation des mesures de maîtrise avant leur mise en œuvre (ISO 22000:2018).

I.1.3 Différentes normes existantes

En complément de l'ISO 22000, plusieurs autres normes techniques sont utilisées dans le secteur agroalimentaire, dont :

- **ISO/TS 22002-1:2009** (Management de la sécurité des denrées alimentaires), qui définit les exigences relatives aux programmes préalables (PRP), notamment pour le nettoyage, la désinfection, la lutte contre les nuisibles et l'entretien des locaux.
- **ISO 9001:2015** (Système de management de la qualité), qui pose les fondements du management de la qualité.
- **ISO 14001:2015**, qui concerne le management environnemental.
- **ISO 45000**, qui concerne la santé et sécurité au travail.

I.1.4 Évolution de la norme ISO 22000 (origine de la validation)

La validation des mesures de maîtrise est introduite clairement dans la version **2018** de l'ISO 22000. Elle est définie comme une activité préalable à la mise en œuvre d'une mesure, visant à démontrer que celle-ci est **efficace pour maîtriser un danger identifié**.

L'article **8.5.1.3** stipule :

« L'organisme doit valider les mesures de maîtrise (y compris les combinaisons de mesures), afin de démontrer leur capacité à maîtriser les dangers alimentaires significatifs avant leur mise en œuvre. »

Dans le contexte du nettoyage et de la désinfection, cela implique la réalisation d'essais, d'analyses microbiologiques ou de mesures indirectes (ATP-métrie, etc.) permettant de justifier l'efficacité du protocole appliqué (ISO 22000:2018).

I.2 Certification FSSC 22000 (Food Safety Système Certification)

I.2.1 Origine et but

La certification FSSC 22000 a été développée par la FSSC Foundation pour compléter la norme ISO 22000 et répondre aux exigences de reconnaissance internationale, notamment celles émises par la Global Food Safety Initiative (GFSI).

Elle vise à certifier les systèmes de management de la sécurité alimentaire en y intégrant des exigences supplémentaires opérationnelles et spécifiques à chaque secteur (FSSC 22000 Version 6, 2023).

I.2.2 Structure de la FSSC 22000

Le système FSSC 22000 repose sur trois composants majeurs :

1. **La norme ISO 22000:2018,**
2. **L'ISO/TS 22002-1** ou une norme équivalente selon le secteur d'activité,
3. **Les exigences supplémentaires FSSC**, telles que la gestion des allergènes, la lutte contre la fraude, ou encore la validation des PRP.

La validation du nettoyage et de la désinfection est explicitement exigée dans la **partie 2 de l'ISO/TS 22002-1**, article **13.2**, qui indique :

« Les procédures de nettoyage doivent être documentées, validées et vérifiées. La validation doit démontrer que les procédures permettent d'atteindre les résultats attendus. » (FSSC 22000 V6, 2023 & ISO/TS 22002-1, 2009).

I.2.3 Intérêt pour l'industrie agroalimentaire

La certification FSSC 22000 est largement utilisée dans l'industrie agroalimentaire pour :

- Assurer la conformité aux normes internationales,
- Structurer un système complet de maîtrise des risques,
- Garantir une démarche de validation documentée et vérifiable des procédés critiques, notamment les opérations de nettoyage.

Elle constitue ainsi un levier pour l'amélioration continue et la fiabilité des processus liés à la sécurité alimentaire (FSSC 22000, 2023).

II.1 Contaminants

Ce sont des substances qui n'ont pas été ajoutées intentionnellement aux aliments. Diverses substances sont susceptibles de pénétrer dans les aliments à tous les stades de la filière alimentaire, de la production primaire jusqu'à la distribution. Les contaminants peuvent aussi provenir de l'environnement (**Boudemagh,2023**).

II.1.1 Sources de contamination (Règle des 5M)

Selon **Boulenouar (2013)**, La contamination de l'eau dans une usine peut provenir de plusieurs sources identifiées selon la règle des 5M :

- **Main-d'œuvre (personnel)** : Le personnel représente un vecteur important de contamination, ils doivent garder une bonne hygiène corporelle.
- **Milieu (environnement : air ambiant, surfaces, zones de production)** : L'air ambiant, la poussière, l'humidité et les surfaces de travail mal entretenues peuvent être des sources de contamination microbiologique, chimique ou physique.
- **Matières (matières premières, ingrédients.)** : L'eau brute, les additifs et les autres ingrédients utilisés dans la production peuvent contenir des contaminants avant même leur transformation, donc il faut respecter les conditions de stockage et de transport.
- **Matériel (équipements de production, de contrôle, de nettoyage, de maintenance...)** : Les équipements en contact avec l'eau et les surfaces de production doivent être facile à nettoyer et désinfecter (soigneusement entretenus pour éviter l'accumulation de biofilms, de résidus chimiques et de dépôts minéraux).
- **Méthodes (procédures de production, de maintenance, de nettoyage, de contrôle, de transfert, etc.)** : Un protocole de nettoyage et désinfection mal conçu ou appliqué de manière irrégulière peut entraîner une contamination persistante (respecter le mode opératoire pendant la transformation du produit).

II.1.2 Types de contaminants dans une usine d'eau de source

II.1.2.1 Contaminants microbiologiques

Le codex Alimentarius, (2022) stipule qu'il faudrait mettre en place des systèmes pour prévenir ou minimiser la contamination des aliments par des micro-organismes. La contamination microbiologique se produit au travers de nombreux mécanismes, y compris lors du transfert de micro-organismes d'un aliment à un autre, par exemple, par :

- Contact direct ou indirectement par les manipulateurs d'aliments ;
- Contact avec les surfaces ;
- Le matériel de nettoyage ;
- Les éclaboussures ; où
- Les particules aéroportées.

Ces différentes sources de contamination ne concernent pas uniquement les aliments, mais s'appliquent également à l'eau, qui peut aussi devenir un vecteur important de micro-organismes nuisibles. À ce titre, selon **Ahoussi (2013)**, il est essentiel d'identifier les contaminants

microbiologiques présents dans l'eau, car ils peuvent affecter sa qualité et représenter un risque sanitaire :

- **Bactéries pathogènes** : E. coli, Salmonelle, Légionnelle, Pseudomonas aeruginosa. Ces bactéries peuvent être introduites par une contamination externe ou se développer dans des biofilms à l'intérieur des canalisations et réservoirs
- **Virus** : Rotavirus, Norovirus, entérovirus. Ces virus peuvent être présents dans l'eau contaminée et causer des maladies gastro-intestinales
- **Moisissures et levures** : Candida, Aspergillus. Ces micro-organismes peuvent se développer sur les surfaces humides et altérer la qualité microbiologique de l'eau.

II.1.2.2 Contaminants physiques :

Selon le Codex Alimentarius, (2022) Les contaminants physiques regroupent les éléments étrangers susceptibles d'altérer l'intégrité de l'eau en usine. Ce type de contamination ne concerne pas uniquement l'eau, mais peut également affecter directement les produits alimentaires à différentes étapes de la chaîne de production.

Des systèmes devraient être mis en place tout au long de la chaîne alimentaire afin de prévenir la contamination des aliments par des matières étrangères, comme les effets personnels, notamment les objets durs ou pointus (sable, verre...), susceptibles de provoquer des blessures ou de présenter un danger d'étouffement. Lors de la transformation et de la fabrication, des stratégies de prévention adéquates comme l'entretien et des inspections régulières du matériel devraient être menées à bien.

II.1.2.3 Contaminants chimiques

Ces contaminants proviennent principalement des interactions entre l'eau et son environnement, ainsi que des traitements industriels :

- **Résidus de produits chimiques** : Détergents, désinfectants, lubrifiants non alimentaires devraient être identifiés, stockés de façon sûre et utilisés de manière à éviter la contamination (codex alimentarius,2022).
- **Métaux lourds** : Plomb, mercure, arsenic pouvant être présents dans les conduites ou dans l'eau d'origine (Adam et al., 2011).
- **Pesticides et résidus de produits agricoles** L'infiltration de substances chimiques utilisées dans les cultures environnantes, pouvant contaminer l'eau brute et être nocifs en cas de mauvaise utilisation, devrait être maîtrisée afin qu'elles ne soient utilisées que conformément à l'usage auquel elles sont destinées (Codex alimentarius,2022).

II.2 Hygiène industrielle

L'hygiène industrielle est une discipline établie, qui tire ses racines du génie, de la santé publique, de la sécurité au travail et d'autres disciplines connexes. Elle porte sur les facteurs en milieu de travail qui peuvent causer des maladies, une détérioration de la santé et du bien-être ou un inconfort important chez les travailleurs ou les membres de la collectivité (Bones, 2022).

II.3 Nettoyage

II.3.1 Définition de nettoyage

Le nettoyage est une opération qui consiste à enlever les saletés, les poussières et les autres substances pouvant héberger des agents infectieux. La propreté est l'objectif du nettoyage. Nettoyer une surface avec un détergent permet de réduire la charge d'agents infectieux sur une surface. Le nettoyage élimine les éléments qui sont propices à leur prolifération, comme la saleté, les matières organiques, les aliments et les matières fécales. Comme l'assainissement, le nettoyage élimine aussi les biofilms (INSPQ, 2023).

Opération d'entretien et de maintenance des locaux dont l'objectif principal est d'assurer un aspect agréable (notion de confort) et un niveau de propreté (notion d'hygiène) (La Marive, 2013).

Le nettoyage devrait enlever les résidus alimentaires et la saleté, qui peuvent être une source de contamination, y compris les allergènes. Les méthodes et le matériel de nettoyage dépendront de la nature de l'entreprise alimentaire, du type d'aliment et de la surface à nettoyer (Codex alimentarius, 2022).

II.3.2 Produit détergent

Les agents et les produits chimiques de nettoyage de qualité alimentaire doivent être clairement identifiés comme tels, stockés séparément et exclusivement utilisés conformément aux instructions du fabricant (EFBW, 2012).

Produit utilisé pour le nettoyage, contenant des tensioactifs destinés à favoriser l'élimination par l'eau de souillures non solubles dans l'eau pure. Le détergent ne détruit pas les micro-organismes par action directe. Après l'utilisation d'un détergent, les surfaces sont visuellement propres mais pas désinfectées (CCLIN Sud-Ouest, s.d.).

II.3.2.1 Types de détergents

Selon Kluger et al. (1981)

- a) **Détergent acide:** Il permet d'éliminer des souillures plus ou moins minérales, les acides autorisés sont l'acide chlorhydrique (utilisation uniquement à froid, très peu utilisé car sa manipulation est très dangereuse, de plus il y a un risque de corrosion par piqûres sur acier inoxydable), l'acide nitrique (surtout utilisé sur des installations en inox, néanmoins il détruit les tensio-actifs à forte concentration), l'acide sulfurique (très peu utilisé sauf en brasserie) et l'acide phosphorique (très utilisé car pouvant contenir de nombreux tensio-actifs).
- b) **Détergent alcalin :** C'est de loin le plus utilisé. Il convient à la plupart des souillures ainsi que des supports. Ces produits permettent aussi de combiner nettoyage et désinfection (par exemple : les alcalins chlorés). De par leur composition, ils agissent sur les souillures par une augmentation de la solubilité (solubilisation des souillures acides par la formation de sels, meilleure solubilité des protéines à pH alcalins), une bonne hydratation (modification des caractéristiques physiques du dépôt) les rendant aptes à l'élimination, une hydrolyse des souillures organiques (protéines, etc...), une émulsification des matières grasses, une dispersion des souillures solides, une prévention de l'entartrage, un abaissement des tensions inter faciales par les tensio-

actifs, facilitant la mouillance de la solution détergente, la pénétration et le décollement de la souillure.

- c) **Détergent neutre** : Il est essentiellement composé de tensio-actifs et de séquestrant. On le destine à des applications particulières : l'utilisation manuelle, l'émulsion de souillures grasses, le matériel à nettoyer présentant des risques de corrosion par des produits fortement acides ou alcalins. Etant donné le faible pouvoir oxydant ou d'hydrolyse, leur efficacité sera renforcée par une action mécanique.

II.3.2.2 Critère de choix des détergents

D'après CCLIN Sud-Ouest, (s.d.), Les produits doivent répondre à certaines exigences et :

- posséder une efficacité maximale dans son domaine qu'il soit nettoyant ou désinfectant.
- être stable à la chaleur, au froid à l'air et à la lumière.
- être inoffensif pour les utilisateurs.
- être biodégradable à 90%.
- ne pas être agressif vis à vis du revêtement cutané ou du matériel,
- se diluer facilement, s'il doit être dilué.
- être adapté à la qualité de l'eau (dureté),
- se rincer facilement.
- avoir un conditionnement adapté au besoin de l'utilisateur.
- avoir un bon rapport qualité/prix.
- ne pas laisser de traces au séchage.

II.3.3 Types de nettoyage

Comme l'indique **Baricault (2014)**,

II.3.3.1 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.

A l'aide d'outils validés (lingettes, écouvillons, brosses, ...), les pièces des équipements sont nettoyées grâce à l'action mécanique générées 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. L'un des principaux inconvénients de ce type de nettoyage est le manque de reproductibilité entre opérateurs. Pour cela, le mode opératoire doit être le plus détaillé possible : il faut éviter les expressions telles que « frotter jusqu'à ce que ça soit propre ». De plus, il faut s'assurer que les opérateurs appliquent bien la procédure de nettoyage où sont décrits la concentration de la solution de lavage, la température de l'eau de lavage/solution de lavage et le temps de nettoyage.

II.3.3.2 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 prélavage 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. Le meilleur exemple est le lavage en machine à laver industrielles.

II.3.3.3 Nettoyage automatique

L'équipement est nettoyé sans démontage préalable : c'est le nettoyage en place (NEP) ou « 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 vérifie 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.

II.3.4 Nettoyage en place (NEP) ou Cleaning in place (CIP)

Système qui nettoie uniquement en faisant circuler et/ou couler des solutions détergentes chimiques et de l'eau de rinçage par des moyens mécaniques dans et sur les surfaces à nettoyer (EFBW, 2012).

II.3.4.1 Avantages de nettoyage en place

Selon **Jude & Lemaire (2019)**,

- Les opérateurs peuvent vérifier chaque opération de nettoyage pour vérifier si elle a fonctionné correctement.
- Les diagnostics sont simples à réaliser et fournissent des informations détaillées sur chaque élément du cycle de nettoyage.
- Les défauts et problèmes peuvent être rapidement mis en évidence et corrigés.
- Les responsables d'usines peuvent générer des rapports opérationnels détaillés
- Les rapports de sécurité alimentaire destinés aux régulateurs sont faciles à créer et plus complets.
- Une amélioration des capacités de production grâce à des temps de mise en place réduits et une intervention automatique après la production

II.3.4.2 Application de nettoyage en place

Selon **Carole & Vignola (2002)**, Un cycle de nettoyage en place comprend de façon générale sept étapes :

- **Rinçage préliminaire** : un rinçage préliminaire est nécessaire pour enlever les souillures non adhérentes pour ce faire on peut utiliser de l'eau potable.
- **Nettoyage alcalin** : un nettoyage avec un détergent alcalin est nécessaire pour enlever les souillures organiques.

- **Inter-rinçage (1)** : un premier inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergent alcalin. On peut récupérer les eaux de la fin de ce rinçage et les réutiliser pour faire le rinçage préliminaire du prochain équipement à laver.
- **Nettoyage acide** : un lavage avec un détergent acide sert à enlever les souillures minérales, dans le cas où c'est nécessaire. Dans certains cas, on remplace le lavage acide par un rinçage à l'eau légèrement acidifiée afin d'éliminer et de neutraliser toute trace résiduelle de détergent alcalin.
- **Inter-rinçage (2)** : ce seconde inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergent acide.
- **La désinfection** : un assainissement se fait peu de temps avant les opérations de production. On peut utiliser un assainisseur chimique, de l'eau chaude ou une combinaison des deux.
- **Rinçage finale à l'eau potable** : cette dernière étape est généralement recommandée dans le cas de l'assainissement avec un assainisseur chimique. si on utilise un assainisseur sans rinçage, il faut avoir la certitude que l'équipement est bien lavé et que le CIP est en mesure de drainer complètement l'assainisseur.

II.3.5 Efficacité de nettoyage en place

D'après **Jude & Lemaire (2019)**, Une recette de nettoyage efficace est basée sur quatre paramètres clés (parfois appelés « règle des 4 T », en vrai c'est les 6 T mais il y a que 4 qui sont importantes). Le système d'automatismes de processus surveille et vérifie ces quatre paramètres fondamentaux. En utilisant un logiciel pour calculer la combinaison optimale de chaque paramètre, on peut obtenir une réduction considérable des coûts. Les quatre paramètres clés de la règle des 4 T sont définis comme suite :

- Temps : durée des cycles de nettoyage
- Température : température des produits de nettoyage
- Titration : concentration des produits de nettoyage
- Turbulence : vitesse d'envois des produits de nettoyage permettant d'obtenir un effet mécanique suffisants pour décoller les impuretés (vitesse minimale de 1,5 mètre/seconde)
- Ainsi que le Training et la Technologie

II.3.5.1 Paramètres qui influence l'efficacité de nettoyage en place :

D'après **Belloin & Claude, (1993)** :

- **Concentration (titrage)** : Comme toutes les réactions chimiques, la détergence et la désinfection sont soumises aux lois de la stœchiométrie : pour avoir un bon nettoyage ou une bonne désinfection, il faudra utiliser suffisamment de produit. Une augmentation de la concentration en détergent apporte généralement une amélioration mais on passe rapidement par un maximum et, au-dessus de ce maximum, le résultat ne continue plus à augmenter et chute parfois très rapidement.

- **Action mécanique** : L'action mécanique peut être provoquée de différentes manières : agitation de la pièce lorsqu'on nettoie en tremper ; ou encore agitation de la souillure (procédé thermo flux) ; vitesse de circulation de la solution ; pression avec laquelle la solution est projetée sur la pièce à nettoyer, etc.

- **Température** : Son rôle dans la détergence est loin d'être négligeable.

La température :

- Permet d'abaisser la tension superficielle, si bien que l'on a pu dire que l'eau chaude était déjà un détergent.
- Accélère la plupart des réactions chimiques et en particulier, la saponification et l'hydrolyse.
- Ramollit les huiles, graisses et cires et facilite ainsi la pénétration du détergent.
- Constitue aussi un mode d'agitation efficace par mouvements de convection et d'ébullition.
- Facilite la désinfection.

- **Temps** : L'approximation de la cinétique du nettoyage à une réaction du premier ordre (c'est à-dire que la vitesse à laquelle les souillures ou micro-organismes sont éliminés est proportionnelle à tout moment à la quantité de souillure ou germes résiduels) ne repose sur aucune hypothèse sérieuse et ne reflète pas les résultats expérimentaux

Comme illustré dans le cercle de Sinner (figure 01)

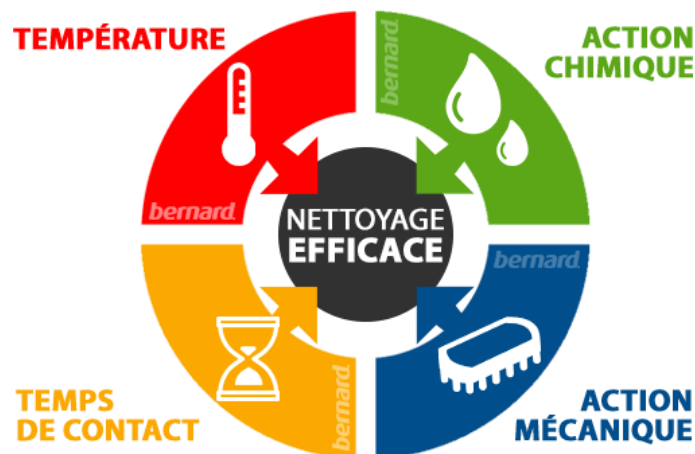


Figure 01 : cercle de Sinner

(Bernard,2016).

II.4 Désinfection

La désinfection est une opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les agents infectieux ou d'inactiver les virus indésirables portés par les milieux inertes contaminés. Elle détruit ou neutralise les agents infectieux qui peuvent se trouver sur les surfaces et qui n'ont pas été éliminés par le nettoyage (Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec, 2023).

II.4.1 Objectifs de la Désinfection

- Réduire le nombre de microorganismes restant sur les surfaces et les matériels, notamment les pathogènes (Iroux, 2013).
- Empêcher le développement ultérieur de micro-organismes dans l'eau après traitement, en particulier dans les zones stagnantes du réseau (Sid Ali & Sid Ali, 2017).
- Assurer une protection continue contre les contaminations secondaires dans les canalisations en laissant un résidu de désinfectant (souvent le chlore) actif jusqu'au robinet du consommateur (Achour & Chabbi, 2017).

II.4.2 Types de Désinfection

II.4.2.1 Désinfection Chimique

L'utilisation de produits chimiques pour neutraliser les micro-organismes repose sur plusieurs agents actifs :

- **Chloration** : La chloration est une méthode de désinfection largement répandue dans le traitement des eaux. Ce traitement vise à éliminer les micro-organismes pathogènes, bactéries, virus et parasites ainsi que la majorité des germes banaux moins résistants (Ouchene et al., 2020).
- **Dioxyde de chlore (ClO₂)** : Le dioxyde de chlore est normalement utilisé en tant que biocide pour la désinfection de l'eau courante (Médecine Intégrée, 2021).
- **Ozone** : L'ozone est un désinfectant très puissant, qui détruit rapidement les virus, les bactéries et les protozoaires (Miramón, 2005).

II.4.2.2 Désinfection Thermique

- **Rayonnement ultraviolet UV** : La lumière UV se situe dans le spectre électromagnétique entre les rayons X. La désinfection par UV repose sur les dommages causés aux acides nucléiques (ADN/ARN) des cellules ou des virus (Ashok & Khedikar, 2016).
- **Eau chaude** : Rinçage des installations avec de l'eau à haute température (70-90°C) pour détruire les bactéries thermosensibles, l'article R. 1321-56 du code de la santé publique précise que : 'Les réseaux et installations définis aux 1° et 2° de l'article R. 1321-43 doivent être nettoyés, rincés et désinfectés avant toute mise ou remise en service (Ministère de la Santé, France, 2023).

II.4.3 Désinfectant

Selon **Hachette technique (s.d)**, Les désinfectants assurent la propreté microbiologique. Ils inactivent ou tuent les micro-organismes (bactéries, virus, protozoaires, moisissures), présent sur des milieux inertes contaminés. Leur activité dépend de leur spectre d'action : bactéricide, virucide, fongicide.

II.4.4 Types de désinfectant

Selon **Ouogue (s.d)** :

- Bactéricides, ont la propriété de tuer les bactéries.
- Fongicides, ont la propriété de tuer les champignons microscopiques.
- Sporicides, ont la propriété de détruire les spores.
- Virucides, ont la propriété d'inactiver les virus.

II.4.5 Critères de choix d'un désinfectant

D'après le Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (2009), la diversité des produits désinfectants disponible sur le marché, il y a lieu de se donner des balises afin d'effectuer des choix qui auront un maximum d'efficacité, ce choix doit se faire en fonction de neuf paramètres de base à considérer :

- Objectif recherché : produit tout usage ou produit spécialisé.
- Degré de désinfection : entretien régulier, désinfection terminale.
- Temps d'action : un temps de contact de 15 minutes ou moins est recherché.
- Large spectre d'activité : effet sur un maximum de microbes.
- Nature des surfaces à traiter : une vitre diffère d'un bras de chaise en bois.
- Compatibilité avec les matériaux : produit qui endommage le moins possible les matériaux.
- Santé et sécurité pour les employés et les bénéficiaires : suivre les normes.
- Environnement : utiliser des produits qui ont des effets réduits sur l'environnement.
- Rapport qualité/prix.

II.4.6 Résistance des micro-organismes au nettoyage et désinfection

L'élément majeur de la résistance des micro-organismes au nettoyage et désinfection est la composition de la paroi cellulaire. Cette résistance naturelle est un caractère inné qui détermine le spectre d'activités d'un désinfectant donné (Ministère de la santé et des service sociaux du Quebec,2009).

Les micro-organismes peuvent développer une résistance aux produits, que l'on qualifie de résistance acquise :

- **Formation de biofilms** : Les bactéries comme *Pseudomonas aeruginosa* s'agrègent sur les surfaces et forment des structures protectrices difficiles à éliminer qui sert à protéger les bactéries contre les désinfectants (Carsenti-Etesse et al., 1997).
- **Mutations génétiques** : Certaines souches bactériennes acquièrent des gènes de résistance aux biocides et aux agents oxydants (Courvalin, 2008).
- **Tolérance aux températures élevées** : Certaines bactéries thermorésistantes survivent aux processus de désinfection thermique si les conditions ne sont pas optimales (Czechowski & Rapp, 1990).

III.1 Définition de la qualité

Un organisme axé sur la qualité favorise une culture se traduisant par un comportement, des attitudes, des activités et des processus qui fournissent de la valeur par la satisfaction des besoins et attentes des clients et autres parties intéressées pertinentes. La qualité des produits et services d'un organisme est déterminée par la capacité à satisfaire les clients et par l'impact prévu et imprévu sur les parties intéressées pertinentes. La qualité des produits et services inclut non seulement leur fonction et performances prévues, mais aussi la valeur et le bénéfice perçus par le client (ISO 9000,2015).

III.2 Définition de l'assurance qualité

L'assurance qualité se focalise sur les processus essentiels pour s'assurer que le produit ou le service répond aux attentes en termes de qualité. Le contrôle de la qualité en fait partie intégrante. En somme, c'est un aspect de la gestion de la qualité qui a pour objectif de garantir que les exigences de qualité seront bien remplies, inspirant ainsi confiance dans le résultat final (Sarr,2018).

III.3 Définition du contrôle de qualité

Le contrôle de la qualité concerne l'échantillonnage, l'établissement de spécifications et l'analyse, ainsi que l'organisation, l'établissement des documents et des procédures de libération qui garantissent que les essais nécessaires et appropriés ont bien été effectués, que les matériels ne sont pas libérés en vue de leur utilisation, ni les produits libérés en vue de leur vente ou de leur distribution, avant que leur qualité n'ait été jugée satisfaisante. Le contrôle de la qualité ne se limite donc pas aux activités de laboratoire, mais doit participer à toutes les décisions qui peuvent concerner la qualité du produit. L'indépendance du contrôle de la qualité par rapport à la production est un élément fondamental de son bon fonctionnement (Chapitre 6 : contrôle de la qualité).

III.4 Définition de programme prés requis opérationnel OPRP

Mesure de maîtrise ou combinaison de mesures de maîtrise appliquée pour prévenir l'apparition d'un danger significatif lié à la sécurité des denrées alimentaires ou pour le ramener à un niveau acceptable, et où un critère d'action et une mesure ou une observation permettent une maîtrise efficace du processus et/ou du produit (ISO22000 : 2018).

III.5 Programme prés requis PRP

Programme incluant les bonnes pratiques d'hygiène, les bonnes pratiques agricoles et les bonnes pratiques de fabrication qui, ainsi que d'autres pratiques et procédures telles que la formation et la traçabilité, offrent les conditions environnementales et fonctionnelles de base qui posent les fondations de la mise en œuvre d'un système HACCP (Codex aliment Arius).

III.6 Définition d'un plan de contrôle des points critique CCP

Étape où une ou plusieurs mesures de maîtrises, essentielles pour maîtriser un danger significatif sont appliquées dans un système HACCP (Codex aliment Arius).

III.7 Cadre réglementaires et normes applicables

- **[Règlement (CE) n° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires – Annexe II, Chapitre I, point 2]** Les locaux où les denrées alimentaires sont préparées, traitées ou transformées doivent être conçus de manière à permettre un nettoyage et/ou une désinfection adéquats, de manière à éviter ou à minimiser la contamination.
- **[Règlement (CE) n° 852/2004 – Annexe II, Chapitre V, point 1b]** Le matériel et les équipements avec lesquels les aliments entrent en contact doivent être nettoyés et désinfectés de façon appropriée et suffisamment fréquente pour éviter toute contamination.
- **[Règlement (CE) n° 852/2004 – Annexe II, Chapitre XII, point 1c]** Les exploitants du secteur alimentaire doivent garantir que les procédures de nettoyage et de désinfection sont efficaces, et en assurer la validation si nécessaire, notamment en fonction de la nature des produits fabriqués.
- **[Codex Alimentarius – CAC/RCP 1-1969, Rév. 4-2003 – Principes généraux d'hygiène alimentaire – Chapitre 6]** Les programmes de nettoyage doivent comprendre des procédures validées, y compris pour la fréquence, les produits et méthodes utilisés. L'efficacité du nettoyage doit être régulièrement vérifiée à l'aide d'analyses microbiologiques.
- **[ISO 22000:2018 – Systèmes de management de la sécurité des denrées alimentaires – Article 8.5.1.3]** L'organisme doit valider toute mesure de maîtrise, combinaison de mesures de maîtrise, et/ou les programmes prérequis opérationnels (PRPo) pour s'assurer qu'ils permettent de maîtriser les dangers identifiés.
- **[ISO/TS 22002-1:2009 – Programmes préalables à la sécurité des denrées alimentaires – Partie 1: Fabrication des aliments – Article 13.2]** Les procédures de nettoyage doivent être documentées, validées et vérifiées. La validation implique la démonstration que la méthode permet bien d'atteindre les objectifs de sécurité alimentaire.
- **[Guide des Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH) – Guide pour les eaux conditionnées – Chapitre 5]** Les entreprises doivent mettre en place des protocoles de nettoyage-désinfection validés, adaptés aux installations et aux types de contaminants visés, en tenant compte des matériaux des surfaces et des équipements.
- **[Codex Alimentarius – Code d'usages pour les eaux minérales naturelles – CODEX STAN 108-1981 – Article 5.1.4]** Tout équipement utilisé dans la production et le conditionnement des eaux minérales naturelles doit être nettoyé et désinfecté périodiquement, selon un programme validé pour garantir la non-contamination de l'eau.

_Réglementation algérienne

- **[Décret exécutif n° 97-37 du 14 janvier 1997 – JORA n° 4/1997]** Article 3 : L'unité de production doit être conçue et entretenue de façon à éviter la

contamination.

Article 8 : Des procédures de nettoyage et désinfection doivent être mises en place et documentées.

Article 18 : L'efficacité du nettoyage doit être prouvée par des contrôles microbiologiques.

- **[Décret exécutif n° 09-315 du 6 octobre 2009 – JORA n° 58/2009]** Article 5 : L'exploitant doit garantir l'hygiène à toutes les étapes, notamment par des procédures validées de nettoyage.

Article 13 : Les surfaces en contact avec l'eau doivent être régulièrement nettoyées et désinfectées.

- **[Arrêté interministériel du 21 janvier 2012 – JORA n° 6/2012]** Impose un contrôle de la qualité microbiologique des eaux conditionnées et la mise en œuvre de procédures de nettoyage validées avec des produits compatibles à l'usage alimentaire.
- **[Loi n° 09-03 du 25 février 2009 relative à la protection du consommateur – JORA n° 15/2009]**

Tout producteur doit garantir la sécurité des produits mis sur le marché, ce qui implique un nettoyage et une désinfection rigoureuse, validés et traçables.

III.7.1 Bonnes pratiques de fabrication BPF

L'OMS définit les bonnes pratiques de fabrication (BPF) comme suit : « un des éléments de l'assurance de la qualité ; elles garantissent que les produits sont fabriqués et contrôlés de façon uniforme et selon des normes de qualité adaptées à leur utilisation et spécifiées dans l'autorisation de mise sur le marché ».

Les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF) englobent l'ensemble des éléments du processus de fabrication. Elles impliquent la mise en place d'un procédé défini, la validation des étapes critiques de production, ainsi que l'utilisation d'installations adaptées pour les locaux, le stockage et le transport. Elles exigent également un personnel qualifié et formé pour la production et le contrôle qualité, des laboratoires suffisamment équipés, et des instructions écrites et validées pour chaque opération.

Chaque étape du processus doit être documentée avec précision, permettant une traçabilité complète des produits, depuis leur fabrication jusqu'à leur distribution. Les BPF incluent aussi des systèmes dédiés à l'enregistrement et au traitement des réclamations.

Le principe fondamental des BPF repose sur l'idée que la qualité ne se limite pas aux résultats des contrôles sur le produit fini, mais qu'elle doit être intégrée dès la conception et maintenue tout au long du processus de fabrication. L'assurance qualité implique donc que chaque produit soit fabriqué selon les mêmes méthodes et dans des conditions constantes.

Cela implique un ensemble de contrôles rigoureux : vérification des installations et de leurs systèmes, contrôle des matières premières, surveillance de la production à toutes ses étapes, validation des analyses réalisées sur les produits, vérification de leur identification via un étiquetage approprié et des mesures d'isolement, ainsi que des conditions de stockage adaptées

pour garantir la qualité finale. Tous ces contrôles doivent être réalisés selon des procédures officielles et validées, détaillées dans des protocoles, modes opératoires normalisés (MON), ou documents de fabrication initiaux, décrivant l'ensemble des actions à suivre tout au long du cycle de production et de contrôle.

III.7.2 Principe HACCP

Hazard Analysis and Critical Control Points (Analyse des dangers - points critiques pour leur maîtrise) c'est un document ou ensemble de documents préparés conformément aux principes HACCP en vue de garantir la maîtrise des dangers significatifs dans l'entreprise alimentaire (Codex alimentarius).

Selon le Codex Alimentarius, (2022), Le système HACCP constitue une méthode structurée fondée sur des bases scientifiques, visant à identifier, évaluer et maîtriser les dangers significatifs liés à la sécurité sanitaire des aliments. Il repose sur une approche préventive qui privilégie la mise en œuvre de mesures de maîtrise à chaque étape de la chaîne de production, plutôt que sur le contrôle du produit fini. L'élaboration d'un système HACCP permet d'identifier les ajustements requis concernant les paramètres de traitement, les étapes de transformation, les technologies de fabrication, les caractéristiques du produit, les modalités de distribution, l'usage prévu ou encore les bonnes pratiques d'hygiène existantes. Ce système est conçu pour être évolutif et capable de s'adapter aux évolutions technologiques, aux innovations dans les procédés de fabrication, ainsi qu'aux nouvelles exigences en matière de sécurité sanitaire. Les principes du HACCP peuvent être appliqués tout au long de la chaîne alimentaire, de la production primaire jusqu'à la consommation finale, en s'appuyant systématiquement sur des données scientifiques démontrant les risques pour la santé humaine.

- Principes du système HACCP

Le système HACCP est conçu, validé et mis en œuvre conformément aux sept principes suivants après avoir élaborer le flow du diagramme adéquat :

PRINCIPE 1

Procéder à une analyse des dangers et identifier des mesures de maîtrise.

PRINCIPE 2

Déterminer les points critiques pour la maîtrise (CCP).

PRINCIPE 3

Établir des limites critiques validées.

PRINCIPE 4

Établir un système de surveillance de la maîtrise des CCP.

PRINCIPE 5

Établir les actions correctives à prendre lorsque la surveillance révèle un écart par rapport à une limite critique à un CCP.

PRINCIPE 6

Valider le plan HACCP, puis établir des procédures de vérification pour confirmer que le système HACCP fonctionne comme prévu.

PRINCIPE 7

Constituer un dossier concernant toutes les procédures et tous les enregistrements appropriés à ces principes et à leur application.

III.8 Définition de la validation

La validation d'un plan de nettoyage et de désinfection consiste à s'appuyer sur des données concrètes — qu'elles soient scientifiques, techniques ou issues de l'observation — pour s'assurer que les méthodes prévues sont réellement efficaces contre les dangers identifiés. Elle intervient idéalement dès la conception du plan, avant même sa mise en œuvre. Toutefois, si des modifications sont apportées aux procédures ou aux conditions de production, une nouvelle validation devient nécessaire pour garantir que le plan reste pleinement efficace (Guide technique Effinet, 2020).

Comme pour les autres types de validation, celle du nettoyage s'inscrit dans une démarche plus large portée par la politique globale de l'entreprise. Cette politique vise avant tout à garantir la qualité des produits, mais aussi à mieux comprendre et maîtriser les procédés mis en œuvre au quotidien. Il est donc essentiel que l'entreprise définisse une ligne directrice claire pour orienter ses actions de validation dans ce sens (BOULENOUAR, 2013).

III.9 Objectif de la validation

La validation du nettoyage doit être effectuée pour confirmer l'efficacité des procédures de nettoyage pour chaque équipement en contact avec le produit. Des agents factices peuvent être utilisés sous réserve d'une justification scientifique appropriée. Le regroupement d'équipements du même type, appelle une justification de l'équipement choisi pour la validation du nettoyage (Annexe 15 Qualification et Validation).

III.10 Validation des équipements

D'après EU GMP – Annexe 15,

Qualification de la conception (DQ : Design Qualification)

La qualification de la conception (DQ) est l'élément suivant dans le processus de qualification des équipements, des installations, des utilités ou des systèmes où la conformité de la conception avec les BPF doit être démontrée et documentée. Les exigences formulées dans les URS doivent être vérifiées pendant la qualification de la conception.

Qualification de l'installation (IQ)

La qualification de l'installation (IQ) doit être effectuée sur les équipements, les installations, les utilités ou les systèmes. L'IQ doit comporter les éléments suivants, sans pour autant s'y limiter :

- a. Vérification de l'installation correcte des composants, de l'instrumentation, des équipements, des canalisations et des utilités par rapport aux schémas techniques et aux spécifications ;

- b. Vérification de la conformité de l'installation par rapport aux critères prédéfinis ;
- c. Collecte et regroupement des instructions de fonctionnement, de mise en œuvre, et des exigences de maintenance du fournisseur ;
- d. Étalonnage des instruments ;
- e. Vérification des matériaux de construction.

Qualification opérationnelle (OQ)

L'OQ est normalement effectuée après l'IQ, mais selon la complexité des équipements, l'une et l'autre peuvent être effectuées simultanément dans le cadre d'une qualification de l'installation/des opérations (IOQ).

- a. L'OQ doit comporter les éléments suivants, sans pour autant s'y limiter :
 - i. Tests développés à partir des connaissances des procédés, des systèmes et des équipements pour garantir que le système fonctionne bien comme prévu
 - ii. Tests confirmant les limites supérieure et inférieure d'utilisation, et/ou les conditions définissant le pire cas (« worst case »).
- b. Une OQ menée à bien doit permettre la finalisation des procédures standards de fonctionnement et de nettoyage, des exigences en matière de formation des opérateurs et de maintenance préventive.

Qualification des performances (PQ)

La PQ doit normalement être effectuée après qu'une IQ et qu'une OQ aient été menées à bien. Mais dans certains cas, il peut être préférable de l'effectuer en même temps que l'OQ ou la validation du procédé.

3.14 La PQ doit comporter les éléments suivants, sans pour autant s'y limiter :

- a. Tests, utilisant les matériaux de production, des substituts qualifiés ou un produit de simulation présentant un comportement équivalent dans des conditions de fonctionnement normales avec les tailles de lots correspondant au pire cas. La fréquence d'échantillonnage utilisée pour confirmer le contrôle du procédé doit être justifiée ;
- b. Les tests doivent couvrir la gamme de fonctionnement du procédé visé, sauf s'il existe des preuves documentées issues des phases de développement qui confirment les gammes opérationnelles.

III.11 Validation du nettoyage

Conformément à **EU GMP – Annexe 15**,

- Il est impératif de valider le nettoyage pour attester de l'efficacité des procédures de nettoyage pour chaque équipement en contact avec le produit. Il est possible d'utiliser des agents fictifs, à condition de fournir une justification scientifique adéquate. L'assemblage d'équipements similaires nécessite une explication pour le choix de l'équipement lors de la validation du nettoyage.

- Un contrôle visuel de la propreté est un critère essentiel dans l'acceptation de la validation du nettoyage. Il n'est généralement pas acceptable de se baser uniquement sur ce critère. Il n'est

pas jugé acceptable de répéter le nettoyage et les analyses jusqu'à ce qu'une valeur satisfaisante pour les résidus soit obtenue.

- On sait que la validation du nettoyage peut prendre du temps et qu'une vérification après chaque lot pourrait être indispensable pour quelques produits. Les informations obtenues lors de la vérification doivent être adéquates pour étayer la conclusion que les équipements sont propres et aptes à l'usage.

- Lors de la validation, il est essentiel de prendre en compte le degré d'automatisation du processus de nettoyage. Si un procédé automatique est utilisé, il faut valider la plage de fonctionnement normale spécifiée pour les utilités et les équipements.

- Pour chaque méthode de nettoyage, une analyse doit être réalisée afin d'identifier les éléments variables qui affectent l'efficacité et les résultats du nettoyage, tels que les opérateurs, le niveau de minutie des procédures comme la durée des rinçages, etc. Si des facteurs changeants ont été décelés, les scénarios de cas extrêmes doivent servir de référence pour les études de validation du nettoyage.

- L'établissement des seuils de contamination résiduelle du produit doit se baser sur une évaluation toxicologique. Il est nécessaire de consigner l'explication des limites choisies lors d'une évaluation du risque, incluant toutes les données pertinentes. Il est nécessaire de définir des restrictions concernant l'élimination des produits de nettoyage utilisés. Les critères d'acceptation doivent prendre en compte l'effet cumulatif potentiel des divers composants des équipements impliqués dans l'ensemble d'équipements du procédé.

- Si l'examen de certains résidus spécifiques n'est pas réalisable, on peut opter pour d'autres indicateurs représentatifs, tels que la conductivité.

- Lors de l'élaboration des protocoles de validation du nettoyage, il faut prendre en compte le risque lié à une contamination microbienne et à une contamination par des endotoxines.

- Il faut tenir compte de l'impact du temps qui passe entre la production et le nettoyage, ainsi que du délai entre le nettoyage et l'emploi, afin de déterminer la durée maximale dans l'état sale et dans l'état propre au cours du processus de nettoyage.

- Si une stratégie basée sur le scénario le plus défavorable est employée comme critère de validation du nettoyage, il est impératif de fournir une justification scientifique pour la sélection de ce scénario extrême, et l'impact des nouveaux produits sur le site doit être examiné. Les paramètres pour déterminer le cas le plus défavorable devraient comprendre la capacité de dissolution, la facilité de nettoyage, la toxicité et l'efficacité thérapeutique. Les protocoles de validation du nettoyage doivent indiquer ou faire référence aux points à échantillonner, expliquer le choix de ces points et établir les standards d'acceptation.

- La collecte d'échantillons doit se faire par écouvillonnage, rinçage ou autres méthodes en fonction de l'équipement de production. Le résultat ne devrait pas être affecté par les matériaux et les méthodes d'échantillonnage. Il doit être possible de récupérer chacune des matières prélevées en contact avec l'équipement, ainsi que chacune des méthodes d'échantillonnage employées.

- La fréquence du nettoyage doit être déterminée en fonction d'une évaluation du risque et répondre aux critères d'acceptation pour prouver la validation de la méthode de nettoyage.

Si un procédé de nettoyage donné s'avère inefficace ou inadapté pour un équipement spécifique, il est nécessaire d'adopter un équipement spécialisé ou d'autres solutions appropriées pour chaque produit.

- Lors du nettoyage manuel de l'équipement, il est essentiel de vérifier régulièrement l'efficacité du processus manuel à une fréquence justifiée



Chapitre II

Matériel &

Méthodes

I.1 Présentation de la zone d'étude

Notre étude expérimentale vise à évaluer la validation de nettoyage et de désinfection des lignes de production de l'eau de source *Nestlé Vie Pure*, réalisée au bureau de *Water Resource* et au laboratoire de *Nestlé Waters Algérie* à Blida, cette étude s'étend sur une période de quatre mois, allant de la fin janvier à la fin mai 2025. L'étude se concentre sur trois zones critiques du processus de production :

- Zone 1 : La liaison entre le forage et la salle de traitement, (tuyauterie),
- Zone 2 : La cuve 810, (cuve de stockage de l'eau),
- Zone 3 : La ligne de production E, ainsi que la remplisseuse.

Ces zones représentent des points sensibles où le risque de contamination microbiologique doit être strictement maîtrisé. Le procédé de nettoyage appliqué dans ces zones repose sur le système **CIP (Clean-In-Place)**, une méthode automatisée permettant de nettoyer et désinfecter les équipements sans démontage, garantissant ainsi l'efficacité et la reproductibilité des opérations.

➤ Objectifs de l'étude :

Dans le cadre de cette étude, plusieurs objectifs ont été définis afin d'évaluer de manière rigoureuse l'efficacité des pratiques de nettoyage et de désinfection au sein de l'unité de production de l'eau de source *Nestlé Vie Pure*. L'accent est mis sur :

- Vérifier l'efficacité des cycles de nettoyage et de désinfection CIP sur les différentes zones critiques du processus de production de l'eau de source Nestlé Vie Pure.
- Apprécier l'impact du clean in place sur la qualité du produit semi fini et fini.
- Évaluer la conformité des pratiques en place par rapport aux normes en vigueur (notamment ISO 22000 et FSSC 22000).

I.2 Description de la zone d'étude

I.2.1 Présentation générale de l'entreprise Nestlé Waters de Blida

Nestlé Waters, leader mondial de l'eau en bouteille depuis 1840 (présent dans 130 pays), a franchi une nouvelle étape dans son développement en Algérie en construisant sa première usine au Maghreb comme illustré sur (figure 02). Cette usine utilise l'eau de source de TABERKACHENT située à la périphérie sud-est de la ville de Blida pour produire de l'eau minérale naturelle, commercialisée sous la marque Nestlé Pure Life.

Dotée d'une capacité de production annuelle d'environ 200 millions de litres, l'usine embouteille principalement des formats de 1,5 litre, ainsi que des bouteilles de 5 litres et 0,5 litre. En 2018 une deuxième ligne de production a été lancée pour mieux répondre aux besoins du marché national.

Depuis 2008, Nestlé Waters, avec les frères ZAHAF, ont renforcé leur présence dans notre pays en réalisant d'importants investissements industriels dans le respect des normes internationales de qualité et de sécurité.

Grâce à son implantation stratégique et à la qualité de la source exploitée, l'usine Nestlé Waters de Blida s'impose comme un acteur majeur dans la production et la distribution d'eau embouteillée en Algérie.



Figure 02 : Nestlé water « photos originales »

I.2.2 Caractéristiques du site Nestlé Waters de Blida

Nestlé Water Factory est située au pied nord des montagnes de l'Atlas BLIDEEN à environ 03 km au SSW (sud-sud-ouest) de la ville de Blida, à 01 km de l'est du village de Sidi El Kébir et à 50 km au sud-ouest d'Alger.

Une vue aérienne du site d'étude montre l'implantation de l'unité au sein d'un relief montagneux (figure 03)



Figure 03 : Site d'étude

Le site de captage est situé à 01 Km à l'est du village qui porte le nom du mausolée Sidi El Kebir, d'une altitude de 440 m au niveau de la mer, il est délimité par une vallée très étroite creusée au centre d'écaillles calcaires formées par la direction NW-SE de DJBEL HANNOUS au sud, et le relief de DJBEL FERAOUN au nord.

La vallée de SIDI EL KEBIR, visible sur (figure 04), se trouve à proximité du site d'étude.

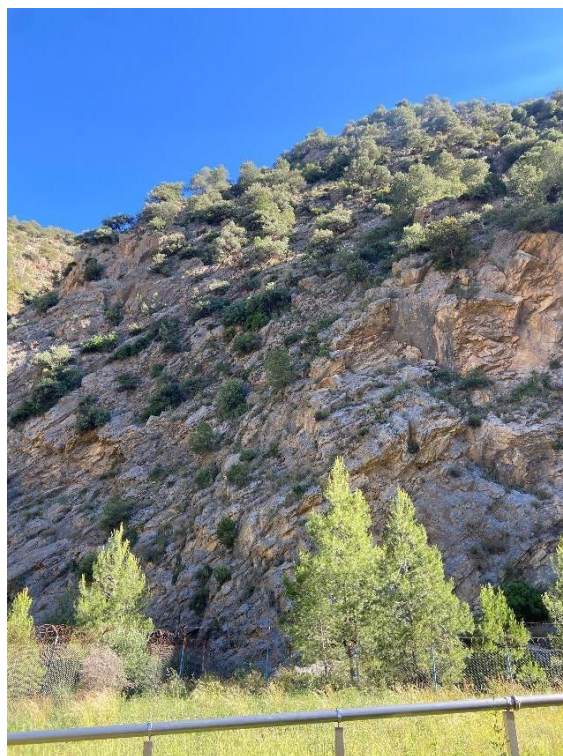


Figure 04 : La vallée de SIDI EL KEBIR « photo originale »

Le tableau ci-dessous présente les principales caractéristiques géographiques du site Nestlé waters Algérie.

Tableau 01 : Localisation de Nestlé Waters Algérie

UTM	Graphique	Altitude	Surface
• X= 31/486.223 km.	36°26'46".	440 m	25000m
• Y= 4033.454 km	2°50'47"		

I.2.3 Processus de production de l'eau de source « Nestlé Pure Life »

Toute la production est gérée par un système d'assurance qualité certifié conformément à la norme internationale ISO 2200 versions 2018. La composition constante de l'eau et sa pureté sont contrôlées en permanence tout au long du processus d'embouteillage ainsi une surveillance continue par des opérateurs qualifiés.

I.2.3.1 Exploitation d'eau de source du forage

La figure 05 montre la zone d'exploitation de l'usine (forages 1 et 2) située dans la zone protégée est le point de départ du captage de l'eau de source.



Figure 05 : les lieux de forages (forage 1 et 2 vue aérienne) « photo originale »

I.2.3.1.1 Présentation des forages au niveau de la société

L'usine est actuellement alimentée par deux forages piézométriques sur site appelés F1 et F2 présentée dans la figure 06.



Figure 06 : les lieux de forage (forage 1 et 2) « photos originales »

Les caractéristiques du forage 1 et 2 chez Nestlé Waters sont présenter dans le tableau 02.

Tableau 02 : caractéristique du forages (Nestlé water)

Forages	Forage 1	Forage 2
Profondeur (m)	160m	160 m
Débit forages (m ³ /s)	43 m ³ /h	66 m ³ /h
Niveau statistique (m)	72,36	65,70
Date de la mise en service	2007	2007

I.2.3.1.2 Acheminement d'eau de source

L'eau de source n'est jamais en contact direct avec l'air ambiant. Il est acheminé par des canalisations spéciales en acier inoxydable 316 L pour préserver sa qualité vers le site d'embouteillage au niveau de la salle de traitement.

I.2.3.1.3 Pompage d'eau de source

Le système de l'usine est alimenté par deux pompes immergées de capacité de 66 m³/h et 48 m³/h, régulées à ce débit afin que l'alimentation ne soit pas épuisée et qu'il n'y aura pas d'incorporation de l'air qui augmentent la contamination microbienne (charge microbienne présent dans l'air).

La station de pompage est équipée d'instruments de mesure de la température, pression et de la hauteur de l'eau mesurée au niveau du forage comme l'indique la figure 07 qui est aussi reliée au circuit CIP(NEP).



Figure 07 : Canalisation en inox « photo originale »

L'eau pompée est stockée dans deux cuves appelées (810 et 820), chacune d'une capacité de stockage de 30 m³. Un réservoir séparé d'une capacité de 15m³ et une bache d'eau d'une capacité de 120m³ sont utilisés contre l'incendie.

I.2.3.1.4 Filtration de l'eau de source

Ce traitement physique s'effectue au niveau de la station de traitement « salle d'eau ». Il consiste à pomper l'eau stocker au niveau des deux cuves (810 et 820) à travers une série de différents filtres (figure 08) de plus en plus fins (micro filtres) avant de le remplir. Son objectif c'est d'arrêter des substances indésirables présentes dans l'eau. Ces filtres à membrane plissée sont faits de polymères à très faible porosité qui ont la forme de cylindres qui permettent à l'eau sous pression de circuler à travers une paroi poreuse « perméable ». Après un certain temps de filtration, les cartouches se bouchent (colmatage), c'est alors qu'il faut les changer, elles ne sont en aucun cas nettoyer ou régénérer. Pour chacun de forage (F1 et F2) a sa propre série des filtres.



Figure 08 : Carters des filtres à cartouches « photo originale »

Le system de filtration sur cartouche est constitué des éléments suivants ;

- **Carter de filtration** ; leurs rôles sont de contenir les cartouches et d'obliger l'eau de passer à travers de filtration.

- **Cartouches de filtration** ; plusieurs paramètres vont déterminer le choix de type de cartouche de filtration exemple ;
 - **Le seuil de filtration** ; c'est la taille de pores, déterminant aussi ainsi la taille des particules qui seront arrêtées
 - **L'efficacité** ; qui correspond au pourcentage des particules de taille égale au seuil de filtration qui seront arrêtées par le media à partir de 99.99 % ont considéré comme filtration est absolue.

Chaque eau de forage a 3 filtres à cartouche et chaque filtre a une capacité de rétention différente, du filtre à faible rétention « 5 μm » au filtre « 1.2 μm » et enfin au filtre « 1 μm » (Taux de rétention très élevé).

La figure 09 montre l'intérieure des filtres à cartouche.



Figure 09 : Filtre à cartouche « photos originales »

Remarque

- L'opérateur doit soumettre le filtre à une pression de 300 mbar pendant 150 seconde et surveiller en permanence la chute de la pression pour voir l'efficacité du filtre en fonction de sa résistance. Dans ce cas, si la chute de pression est supérieure à 95 mbar, vous devez vérifier si le filtre est correctement positionné et qu'il n'y a pas de fuite de pression, ou dans le pire des cas, le filtre doit être remplacé. (Test d'intégrité du filtre) comme l'indique la figure 10.
- Le traitement des eaux de forage aux UV est strictement interdit par la législation algérienne.



Figure 10 : Test d'intégrité du filtre « photo originale »

I.2.3.1.5 Stockage

L'eau circule dans deux cuves (figure 11), (810 et 820) de stockage et va être séparée par une vanne spéciale (manifold) en deux lignes C et E, les deux dernières étant envoyées vers la production.



Figure 11 : Cuve de stockage de l'eau « photo originale »

I.2.3.1.6 Filtration préventive

L'eau provenant de ces deux lignes est soumise à une filtration microbiologique de 1 μm avant d'atteindre les remplisseuses (figure 12), dans le but de prévenir toute contamination en cas de problème en aval de la ligne.



Figure 12 : filtre 1 μm avant les remplisseuses « photo originale »

I.2.3.1.7 Distribution

Après le stockage de l'eau filtré dans les cuves la distribution se fait avec un SKID des vannes automatiques ainsi leurs pompes (figure 13). Le SKID est installé sous forme d'une matrice pour qui contient quatre zone trois zone pour la distribution vers les lignes de production et une zone pour distribution vers une autre cuve de 15 m³ pour l'usage industrielle et domestique.

Pour chaque zone il y a deux vannes automatiques pour choisir la cuve d'alimentation et une pompe pour la distribution celons le débit voulu.



Figure 13 : SKID des vannes automatiques « photo originale »

I.2.3.1.8 Conditionnement

Le conditionnement s'effectue sous un oeil vigilant d'un personnel consciencieux et soucieux de la qualité de son produit. Les différentes étapes du conditionnement sont entièrement automatisées.

Pour maintenir la pureté de l'eau, la mise en bouteille est réalisée avec les meilleures garanties contre les contaminations industrielles, chimiques et bactériologiques. Nestlé Waters a choisi le PET (polyéthylène) pour la production de ses bouteilles. Leur aspect cristallin, leur résistance aux chocs et leur recyclable qui garantissent la qualité de cet emballage haut de gamme.

La figure 14 illustre les préformes utilisées dans le processus de fabrication des bouteilles au niveau de l'unité.



Figure 14 : Préformes « photo originale »

I.2.3.1.9 Soufflage

Le moulage par soufflage est le processus de mise en forme de matériaux polymères thermoplastiques (préformes). Ces préformes provenant d'usines spécialisées dans la fabrication de plastiques sont introduites dans la souffleuse où elles sont chauffées à 150°C et soufflées puis refermées dans un moule de soufflage en demi coquille ayant la forme désirée (figure 15). Une extrémité de la préforme est pincée. L'air comprimé pénètre alors dans la cavité par une ouverture dans la préforme et force le matériau contre le moule refroidi, fixant la pièce dans sa forme finale.



Figure 15 : Soufflage des préformes « photo originale »

I.2.3.1.10 Remplissage et capsulage

Toutes les opérations sont pratiquées sans aucune intervention humaine. Les bouteille soufflées et vides sont introduits dans une zone sous hygiène contrôlée (remplisseuse figure 16), dont l'atmosphère filtrée est en surpression. Les bouteilles se remplissent les unes après les autres en déclenchant l'ouverture du bec de remplissage. Le capsulage se fait immédiatement après le

remplissage. Les bouchons utilisés pour le capsulage sont dépoussiérés pour éliminer les particules indésirables.



Figure 16 : remplissage des bouteilles « photo originale »

I.2.3.1.11 Etiquetage et datage

A la sortie de la salle d'embouteillage, comme tout autre produit consommable, les bouteilles sont marquées d'une DLUO, marquée par un tampon dateur à l'encre directement à la sortie de la remplisseuse. Les bouteilles sont acheminées debout vers l'étiqueteuse (figure 18), qui repose sur des rails, où des rouleaux étalent l'étiquette par une bobine et la placent sur la bouteille pleine et capsulée. Le volume d'eau indiquée sur l'étiquette doit être respectée, il est suivi par le Heuft (figure 17) qui vérifie à la sortie de la remplisseuse et rejette les bouteilles

non conformes (les bouteilles mal capsuler, mal remplis et celle qui comporte par une *DLUO*).



Figure 17 : Le Heuft « photo originale »



Figure 18 : Etiquetage « photo originale »

I.2.3.1.12 Fardelage et posage de poignée

Les bouteilles sont regroupées en six unités pour les bouteilles de 1,5 litre et douze unités pour les bouteilles de 0,5 litre. Elles sont ensuite enroulées par un film plastique qui se rétracte sous l'effet de la chaleur. Le fardeau formé passe par la poseuse pour l'ajout du poignet qui facilite son transport. Tous ce processus est illustré dans la figure 19.

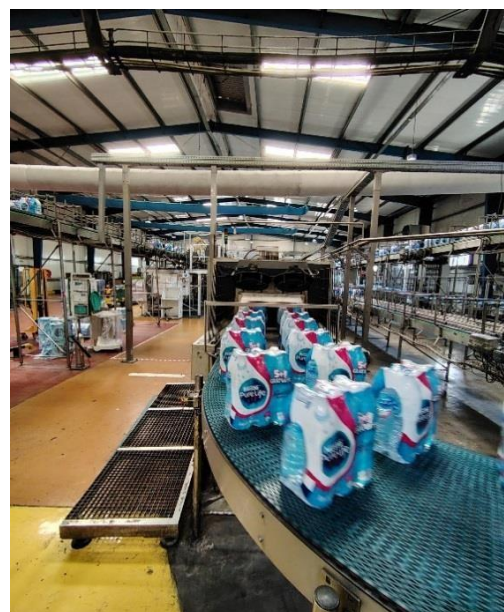
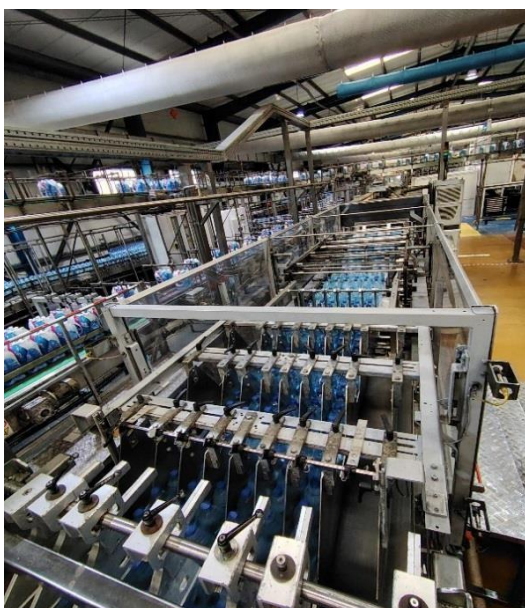


Figure 19 : Fardelage « photos originales »

I.2.3.1.13 Palatisation et housage

Les packs (fardeaux) sont palettisés pour faciliter le transport et le stockage. Un film plastique est appliqué sur la palette pour réduire le contact des bouteilles avec les nuisances extérieures (poussière, soleil). La housse permet également le maintien des bouteilles sur leur support en étant rétractées autour comme indiquées dans la figure 20.

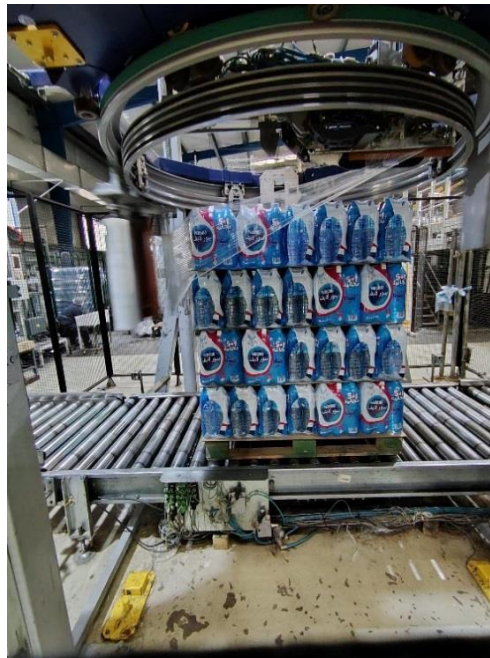
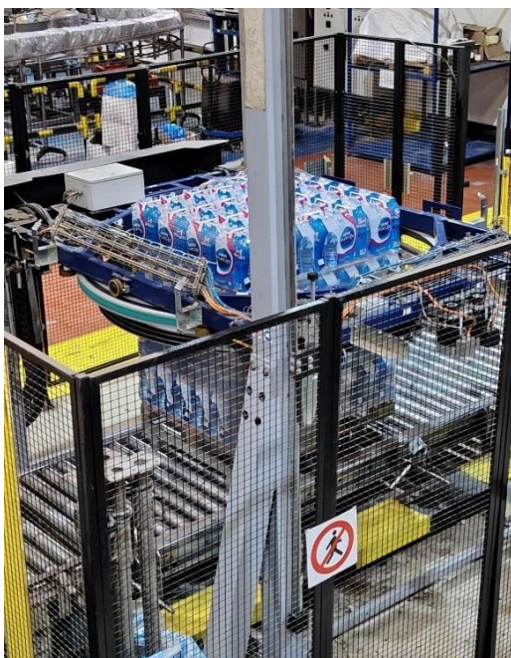


Figure 20 : Palatisation et housage « photos originales »

I.2.3.1.14 Identification et stockage

La traçabilité de chaque palette est assurée par numéro de lot, ligne, date de production et marquages DLUO. Les palettes sont ensuite acheminées vers la zone de stockage (entrepôt de produits finis de 2600m²) où elles sont stockées par des caristes (figure 21). Aucun lot n'est libéré sans avoir reçu au préalable une attestation d'agrément de conformité délivrée par le service qualité.

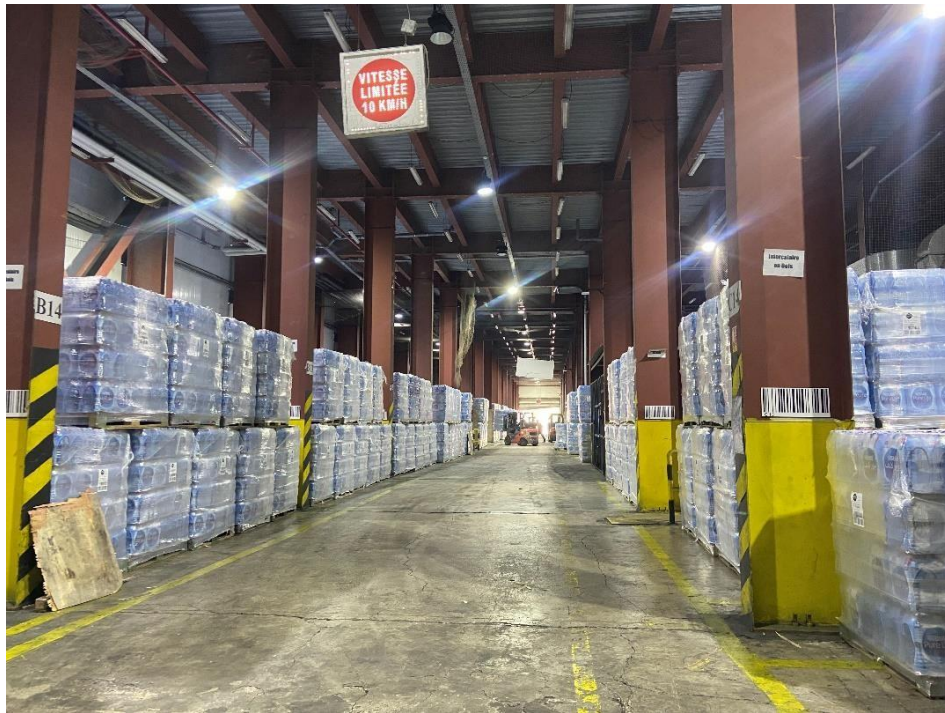


Figure 21 : Zone de stockage des palettes « photo originale »

II.1 Matériel d'étude

Le matériel d'étude (représentée par les détergents, les désinfectants, la verrerie, les appareillages, les réactifs, les additifs, et les milieux de cultures) au niveau de laboratoire sont représentés dans le tableau 03.

II.1.1 Au niveau de laboratoire

Tableau 03 : matériels d'étude au niveau de laboratoire

Matériels	Appareillage
• Bécher • Erlenmeyer • Pipettes graduées • Boite de pétri • Flacons • Pince • Micropipette • Anse en plastique • Membrane millipore •	• PH mètre • Rampe de filtration • Bec Bunsen • Réfrigérateur • Jarre d'anaérobie • Autoclave • Conductimètre • Tubes à essais stériles • Thermomètre • Turbidimètre • Bain marie 45°C • Étuves de 22°C. 36°C, 44.5°C • Balan Hotte à flux laminaire • Lampe UV • Agitateur magnétique

II.1.2 Au niveau de la station CIP

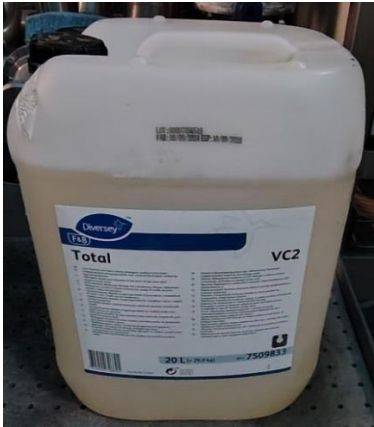
- Capteurs de débits
- Capteurs de pression
- Capteurs de conductivité
- Capteurs de température
- Pompes
- Vannes
- Automates programmables
- Cuves de solution

- Cuve d'eau chaude/Acide Parasitique
- Cuve d'acide
- Cuve d'alcalin (soude)
- Échangeurs de chaleurs
- Tuyauterie et boucles CIP

II.2 Produits chimiques utilisées au CIP

Les produits chimiques utilisés au CIP sont consignés dans le tableau 04.

Tableau 04 : les produits chimiques du CIP et ces priorités

Produit du CIP	Propriété	Mesure recommandé
 Figure 22 : Pascale VA5	Détergent détartrant acide, Utilisé à des concentrations de 2% à des températures allant de 45 à 47C°selon la recommandation du fournisseur	Conductivité :58ms Température :45 à 47 C°
 Figure 23 : Totale VC2	Détergent alcalin, utilisé à des concentrations de 2% et des températures allant de 30 à 60C° selon la recommandation du fournisseur.	Conductivité :45ms Température :55 C°
	Désinfectant (peroxoacide) légèrement acide. Efficace à froid à des concentrations comprises de 0,8 à 1%.	Température : froids pH :4 à 5



**Figure 24 : Acide parasitique
(oxonia) /
Divosan active VT5**

I. Procédure de nettoyage en places (CIP)

1- Définition de nettoyage en place

Le nettoyage en place (NEP) est un processus essentiel dans de nombreuses industries pour garantir l'hygiène et éviter la contamination microbologique, en particulier dans les secteurs alimentaires, pharmaceutiques et chimiques. Lors de ce type de nettoyage, les équipements et installations sont nettoyés sans démontage, directement sur place. Cette méthode repose souvent sur un ensemble de principes et d'éléments connus sous le nom des "6 T", qui désignent les six facteurs essentiels à une bonne procédure de nettoyage en place. Ces facteurs sont les suivants :

- **Température** : La température de l'eau ou des solutions de nettoyage joue un rôle crucial. Elle doit être suffisamment élevée pour dissoudre les graisses, les huiles, et les autres résidus. Les températures idéales varient selon les produits et les types de salissures, mais en général, l'eau chaude (de 85°C à 90°C) est utilisée pour la nettoyage. Une température trop basse ne permettrait pas un nettoyage efficace, tandis qu'une température trop élevée pourrait endommager les matériaux.
- **Turbulence** : La turbulence fait référence à l'intensité du mouvement des fluides pendant le nettoyage. Cela permet de s'assurer que les solutions de nettoyage atteignent toutes les surfaces, même les zones difficiles d'accès. Une circulation du fluide efficace, généralement sous pression, aide à déloger les résidus et à les emporter. Un système de pompage à haute pression est souvent utilisé pour garantir cette turbulence.
- **Titration** : La titration dans les CIP consiste à ajouter progressivement un réactif de concentration connue à un échantillon de la solution de nettoyage jusqu'à ce qu'une réaction chimique spécifique soit complète. En mesurant la quantité de réactif utilisé, on peut déterminer la concentration exacte des substances chimiques présentes dans la solution de nettoyage. Mais la méthode utilisée dans l'usine pour déterminer la concentration est d'utiliser la conductivité comme indicateur, cette dernière est recommandée par le fournisseur.
- **Temps** : Le temps d'application de la solution de nettoyage est aussi crucial. Un temps insuffisant peut entraîner un nettoyage incomplet, tandis qu'un temps trop long peut entraîner des dépenses énergétiques excessives ou des risques d'endommagement des surfaces. Le temps doit être adapté à la nature des salissures et au type d'équipement.
- **Technologie** : Les systèmes automatisés de nettoyage en place sont au cœur de l'efficacité des processus CIP. Grâce à des capteurs, des vannes et des automates programmables, ces systèmes régulent automatiquement les paramètres de nettoyage comme la température, le temps, la concentration des produits chimiques et la pression.

de l'eau. Ils permettent une gestion plus précise du processus, évitant ainsi des erreurs humaines et garantissant un nettoyage uniforme et efficace.

- **Training (la formation) :** La formation dans les systèmes Clean-in-Place (CIP) est essentielle pour s'assurer que le personnel comprend bien comment utiliser les équipements, suivre les bonnes pratiques et respecter les normes de sécurité. Elle permet d'éviter les erreurs lors du nettoyage, d'optimiser l'utilisation des produits chimiques et de garantir un nettoyage efficace des équipements. Une bonne formation aide aussi à détecter rapidement les problèmes, à améliorer les processus et à assurer la sécurité des travailleurs tout en maintenant des standards de qualité élevés. L'ensemble des paramètres abordés précédemment est synthétisé dans la figure 25.

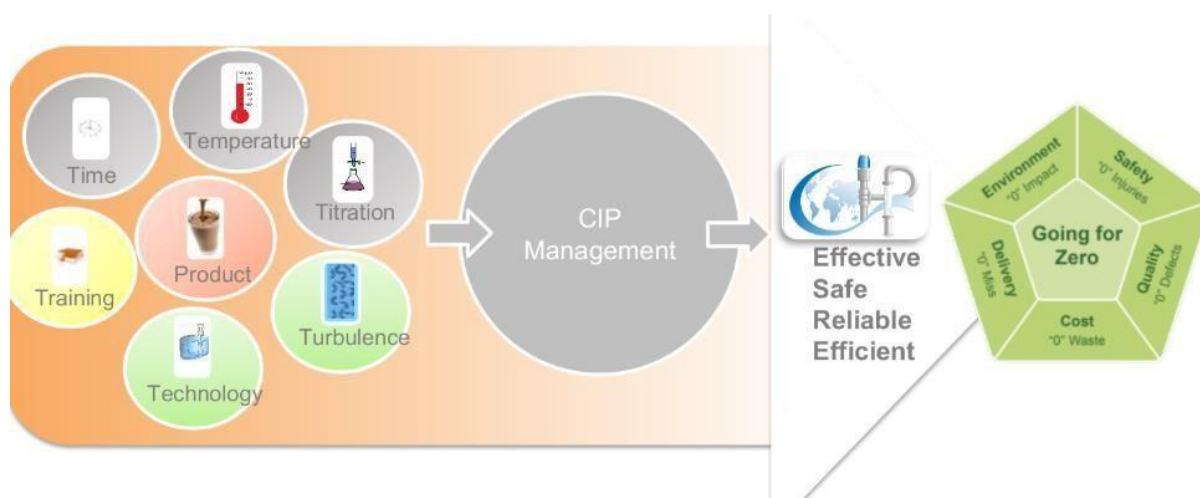


Figure 25 : Les 6Ts

2. Opérations du nettoyage en place

Selon les Manufacturions Instructions de Nestlé Water (2011) les opérations de NEP sont identifiées :

- **Rinçage primaire :** Un rinçage primaire est nécessaire pour enlever les souillures non adhérentes. Pour ce faire, on peut utiliser de l'eau potable, il est recommandé de déclencher cette phase dès la fin de la fabrication afin d'éviter le séchage de la souillure qui rendrait le nettoyage plus difficile.
Remarque : Le rinçage primaire dans les usines d'embouteillage de l'eau de source ou de l'eau minérale nécessite pas un rinçage primaire
- **Nettoyage alcalin :** Un nettoyage alcalin avec un détergent alcalin est nécessaire pour enlever les souillures organiques (protéines, matière grasse) l'alcalinité de la solution sera plus ou moins forte.
- **Inter-rinçage :** Un premier inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergent alcalin.
- **Nettoyage acide :** le lavage par un détergent acide sert à enlever les souillures minérales dans le cas où c'est nécessaire.
- **Inter-rinçage :** Ce second inter-rinçage vise à éliminer les résidus de détergents acides.

- La désinfection : Une désinfection se fait peu de temps avant les opérations de production. On peut utiliser un assainissement chimique, avec l'eau chaude.
- Rinçage final : L'étape finale de nettoyage en place (CIP) est le rinçage final. Son but est de supprimer totalement les traces de produits chimiques de nettoyage (détergents et désinfectants) ainsi que toute particule ou contamination résiduelle présente dans le circuit. Cette étape nécessite de l'eau potable. Le rinçage continue jusqu'à ce que les paramètres physicochimiques soient conforme (pH neutre, faible conductivité), assurant ainsi que le matériel est propre et préparé pour une nouvelle production sans danger de contamination croisée.

3. Présentation de la station CIP

Chez Nestlé Waters, la station CIP (Clean-In-Place) est un système automatisé de nettoyage interne utilisé pour assurer l'hygiène parfaite des équipements de production d'eau embouteillée (tuyauterie, réservoirs, remplisseuses, etc.) sans démontage.

Elle est conçue pour respecter les normes strictes en matière de sécurité alimentaire, notamment celles de Nestlé Quality Management System (NQMS), ainsi que les standards HACCP et ISO 22000 et FSS000C 22000.

Les objectifs principaux de la station CIP consistent à :

- Assurer un nettoyage efficace, rapide et répétable
- Réduire la main-d'œuvre nécessaire et les erreurs humaines
- Optimiser la consommation d'eau, de produits chimiques et d'énergie
- Respecter les normes d'hygiène (HACCP, ISO, etc.)

3.1 Constitution d'une station CIP

1. Cuves de préparation des solutions

- Eau chaude / PA
- Alcalin
- Acide

2. Pompe de circulation :

Pour envoyer les solutions dans les circuits à nettoyer

3. Echangeur thermique :

Pour chauffer les solution (souvent jusqu'à 95°C) en liaison avec une chaudière a eau chaude

4. Vannes et tuyauterie :

Permettent de diriger les flux vers les différentes lignes de production

5. Tête de lavage fixes :

Intégrées dans les cuves et les grand installation cylindrique

6. Capteurs :

Température, conductivité, pression, débit

7. Automate programmable :

Gère les séquences de nettoyage (temps, produits, températures)

La station CIP est dotée d'un système de sécurité empêchant le passage accidentel de produits chimiques vers le réseau ce dispositif détecte toute anomalie et interrompt automatiquement le processus en cas de déviation.

La chaîne de traitement d'eau est indiquée dans la figure 26.

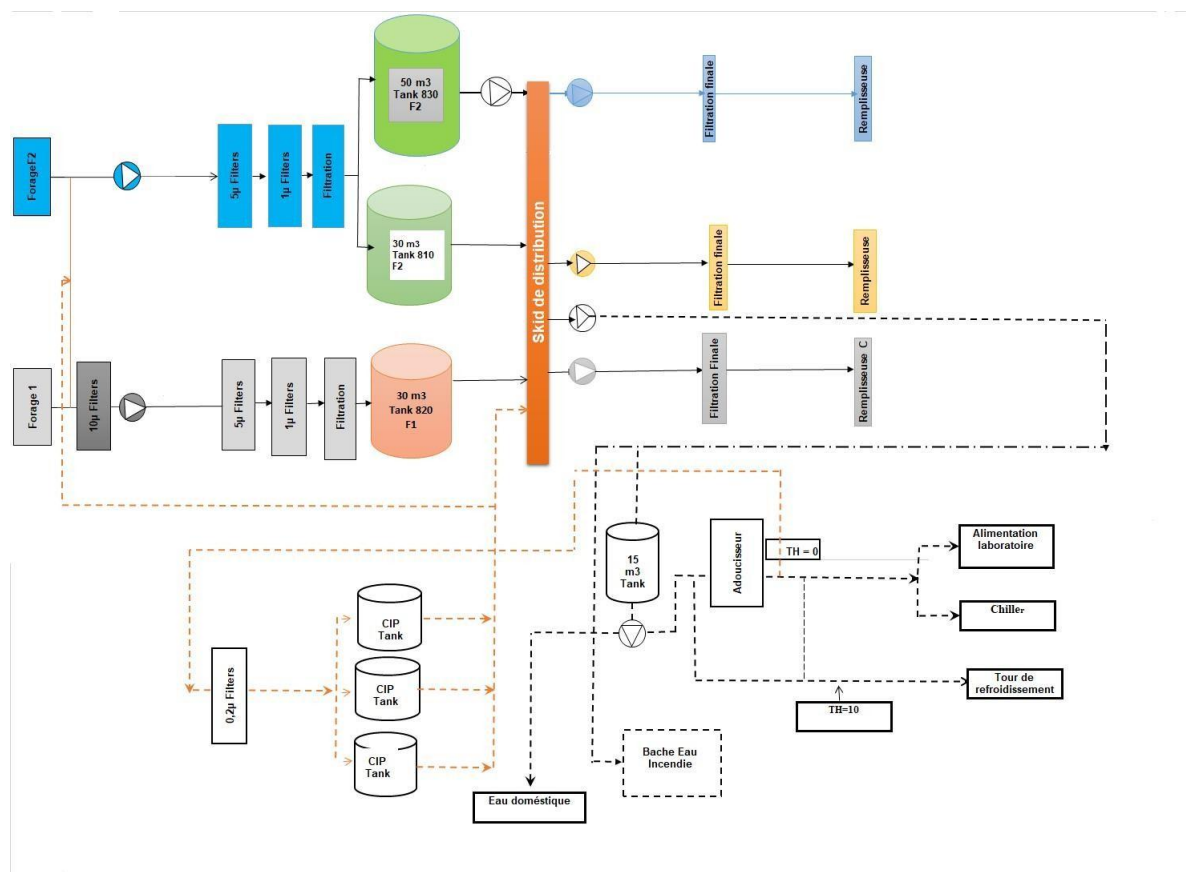


Figure 26 : chaîne de traitement d'eau

3.2 Procédure de CIP chez Nestlé waters

Le Calendrier des prélèvements effectués durant la période de stage est consigné dans le tableau 05.

Tableau 05 : Calendrier des prélèvements effectués durant la période de stage

Types de nettoyage	Date				
	12/02/2025	08/03/2025	03/04/2025	29/04/2025	04/05/2025
CIP 5 étapes acide+ eau chaude	+				
CIP 3 étapes (eau chaude)					+

CIP 3 étapes (oxonia)			+		
CIP 7 étapes		+		+	

+ : indique qu'un prélèvement a été effectué

Le CIP doit se faire une fois tous les 7 jours au maximum, et aussi dépend des résultats des analyses microbiologiques de laboratoire (DDCD) et selon la procédure d'usine cette fréquence peut changer en cas d'

- Arrêt de production plus de 5h (Désinfection),
- Intervention sur les becs de remplissage en interne, changement de format (CIP Alcalin suivi d'une désinfection).
- Ouverture d'un tuyau ou d'un carter de filtration sans intervention (CIP de 5 étapes au minimum).
- Arrêt total de l'usine de plus de 24h (CIP 7 étapes selon la procédure de l'usine).

II. Plan de la validation

Il est impératif pour l'entreprise d'établir une politique générale de validation et d'orientation visant à garantir la qualité tout en améliorant la maîtrise et la compréhension de ses processus. La validation du nettoyage doit donc être prise après la validation des équipements (qualification de design d'installation et d'opération). Cependant, il est envisageable que la validation du nettoyage soit menée en parallèle avec la validation du processus de fabrication, car le nettoyage représente une étape cruciale pour assurer la qualité du produit final.

Pour valider le nettoyage ainsi que la désinfection des lignes de production de Nestlé Vie Pure, nous avons suivi le protocole de validation défini par le Product Technology Center de Nestlé Waters. Cette approche garantit que les normes élevées de qualité et d'hygiène sont maintenues tout au long du processus de fabrication, contribuant ainsi à assurer la sécurité et la qualité des produits finis de l'entreprise.

1- Protocol validation de CIP

Le Protocol de validation de nettoyage en place au niveau de la société et définie par 4 phases comme suit :

Phase A : organisation et management de CIP

La phase A de la validation du nettoyage en place (NEP) représente :

Une étape préparatoire cruciale pour garantir la rigueur et l'efficacité du processus. Elle débute la création d'une équipe de validation composée de profils multidisciplinaires incluant généralement des représentants de la production, de la qualité, de la maintenance, de l'ingénierie et de la sécurité. Cette diversité d'expertises permet d'assurer une approche globale et cohérente du processus de validation.

La deuxième étape clé de cette phase consiste à définir un plan de validation d'usine, document structurant qui précise les objectifs, la portée, les responsabilités, les protocoles à suivre, ainsi que les critères d'acceptation. Ce plan sert de référence pour toutes les phases ultérieures de la validation.

Phase B : évaluation de la station CIP

La phase B du protocole de validation CIP est centrée sur l'évaluation et la validation technique de chaque station CIP impliquée dans le processus. Dans le cas spécifique de Nestlé waters Blida, cette phase concerne une seule station CIP utilisée pour l'ensemble du site. Elle débute par l'élaboration des URS (User requirement spécification), document fondamental qui définit les exigences de l'utilisateur en matière de qualité, sécurité, traçabilité, gestion des produits chimiques et caractéristique de l'eau utilisée (type de l'eau, conductivité, température, etc.)

Une fois les URS établies, la validation technique s'appuie sur trois étapes clés :

- **DQ (design Qualification)** : vérifie que la conception de la station CIP répond bien aux URS, aux normes réglementaires et aux bonnes pratiques de fabrication
- **IQ (Installation Qualification)** : confirme que l'équipement a été installé correctement selon les spécifications du constructeur et que tous les composants sont présents et conformes.
- **OQ (Operational Qualification)** : valide le bon fonctionnement de l'équipement dans toutes les conditions opérationnelles prévues. Cette étape inclut également la qualification humaine, qui consiste à s'assurer que le personnel impliqué dans l'utilisation, la maintenance et le contrôle du système a reçu une formation adéquate et maîtrise les procédures opérationnelles

Enfin pour clôturer la phase B, une réunion de l'équipe de validation est organisée afin de valider collectivement les résultats, de statuer sur la conformité du système et de donner l'accord pour passer à la phase suivante.

Phase C : validation CIP de chaque circuit

La Phase C du protocole CIP de validation se concentre sur l'examen approfondi et la confirmation de chaque circuit de production qui exige un nettoyage en place. Chaque circuit est examiné individuellement en adoptant la même approche utilisée lors de la Phase B, à savoir le contrôle de l'adéquation aux spécifications établies dans les URS, et la mise en œuvre stricte des phases de qualification technique. Cette étape comprend aussi un processus crucial : la qualification de performance (**PQ**), qui implique l'exécution de prélèvements et d'analyses suite à la réalisation du cycle CIP sur chaque circuit. Ces vérifications visent à évaluer l'efficacité du nettoyage, notamment par le biais d'analyses microbiologiques et physico-chimiques, ainsi que de mesures de résidus chimiques. Les résultats affichés doivent prouver que les circuits sont propres, sécurisés et respectent les exigences de qualité, avant leur remise en service.

Phase D : Poste validation des activités

La Phase D représente l'étape finale du protocole de validation CIP, visant à assurer la pérennité de la conformité du système validé. Elle se divise en quatre étapes clés.

- La première consiste en la mise en place d'un système de surveillance et de vérification de routine, permettant de visualiser et de suivre en continu les paramètres critiques du CIP (les 4Ts : temps, température, taux de concentration chimique, turbulence/débit), en les comparant aux limites définies lors de la validation. Ce système garantit que chaque cycle reste conforme aux critères établis.
- La deuxième étape concerne la maintenance préventive et la formation continue. Il s'agit d'assurer que l'équipement reste fonctionnel et performant par des interventions régulières, la calibration des instruments de mesure, et la formation du personnel afin de limiter les erreurs humaines et de maintenir un niveau de compétence adapté.
- La troisième étape correspond à la réunion finale de validation, durant laquelle l'équipe multidisciplinaire examine l'ensemble de la documentation générée, y compris les résultats du PQ de la Phase C, pour s'assurer que tous les éléments nécessaires à la clôture de la validation sont en place et conformes.

- La quatrième étape est le Change Management (gestion des changements), qui impose une réévaluation systématique en cas de modifications apportées à la station CIP ou aux circuits concernés (ajout de nouvelles lignes, changement de produits, modification de paramètres, etc.). Cette étape garantit que tout changement reste maîtrisé et documenté, en maintenant la validité du système dans le temps.

2- Validation plan de nettoyage (cas pratique)

1. Objectif

Ce protocole a pour but de valider l'efficacité du nettoyage en place (CIP) sur trois circuits critiques de l'usine : **la Liaison F2, la Cuve 810, et la Ligne E**, conformément aux exigences définies dans les URS et aux normes de sécurité et d'hygiène en vigueur.

- **Phase A (gestion et organisation)**

1. Création de l'équipe de validation

Une équipe de validation CIP a été formée, regroupant les services Qualité, Production, Maintenance et Sécurité, afin de piloter et suivre l'ensemble du processus de validation.

La figure ci-dessous présente les membres impliqués, accompagnés de leurs fonctions respectives

001700

Nestle CIP Community	Meeting Log - Factory CIP Validation Team	Doc N°:	
     	Factory: Nestle waters blida	Issue Date:	
	List Owner:	Review Date:	
	HELP: For information on CIP Management Team roles & responsibilities, see: G131.123-3 Phase A: Factory CIP Management Organization, and Annexes 1 & 2.	Page:	Meeting Log

Validation team

Function	Name
CIP Champion	WR&WT Engineer
Manufacturing	DU
QA	Quality manager
Engineering	Maintenance manager
Others (chemical Suppliers)	Fournisseur des produit chimique
Others (PTC)	NQAC laboratoire Nestle en France

Sponsors

Production Manager	Manager de production
Quality Manager	Quality manager
Factory Engineer	maintenace manager

Figure 27 : les membre d'équipe de validation

2. Définir le plan de validation d'usine

Dans le cadre de la deuxième étape de la phase A, qui consiste à définir le plan de validation de l'usine, un tableau de suivi structuré est élaboré afin d'organiser et prioriser les activités de validation des stations CIP. Ce tableau recense, pour chaque station CIP présente dans l'usine, les circuits et objets qu'elle nettoie, tout en évaluant les prérequis de sécurité associés. Il permet également de classer les circuits selon leur niveau de risque et leur difficulté de nettoyage, afin de hiérarchiser les efforts. Le tableau intègre un calendrier détaillé des activités de validation, aligné sur le Plan Directeur Opérationnel de l'usine (OMP), et prévoit une mise à jour régulière du plan.

										Factory :								Issue Date:					
										List Owner:								Review Date:					
										HELP: For information on CIP Management Plan, Prioritization Concept & Grouping Concept, see: GL-31.123-3 Phase A : CIP Management organisation < Define Factory CIP Validation plan										Page:		CIP Validation Plan	
00_CIP_Management_Factory_Name.xlsx																							
CIP Station ID	CIP Group ID	Circuit No.	Circuit / Object name	Product produced	Priority	Grouping	Reason / explanation	Pre requisite for PQ				PQ				Monitoring & Verification Plan done							
								Due Date	Status	Milestone passed	Reason	Due Date	Status	Milestone passed	Reason	QMS /Verification Plan Finalised							

Figure 28 : calendrier détaillé des activités de validation

- Phase B (Evaluation et validation de la station)

1. Spécification des exigences de la station (URS)

La mise en place ou de l'optimisation d'une station CIP, la définition des exigences utilisateurs (URS – User Requirements Specification) constitue une étape essentielle.

Les spécifications des exigences de la station sont consignées dans le tableau 06.

Tableau 06 : Spécification des exigences de la station CIP

Domaine	Recommandations
Sécurité	☐ Douche de sécurité / Lave yeux à des endroits stratégiques ☐ Équipement de protection individuelle (EPI) utilisé dans les zones où l'on peut être exposé aux liquides CIP ☐ Fiches de données de sécurité (FDS) disponibles et correctement mises en œuvre au point d'utilisation des produits chimiques ☐ Procédures et barrières physiques en place pour empêcher le mélange de produits chimiques acides et caustiques concentrés

	❑ Plaques d'accrochage installées avec des verrouillages pour éviter les mauvaises connexions (ou procédures écrites en place lorsque les verrouillages ne sont pas disponibles) ❑ Dispositifs de décharge de pression, trop-pleins, raccords de vidange installés pour assurer une évacuation sûre et prévenir les éclaboussures. ❑ Les surfaces chaudes ne sont pas accessibles. ❑ Procédures de verrouillage et d'étiquetage (LOTO) en place ❑ Analyse des risques réalisée pour toutes les interventions manuelles requises à la station CIP avec un permis de travail ci il nécessite
Qualité	❑ La station CIP fournit une solution aux circuits sans corps étrangers. ❑ La station CIP surveille les Ts (temps, température, titrage, turbulence) opérationnels
Eau	❑ L'eau utilisée pour le rinçage final doit être potable.
Produits chimiques	❑ Les produits chimiques sont conformes aux réglementations locales pour une utilisation sur les surfaces en contact avec les aliments. ❑ La station CIP avec réutilisation des produits chimiques doit surveiller la qualité des produits chimiques pendant le stockage.
Hygiène et conception Mécanique	❑ La conception est hygiénique, selon les normes EHEDG, 3A et/ou Nestlé. L'équipement est « nettoyable by design ». La taille du réservoir CIP est correcte pour les exigences de volume de circuit prévues. ❑ Les matériaux de construction sont compatibles avec les paramètres de fonctionnement NEP attendus et les solutions chimiques.

	☐ La conception est correcte pour alimenter les circuits avec un débit correct (sélection de la pompe, conception de l'échangeur de chaleur, dimensionnement des tuyaux et des vannes, etc.)
Rejet de rinçage	☐ Les eaux usées de la station CIP sont traitées conformément à la législation locale et à la politique de Nestlé avant d'être rejetées ou réutilisées.
Assistance de la maintenance	☐ La conception et l'installation de la station CIP permettent l'accès à l'entretien et aux inspections de routine des composants clés.
Fonctionnalité	☐ La station CIP fournira la solution de nettoyage correcte à une température, un titrage et une turbulence prédéfinis pendant un temps prédéfini au circuit sélectionné. ☐ La station CIP avec réutilisation chimique doit contrôler le titrage et la température des solutions chimiques stockées. ☐ La station CIP avec réutilisation chimique doit diriger la solution de retour du circuit vers la cible correcte. (CIP réservoir ou refoulement) ☐ Les instruments sont inclus et positionnés pour fournir les fonctions de surveillance et de contrôle requises. ☐ Les réservoirs CIP sont entièrement vidangeables ☐ Des crépines en ligne sont fournies pour assurer l'approvisionnement en solution CIP exempte de corps étrangers dans le circuit.

2. Qualification de la conception (DQ)

• Plan de tuyauterie et d'installation (P&ID)

Les tuyauteries et les instrumentation diagramme sont mentionné dans la figure 29.

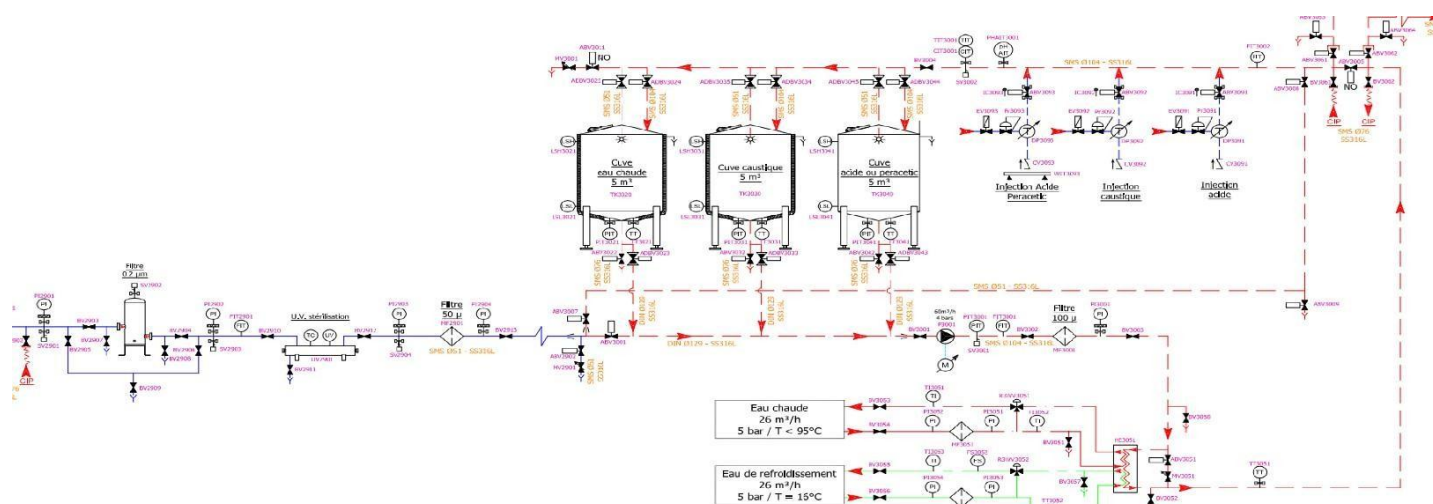


Figure 29 : Plan de tuyauterie et instrumentation de station CIP

3. Qualifications des installations IQ

L'installation de la station CIP est présentée dans la figure 30.

Surveillance des 4Ts

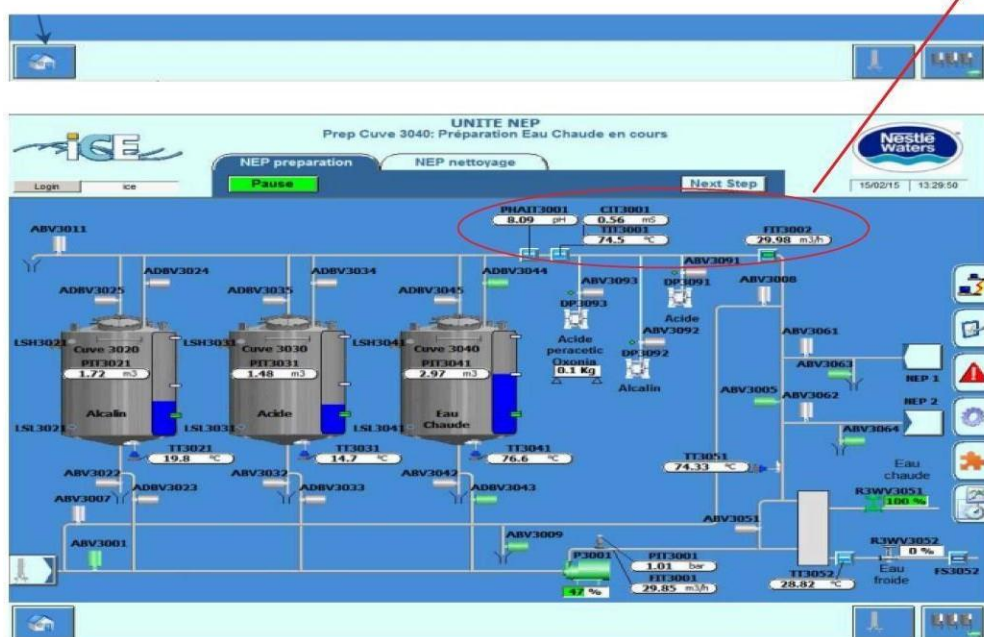


Figure 30 : L'installation de station CIP

4. La qualification opérationnelle

Le standard opérationnel des opérations de CIP est présenté dans le tableau 07.

Tableau 07 : standard opérationnel des opérations de CIP

Opération CIP liaison forage F1	Illustration 	Commentaire -La salle d'eau est une zone d'hygiène moyenne. -Le port des sur-chaussures est une mesure supplémentaire appliquée pour renforcer hygiène et réduire risque de contamination																																																
		Tenues de protection obligatoire à savoir : masque, lunettes de protection, bottes et gants au moment de la manipulation des produits chimiques																																																
1		Arrêter l'alimentation des cuves 820 & 830 , en mettant les deux boutons sur " arrêt "																																																
2		Accédez au menu CIP en faisant entrer les données suivantes : Nom utilisateur : admin Mot de passe : Admin.021																																																
3		Vérifiez que la lampe UV est bien allumée (80-150 mJ/cm2). ΔP doit être compris entre 0,1 & 1,5 Bar (filtre 0,2 μ pour l'eau industrielle).																																																
4		-Avant de lancer la préparation, la chaudière doit être allumée. Juste pour chauffer l'alcalin ou l'acide.																																																
5	<table><tr><th colspan="2">Paramètre</th><th>Unité</th><th>Valeur</th></tr><tr><td colspan="4">Données de rinçage :</td></tr><tr><td>Donnée de rinçage (s)</td><td>60</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Donnée de rinçage de la cuve N°1 (s)</td><td>15</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Donnée de rinçage de la cuve de pré (s)</td><td>15</td><td></td><td></td></tr><tr><td colspan="4">Paramètres de préparation :</td></tr><tr><td>Conductivité de l'acide (mS/cm)</td><td>400</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Conductivité de l'alcalin (mS/cm)</td><td>2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Acide peracétique (%)</td><td>0.5</td><td>Poids à introduire (kg)</td><td>24.3</td></tr><tr><td>Température de l'eau chaude</td><td>50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Température de l'acide (°C)</td><td>50</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Température de l'eau (°C)</td><td>50</td><td></td><td></td></tr></table>	Paramètre		Unité	Valeur	Données de rinçage :				Donnée de rinçage (s)	60			Donnée de rinçage de la cuve N°1 (s)	15			Donnée de rinçage de la cuve de pré (s)	15			Paramètres de préparation :				Conductivité de l'acide (mS/cm)	400			Conductivité de l'alcalin (mS/cm)	2			Acide peracétique (%)	0.5	Poids à introduire (kg)	24.3	Température de l'eau chaude	50			Température de l'acide (°C)	50			Température de l'eau (°C)	50			-Assurez que chaque bidon de produit chimique est mis à sa place. -Vérifiez les paramètres de préparation en appuyant sur le bouton paramètre . -Appuyer sur préparation pour voir les consignes par exemple : Alcalin : T° de préparation : 55 °C Ec de préparation : 45 mS -Lancez la préparation des solutions (Alcalin, Acide, Oxonia) selon le type de CIP (3 étapes/ 5 étapes/7 étapes) en appuyant sur (2) , puis sur la touche (3) faire entrer les données de préparation. -Il faut respecter les conditions de préparation (pH, température, conductivité). -La boucle de préparation doit subir un rinçage automatique.
Paramètre		Unité	Valeur																																															
Données de rinçage :																																																		
Donnée de rinçage (s)	60																																																	
Donnée de rinçage de la cuve N°1 (s)	15																																																	
Donnée de rinçage de la cuve de pré (s)	15																																																	
Paramètres de préparation :																																																		
Conductivité de l'acide (mS/cm)	400																																																	
Conductivité de l'alcalin (mS/cm)	2																																																	
Acide peracétique (%)	0.5	Poids à introduire (kg)	24.3																																															
Température de l'eau chaude	50																																																	
Température de l'acide (°C)	50																																																	
Température de l'eau (°C)	50																																																	

Phase C : Evaluation et Validation de chaque circuit

Dans notre cas on a choisi une zone d'étude de trois circuits, du forage jusqu'à la ligne de production nommé respectivement :

- **Liaison F2** : conduite en acier inoxydable elle lie le forage F2 avec la salle d'eau
- **Prétraitement cuve 810** : c'est un circuit contient trois carter de filtration (5/1.2/1 µ) + la cuve de stockage (30 m³)
- **Ligne E** : circuit d'une ligne d'embouteillage de deux SKU (1.5 et 0.5 litre)

1. Spécification des exigences de chaque circuits (URS)

Les spécifications des exigences de chaque circuit sont présentées dans le tableau 08.

Tableau 08 : spécification des exigences de chaque circuit

Exigences de haut niveau	Liaison F2			Prétraitement cuve 810			Ligne E		
Criticité basé sur les caractéristiques du produit et du processus	produit :	Eau brute		produit :	Eau Filtré		produit :	Eau Filtré	
	Présence de minéraux	oui		Présence de minéraux	oui		Présence de minéraux	oui	
	Présence de protéines	oui		Présence de protéines	oui		Présence de protéines	oui	
	Présence de glucides	non		Présence de glucides	non		Présence de glucides	non	
	Présence d'eau	Oui		Présence d'eau	Oui		Présence d'eau	Oui	
	Priorité	3		Priorité	2		Priorité	1	
Objectif du nettoyage et désinfection	Exigences de nettoyage	Définition des critères de validation, de contrôle et d'acceptation		Exigences de nettoyage	Définition des critères de validation, de contrôle et d'acceptation		Exigences de nettoyage	Définition des critères de validation, de contrôle et d'acceptation	

	Élimination des		PH + conductivité +	Élimination des	O UI	PH + conductivité +	Élimination des	O UI	PH + conductivité +
	produits chimiques de nettoyage	O UI	analyse sensorielle	produits chimiques de nettoyage		analyse sensorielle	produits chimiques de nettoyage		analyse sensorielle
	Élimination des résidus de produit	O UI	Analyse physico-chimique	Élimination des résidus de produit	O UI	Analyse physico-chimique	Élimination des résidus de produit	O UI	Analyse physico-chimique
	Élimination de l'allergène	NON	/	Élimination de l'allergène	NON	/	Élimination de l'allergène	NON	/
	Élimination des microorganismes	O UI	Analyse microbio	Élimination des microorganismes	O UI	Analyse microbio	Élimination des microorganismes	O UI	Analyse microbio
Dans le pire des cas	Lignes directrices pour définir le cas le plus défavorable			Lignes directrices pour définir le cas le plus défavorable			Lignes directrices pour définir le cas le plus défavorable		
	Produit le plus difficile à nettoyer		Water NA	Produit le plus difficile à nettoyer		Water NA	Produit le plus difficile à nettoyer		Water NA
	Durée de production la plus longue		21 jours	Durée de production la plus longue		21 jours	Durée de production la plus longue		07 jours

	Séquence des produits qui posent le plus de difficultés de nettoyage	Aucune		Séquence des produits qui posent le plus de difficultés de nettoyage	Aucune		Séquence des produits qui posent le plus de difficultés de nettoyage	Aucune
	La pire séquence	Aucune		La pire séquence	Aucune		La pire séquence	Aucune
	d'étapes du processus et les produits à nettoyer			d'étapes du processus et les produits à nettoyer			d'étapes du processus et les produits à nettoyer	
Évaluation de l'équipement	Le circuit comprend-il des équipements qui doivent être nettoyés manuellement ?	NON		Le circuit comprend-il des équipements qui doivent être nettoyés manuellement ?	NON		Le circuit comprend-il des équipements qui doivent être nettoyés manuellement ?	NON

2. Qualification du conception DQ

Cette qualification est applicable pour les trois circuits, et le tableau 09 indique les recommandations de désigne des circuits.

Tableau 09 : Recommandation de désigne des circuits

Quoi ?	Comment
Préparation	Collecte d'informations : P&ID (diagramme de flux) Documentation technique des équipements Liste des articles
Identifier les points d'échantillonnage et les points d'inspection pour un accès facile	Analyser les P&ID et les dessins détaillés des équipements pour identifier les points critiques (points d'échantillonnage, regards...) et déterminer si l'accès est possible.
Identifier les points de vidange (vérifier l'absence d'éclaboussures de produits chimiques dangereux)	Vérifiez les schémas P&ID et d'équipement pour identifier les vannes d'échantillonnage, de vidange et d'étanchéité afin de vous assurer que les solutions CIP seront dirigées en toute sécurité vers le drain sans débordement ni éclaboussures.

Définir les exigences de flux CIP pour obtenir des turbulences dans les tuyauteries	« Se référer à MI-364.13 - Tuyauterie, « Débit CIP en fonction du diamètre du tuyau » Vérifiez qu'une vitesse minimale de 1,5 m/s peut être atteinte dans la tuyauterie du circuit.
Définir les exigences de débit CIP dans le cas d'un réservoir (notre cas la cuve 810)	Consultez la norme MI-364.13-Réservoirs pour déterminer le débit CIP des réservoirs (0,08 litre par seconde par m ² de surface interne) Reportez-vous à la documentation du fabricant de la boule de pulvérisation pour vérifier la taille et la position correctes dans
	le réservoir. (Demandez conseil à un expert si nécessaire) Comparez le débit CIP requis pour la tuyauterie et le débit CIP requis pour le réservoir, et vérifiez que la pompe de la station CIP et la pompe de retour CIP sont correctes.
Évaluer la conception des équipements pour identifier les zones potentiellement difficiles à nettoyer	"Se référer à la documentation technique des équipements. Vérifier la compatibilité du matériau avec les solutions de nettoyage utilisées. Vérifier la conception hygiénique de l'article (EHEDG ou 3A). Déterminez si les éléments de l'équipement peuvent être nettoyés sur place
Identifier la procédure de soudage en vigueur	"Se référer à Mi-364.13-Annexe IX et GI-31.121 Nestlé Hygiénique Engineering Vérifier que la procédure de soudage en vigueur est conforme."
Identifier la procédure de nettoyage, y compris les paramètres opérationnels.	Créer une procédure CIP pour le circuit : Définir 4 Ts opérationnels Attention au T pour Technologie, par exemple, basculement de vanne, nettoyage d'agitateur, niveau de cuve pendant les phases de nettoyage."
Évaluer le système en place pour surveiller les paramètres clés du CIP	Évaluer le système de surveillance en place et discuter avec l'équipe d'automatisation de la manière dont les paramètres clés seront surveillés pendant le CIP
Identifier le(s) circuit(s) à nettoyer en place.	Vérifiez le P&ID pour identifier le chemin du produit, le chemin de nettoyage, les points d'interface vers la station CIP et d'autres circuits.

3. Qualification des installations IQ

Les recommandations des installations des circuits sont lustrés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Recommandation des installations des circuits

Quoi ?	Comment
Préparation	Préparez du matériel, tel que : • P&ID imprimé grand format • Liste de contrôle du QI pour chaque membre de l'équipe • Balises pour identifier les lacunes
Inspection visuelle des points d'échantillonnage ou des points de contrôle d'accessibilité	Identifiez les points d'échantillonnage et d'inspection critiques et confirmez qu'ils sont accessibles.
Points LOTO identifiés	Identifier les points LOTO pour l'inspection, rédiger le SOP
Identifier les dispositifs de séparation sûrs entre les chemins Produit et CIP. (Plaque de raccordement, vannes anti-mélange, vannes de double blocage et de purge)	Identifier la séparation sûre entre le chemin du produit et le chemin CIP sur le circuit.
Soudage	Inspecter la soudure en utilisant M 364.13 comme référence. Pour les applications critiques (aseptiques), effectuez une endoscopie ou une radiographie. Vérifiez la procédure de soudage en place.
Vérification P&ID / Flowsheet "Inspection de l'installation des composants"	• Inspecter l'installation pour vérifier : la disposition et la taille de la tuyauterie ; type et emplacement du composant ; type et emplacement de la vanne ; type et emplacement de l'instrument ; isolation ; étiquettes de composants et étiquettes de tuyaux ; matériaux de construction. • Mettre à jour le dessin pour représenter avec précision l'installation. Indiquez « tel que construit » sur le dessin mis à jour, puis paraphiez et datez chaque dessin une fois terminé.

Inspection visuelle de tous les principaux composants pour garantir qu'ils répondent aux exigences de conception hygiénique	Lors de la visite, inspection visuelle de tous les composants pour la qualité esthétique globale et l'intégralité, en vérifiant que les caractéristiques proviennent de références acceptées pour les normes alimentaires : 1) Pas de corps creux 2) Surfaces lisses en contact avec le produit (0,8 micron) 3) Aucune impasse ou longueur ne doit être $< 1,5 \times$ diamètre 4) Raccords hygiéniques utilisés. 6) Pompes pouvant être vidangées et nettoyées 7) Tamis, filtres : accessibles, nettoyables 8) Instruments : installation et emplacement corrects
Vérifier les enregistrements d'étalonnage des instruments	Vérifier les instruments : - Numéros d'étiquette corrects et date d'étalonnage marqués sur l'instrument - Vérifier l'exhaustivité de chaque certificat d'étalonnage, y compris la référence à la traçabilité NIST et l'enregistrement des données d'étalonnage.

4. Qualification des opérations OQ :

Les recommandations des opérations des circuits sont illustrées dans le tableau 11. *Tableau 11 : Recommandation des opérations des circuits*

Quoi ??	Comment
Préparation	Préparez du matériel, tel que : • P&ID, mis à jour à partir d'IQ • Liste de contrôle OQ pour chaque membre de l'équipe • Liste des écarts, mise à jour à partir du QI • SOP • Résultats de surveillance (graphiques des paramètres CIP)
Essais fonctionnels des interrupteurs de position sur plaque de raccordement	Vérifiez que la séquence CIP ne démarre pas tant que toutes les connexions requises ne sont pas effectuées et que les verrouillages de sécurité ne sont pas corrects.

Test fonctionnel des vannes Mix proof et des vannes doubles de blocage et de purge	Vérifiez que les vannes d'isolement produit NEP (double blocage et purge ou antimélange) fonctionnent correctement
Essais de verrouillage des regards	Vérifiez que lors de l'ouverture des regards, les moteurs s'arrêtent et les vannes se ferment
Valves basculantes	Vérifiez que toutes les vannes nécessaires sont actionnées au moment où elles doivent l'être
Validation du titrage	Prélevez un échantillon dans le réservoir CIP avant de commencer le nettoyage. Vérifier la conductivité, le titrage et la saleté/turbidité
Validation des T opérationnels	« Comparez le processus de nettoyage tel qu'exécuté à la SOP, en notant les différences, telles que : • Vérifier que les paramètres de nettoyage sont respectés (temps, température, titrage, turbulence) • Vérifier le basculement de la vanne et vérifier que cette opération ne crée pas de risque supplémentaire • Vérifier les niveaux du réservoir (complètement vidangé lors du nettoyage) • Vérifier les verrouillages « Le temps devrait s'arrêter lorsque les Ts ne sont pas respectés »
Validation du pré-rinçage, du rinçage intermédiaire et du dernier rinçage	Prélever un échantillon à la station de retour CIP. Le pH et la turbidité peuvent être mesurés en fonction du type de rinçage
Test de couverture de la boule de pulvérisation	« Lors d'un test fonctionnel avec de l'eau, la couverture de la boule de pulvérisation sera validée. Les ombres des billes de pulvérisation peuvent être causées par des arbres de turbine ou d'autres pièces d'une installation plus complexe dans un objet. Pour vérifier le contact de la solution de nettoyage avec la surface, il est recommandé d'enduire les surfaces (par exemple dans un réservoir) d'un marqueur inoffensif tel qu'une solution de riboflavine ou de lait en poudre de nettoyage, et d'examiner les surfaces après le nettoyage visuellement, par exemple, avec la lumière UV.
Suivi des T opérationnels	Vérifiez le système de surveillance en place et vérifiez s'il fonctionne correctement

Le basculement de la vanne dans le drain est un danger	Vérifier que les vannes pulsées ne représentent aucun danger pour les personnes
--	---

5. Qualification des performance PQ

- Echantillonnage et prélèvement

Afin d'effectuer le contrôle sensorielle, physico-chimique de l'eau de source, le programme d'échantillonnage a été réalisée par les techniciens de laboratoire. L'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico chimiques.

• **Etapes de prélèvement** : Avant de procéder au prélèvement il est nécessaire de rincer 2 à 3 fois les bouteilles le prélèvement de l'échantillon conformément intitulé de la norme ISO 56667-1 pour analyses physico-chimiques, est une grande importance puisque les résultats reflètent directement les caractéristiques physico-chimiques de l'eau prélevée. Les échantillons d'eau sont prélevés dans des bouteilles en verre stérilisées pour les analyses microbiologiques puis fermer hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans la bouteille. Il faut identifier immédiatement sur l'étiquette le nom de la source d'eau ainsi que la date de prélèvement. Les flacons utilisés sont en verre d'un litre soumis à un lavage et une stérilisation préalable (stériliser à l'autoclave). Les flacons sont rincés de nouveau avec de l'eau à analyser au moment de prélèvement puis remplis jusqu'au bord pour empêcher toute pénétration de l'air.

Les étapes de prélèvements sont indiqué dans la figure 31.



Figure 31 : Etapes de prélèvements

1) Validation du rinçage finale

1. Potentiel d'hydrogène pH

Le PH-mètre est un appareil électronique composé d'un boîtier affichant la valeur numérique du PH et d'une sonde de mesure de la concentration du milieu en proton oxonium H_3O^+ . Cette dernière est équipée d'une électrode de verre mesurant le potentiel électrochimique de la solution à analyser et d'une électrode de référence ayant un potentiel constant et connu. Le pHmètre utilise le rapport entre la concentration en ion H_3O^+ et la différence de potentiel électrochimique des deux électrodes pour mesurer le pH. Les deux électrodes peuvent être combinées ou séparées selon les modèles.

- **Mesure de pH :** Le pH mesure la concentration du milieu en proton oxonium (H_3O^+) contenus dans l'eau. Il varie légèrement selon la température, les saisons et les périodes d'activité biologique. Il détermine également l'alcalinité ou l'acidité de l'eau.

Les normes de pH admises par l'union Européenne (U.E) sont comprises entre : $6,5 < \text{pH} < 8$, L'appareil de mesure, le pH-mètre de marque WTW avec électrode en verre et la sonde de température est intégré, il mesure la différence de potentiel existant dans l'eau à analyser. pour analyser l'échantillon il faut le verser dans un bécher en verre avec une agitation par un agitateur magnétique.

Les solutions étalonnées les plus utilisées sont les solutions commercialisées à un $\text{pH}=4,00$ ou $6,86$ et $\text{pH} = 7,00$

Le stockage des électrodes se fait dans une solution KCl (pour maintenir l'électrode humide et assure aussi un rechargement de l'électrolyte en ions KCl).

La calibration du pH-mètre se fait une seule fois par mois pour la fiabilité des résultats, selon Standard Nestlé. Le pH de l'eau doit être neutre

Principe : La mesure du pH d'une solution s'appuie sur la mesure du potentiel d'hydrogène d'une solution au niveau de l'électrode plongée dans la solution.

Mode opératoire :

- Etalonner le pH-mètre par les solutions tampon ($\text{pH}=4$, $\text{pH}=7$)
- Rincer l'électrode par l'eau distillée, et la sécher en utilisant le papier Joseph en appuyant doucement sur la sonde.
- Plonger la sonde du pH menai d'un thermomètre dans un bécher rempli de l'échantillon d'eau à mesurer.
- Attendre la stabilisation de résultats sur l'appareil puis lire le résultat de pH et mentionner de degré de température($^{\circ}\text{C}$).

2. Conductivité Ec

Est une mesure de la capacité de l'eau à conduire le courant électrique entre deux électrodes. Elle permet d'apprécier la quantité de matière dissoute dans l'eau sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité doit être effectuée à une température de 25°C .

- La conductivité électrique des eaux est liée aux interactions « eau-roche » et à la capacité des eaux à dissoudre les minéraux contenus dans les roches.
- La conductivité permet d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.
Conductimètre : Un conductimètre est un appareil permettant de mesurer la conductivité électrique d'une solution. Le dispositif de mesure de la conductivité est composé de deux éléments distincts, à savoir un boîtier électronique qui affiche la valeur de la conductivité, et d'une cellule qui est responsable de la mesure de cette valeur. L'appareil mesure la tension aux bornes d'une cellule plongeant dans la solution à étudier et l'intensité du courant qui y circule. L'unité de mesure communément utilisée est le siemens (S/cm) exprimé en micro siemens par centimètre($\mu\text{S/cm}$)

Mode opératoire :

- Etalonner d'abord le conductimètre avec une solution de chlorure de sodium ou de potassium(1413 μ S/cm)
- Plonger l'électrode dans l'eau à analyser en attendant sa stabilisation pour noter la valeur qui s'exprime en micro siemens par centimètre(μ S/cm)
- L'électrode doit être rincée abondamment avec l'eau distillé après chaque mesure.

3. Les analyses sensorielles (organoleptique)

Objectif de l'analyse sensorielle :

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective. Les qualités sensorielles des produits vont largement contribuer à déterminer l'acceptabilité du produit par le consommateur. (Jolicœur,2003)

Méthode : L'analyse est faite par une équipe de panelistes formés par un leader sensoriel sur le site de l'usine. Les fiches de dégustations sont attribuées selon la couleur, l'odeur, le gout, et même l'aspect de l'eau en attribuons IN/JUST IN si l'échantillon est conforme ou IN/OUT s'il ne l'a pas.

Pour réaliser l'analyse sensorielle, un panéliste de la production doit évaluer la première bouteille de démarrage de la ligne de production et après chaque quatre heures de shift. Une fois l'eau versée dans le gobelet en plastique transparent , il est nécessaire de goûter l'échantillon et de noter le résultat obtenu dans la case appropriée de la fiche de test de chaque panéliste. Il est crucial de prendre de l'eau de référence (de l'eau déjà libérée) entre chaque test afin d'éviter tout biais dans les résultats.

Les paramètres organoleptiques de l'eau doivent être appréciés au moment du prélèvement. □

Test de la couleur

La couleur a été évaluée par observation oculaire de plusieurs bouteilles et flacons remplies d'eau prélevée de la source.

□ Test de l'odeur

Une eau destinée à la consommation humaine doit être dépourvue d'odeurs. La présence d'une odeur peut indiquer une pollution ou la présence de la matière organique en décomposition, ce qui peut être nocif pour la santé des consommateurs. L'appréciation de l'odeur a été effectuée par simple analyse olfactive.

□ Test de gout et de saveur

Le gout peut être défini comme étant l'ensemble des sensations gustatives, olfactives et de sensibilité chimique commune perçue lorsque l'aliment ou la boisson est dans la bouche, tandis que la saveur peut être définie comme l'ensemble des sensations perçues à la suite de la stimulation, par certaines substances solubles des bourgeons gustatifs. La saveur de l'eau peut être détectée par dégustation, qui nécessite de rincer la bouche avec de l'eau déjà libérer avant chaque dégustation afin d'éviter toute interférence.

Mode opératoire

- Il convient d'ouvrir la bouteille et de verser une quantité d'eau appropriée dans le gobelet.
- Se concentrer, sentir bien l'eau et essayer de détecter si elle contient des odeurs indésirables telles que l'acétaldéhyde, l'odeur des moisissures...etc.
- Gouter cette eau et écrire le résultat de cet échantillon dans sa case spécifique dans la fiche du test de chaque panéliste, en prenant de l'eau de référence (eau déjà libérée) entre chaque test.

Expression des résultats

Le leader prend les fiches de 4 panélistes et calcule le pourcentage des IN/JUST IN/OUT et donne le résultat final de la libération trouvé dans la boîte sensorielle suivant les règles suivantes :

- Avec une majorité d'IN le produit est globalement IN.
- Avec une majorité de JUST IN le produit est globalement JUST IN.
- Avec une majorité d'OUT le produit est globalement OUT.

IN : l'eau ne présente aucune odeur / gout indésirables

JUST IN : l'eau présente légèrement un gout /odeur indésirables

OUT : l'eau a un gout ou une odeur indésirable, cela signifie que la qualité de l'eau n'est pas satisfaisante.

Les paramètres de libération de la ligne de production après le CIP sont constatés dans le tableau 12.

Tableau 12 : Paramètres de libération de la ligne de production après le CIP

Paramètres	Standard
Test sensoriel IN/OUT sur 1 bouteille du démarrage	IN à 100%
PH de 1 bouteille	7,6 <= PH <8,0
Ec 1 bouteille	402<=Ec <= 650 (µS/cm)

2) Validation de la désinfection

Contrôle microbiologique de l'eau de forage, l'eau tout au long de la chaîne de filtration et l'eau conditionnée :

L'analyse microbiologique d'une eau de source porte sur le dénombrement de la flore mésophile aérobie totale, des coliformes, *Escherichia coli*, des entérocoques intestinaux, des spores d'anaérobies sulfito-réducteurs, des *Pseudomonas aeruginosa* et des levures et moisissures. Les protocoles d'analyses décrites ci-dessous sont basés sur les mêmes principes des méthodes ISO et développés par les PTC (Product technology Centre) de Nestlé Waters. La recherche des germes a été effectuée sur milieu solide par la méthode de filtration

• Méthode de filtration Principe

Cette technique consiste à faire passer un volume d'eau sur des membranes, qui retiennent les bactéries, montées dans un appareil à filtration. Ces membranes sont déposées sur des boîtes de pétri contenant des milieux de cultures sélectifs.

Mode opératoire

- Mettre en fonction l'appareil à vide
- Flammer la surface supérieure de la rampe de filtration ainsi que les filtres et les entonnoirs - Laisser refroidir
- Travailler sous une hotte à flux laminaire
- Prendre une membrane millipore (nitrate de cellulose) stérile près du bord à l'aide d'une pince stérilisé (flambé et refroidie) et la déposer ensuite sur le support
- Placer l'entonnoir sur le support et le fixer fermement
- Agiter soigneusement le flacon d'eau à analyser, et verser dans l'entonnoir les volumes requis selon le germe recherché
- Ouvrir le robinet pour laisser l'eau s'écouler lentement sous l'action du vide
- Retirer l'entonnoir, à l'aide d'une pince stérile déposer la membrane filtrante sur un milieu de culture sélectif en évitant la formation des bulles d'air lors du dépôt de la membrane
- Inscrive sur la boîte de Pétri le numéro de l'échantillon
- L'inversion des boîtes de Pétri empêche la condensation sur les membranes
- Après la période d'incubation, sortir et ranger les boîtes de Pétri par ordre de numéro d'échantillon. L'observation des membranes s'effectue le plus tôt possible après leur sortie de l'incubateur.

➤ Incubation et dénombrement des germes totaux

Au moment de l'emploi, faire fondre un flacon de 250ml de Yeast Extract Agar YEA, maintenir le milieu dans un bain marie à 45C° jusqu'au moment de l'utilisation. (Le faire couler dans les boîtes de pétri de 55mm de diamètre et laisser solidifier sur la paillasse).

Après filtration du contenu de chaque échantillon, mettre les membranes sur le milieu YEA - Incuber à (22±2) C° pendant 72heures.

- La lecture se fait 3^{ème} jour. (Compter toutes les colonies présentes dans les boîtes de pétri).

➤ **Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux**

Faire fondre un flacon de 250ml de milieu de culture sélectif CCA Gélose Chromogène de coliforme, le refroidir dans un bain marie à 45°C.

Après filtration du contenu de chaque échantillon, mettre les membranes sur le milieu sélectif CCA.

- Incuber à (36 ± 2) °C de 21h à 24h.

Lecture et dénombrement

Compter toutes les colonies caractéristiques : Colonies roses = coliformes totaux ; Colonies bleuesviolet = E.coli

Isolement

- Faire un isolement de chaque type de colonies sur YEA.
- Incubation à (36 ± 2) °C pendant 24 heures. **Identification**

biochimique

□ **Test oxydase**

Son principe est basé sur la recherche de l'enzyme cytochrome oxydase.

- Avec l'anse en plastique, prélever sur le milieu nutritif YEA une colonie ayant bien poussée et isolée,
- Placer la colonie sur la zone réactionnelle de la bandelette et frotter avec l'anse. □ Après environ 20 à 60 secondes comparer avec l'échelle colorée, (en présence de germes positifs au cytochrome oxydase, la zone réactionnelle se colore de bleu à bleu-violet) Le développement de la couleur violette en 10 secondes est consigné dans la figure 32.

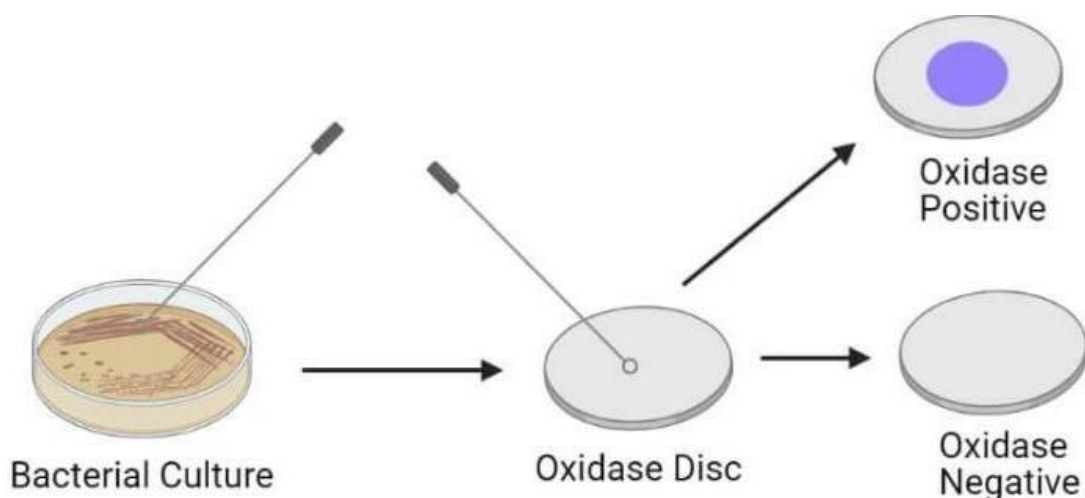


Figure 32 : Développement de la couleur violette en 10 secondes

➤ **Recherche et dénombrement des levures et moisissures**

Faire fondre un flacon de 250ml de gélose glucosée (OGA base), le refroidir dans un bain marie à 45C° puis ajouter 10ml du supplément sélectif Ox-Tétracycline pour obtenir le milieu sélectif OGA ; mélanger soigneusement et aseptiquement. Le milieu est ainsi prêt à l'emploi.

Après filtration du contenu de chaque échantillon, mettre les membranes sur le milieu sélectif OGA.

- Incuber à (22±2) C° pendant 4 jours,

- La lecture se fait à partir du 3^{ème} jour. **Lecture et dénombrement**

- Les levures présentent des colonies de contour bien défini, de couleur beige -rosé, pouvant apparaître en relief (3D) et normalement sans centre de couleur intense.
- Les moisissures présentent des colonies larges, le thalle aux contours diffus, de couleur variable, plates, avec un centre présentant une coloration intense.

➤ **Recherche et dénombrement des germes totaux**

La recherche et dénombrement des germes totaux se réalise à deux températures différentes afin de cibler à la fois les microorganismes à tendance psychrophiles qui ont une température optimale de développement qui est de 22C° et ceux qui sont mésophiles leurs températures optimales est de 37C°.

Dans 1ml d'échantillon par ensemencement en profondeur d'un milieu gélose :

- Homogénéiser l'échantillon et pipeter deux fois 1ml à l'aide d'une micropipette stérile dans deux boîtes de pétri de 90mm de diamètre.
- Compléter ensuite chacune des boîtes avec environ 20ml de gélose Yeast Extract Agar sans glucose.
- Homogénéiser les boîtes en faisant des mouvements circulaires de va et vient en forme de 8 puis laisser solidifier sur paillasse.

Dans 1ml d'échantillon par filtration :

- Verser 100ml d'eau distillée stérile dans l'entonnoir,
- Homogénéiser l'échantillon et ajouter 1ml d'échantillon à l'aide d'une micropipette stérile,
- Passer le contenu au travers une membrane stérile de 0,45µm et disposer celle-ci sur une boîte de pétri de 55mm de diamètre contenant du YEA sans glucose. **Incubation**
- Les deux premières boîtes sont incubées couvercle en bas respectivement à (22±2) C° pendant 72heures et à (36±2) C° pendant 48 heures,
- La dernière boîte est incubée à (22±2) C° pendant 72 heures,

Lecture et dénombrement des résultats

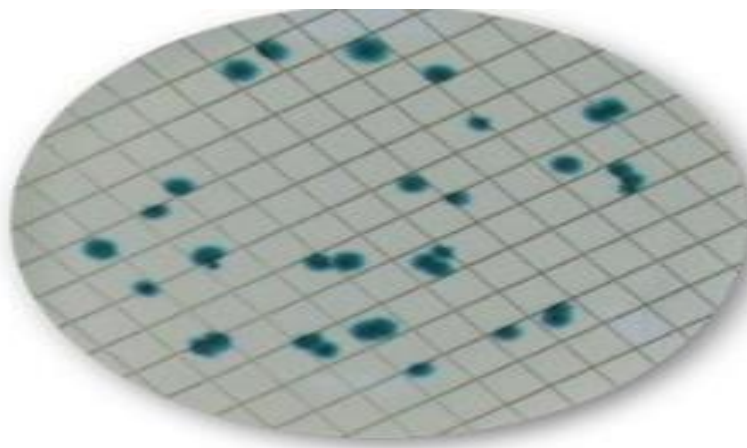
Compter toutes les colonies présentes dans les boîtes de pétri et exprimer le résultat en UFC par volume d'échantillon filtré.

➤ Recherche et dénombrement des *Pseudomonas Aeruginosa* Mode opératoire

- Homogénéiser l'échantillon et filtrer 250ml de cet échantillon sur une membrane stérile de 0,45µm.
- Mettre la membrane sur le milieu sélectif CN agar
- Incuber à $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 48 heures. La lecture se fait après 24 heures et 48 heures.

Lecture des résultats

Compter les colonies caractéristiques qui sont irrégulières, granuleuse, peu colorée ou de couleur beige, bleu verts ou jaune et fluorescentes sous lampe UV (365nm) (figure 33).



*Figures 33 : Lecture des résultats et dénombrement des *Pseudomonas Aeruginosa**

Si les colonies sont fluorescentes elles feront l'objet d'un isolement (cas de contamination)

Isolement

- Isoler les *Pseudomonas aeruginosa* sur milieu YEA sans glucose,
- Incuber à $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures,
- Identifier biochimiquement les résultats obtenus ;

Remarque

Lors de l'isolement la présumé dégage une odeur de jasmin

Test oxydase

Les colonies trouvées oxydase négatif feront l'objet de deux repiquages à l'aide d'une anse bouclée.

- Une incubation dans des tubes contenant d'acétamide Roth puis incubation à $36\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 24 heures.

Ajouter une goutte de réactif de Nessler pour la détection de l'ammoniaque.

Lecture et dénombrement

- Les tubes dont la couleur devient jaune après l'ajout du réactif de Nessler à l'acétamide Roth pour la détection d'ammoniac sont considérés comme étant positifs.
- Les tubes sont considérés comme positifs s'ils présentent à la fois une fluorescence sous lampe UV sur milieu KING B et une coloration jaune après l'ajout du réactif de Nessler sur l'acétamide Roth. Les résultats sont exprimés en nombre d'unités formant colonies (UFC) par 250ml.

➤ Détection et énumération des levures et moisissures Mode opératoire

- Homogénéiser l'échantillon et filtrer 250ml ce dernier sur une membrane stérile de $0,45\text{ }\mu\text{m}$,
- Mettre la membrane sur le milieu sélectif OGA,
- Incuber à $22\pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 4 jours,

Moisissure : Filamenteuse/ Aspect Rhizoïde

Levures : Matte blanche crémeux ou pigmentation rose rougeâtre (confirmation avec observation microscopique).

Lecture et dénombrement

La lecture se fait à partir du troisième jour nous constatons que :

- Les levures présentent des colonies de contour bien définis, de couleur beige-rosé à bleu vert pouvant apparaître en relief (3D) alors que son centre est de couleur intense mat blanc crémeux,
- Les moisissures présentent des colonies larges, le thalle aux contours diffus, de couleur variable, plates, avec un centre présentant une coloration intense.

Expression des résultats

Le résultat est donné en nombre de germe par 250ml.

➤ Recherche et dénombrement des spores anaérobies (Clostridium sulfitoréducteurs) Mode opératoire

- Faire fondre un flacon de 250ml de gélose de TSC (Tryptose Sulfite Cyclosérine agar, maintenir le milieu dans un bain marie à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.
- Préparer l'échantillon de 50ml dans un flacon stérile au bain marie de $(75\pm 5)^{\circ}\text{C}$ pendant

15min dans le but de détruire la flore végétative de l'échantillon,

- Faire un choc thermique jusqu'à la température de 18C°,
- Filtrer l'échantillon à travers une membrane de 0,45µm,
- Placer le filtre sur un milieu TSC (Similaire à l'eau physiologique)
- Incuber la boîte à (36±2) C° durant (44±4) heures dans des conditions d'anaérobioses en utilisant une jarre et un générateur d'anaérobiose ainsi qu'indicateur anaérobiose,

Lecture et dénombrement

Compter les colonies typiques noires entourées d'un halo noir.

➤ **Lecture et énumération des spores anaérobies (clostridium)**

Nous comptons tous les colonies noires après 48 heures qui sont des microorganismes qui sporule appeler les anaérobies sulfito-réductrice. Une fois la contamination avère nous allons affaire :

Isolement

Pour toutes les colonies beiges, nous prenons au maximum cinq colonies, puis nous allons faire un test de confirmation qui consiste à faire des stries pour chaque colonie en deux milieux TSC agar.

- Incuber le premier à (37±1) C° dans l'aérobiose pendant (24±4) heures,
- Incuber le deuxième à (37±1) C° dans l'anaérobiose condition anaérobique pendant (24±4) heures.

Nous établissons un test de catalase pour toutes les colonies qui se multiplient en milieu anaérobique.

Les spores de Clostridium dans des conditions d'anaérobioses sont catalases négatives :

- S'il y'a formation de bulles, dues à un dégagement de dioxygène (effervescence) la bactérie possède la catalase.
- Si aucune observation n'est faite, cela signifie que la bactérie ne possède pas l'enzyme en question, ce qui est le cas pour les ASR.

Expression des résultats :

Les résultats sont exprimés en Nombre d'UFC /50ml.

➤ **Recherche et dénombrement des entérocoques**

Mode opératoire :

- Faire fondre un flacon de 250ml de gélose de Slanetz et Bartley, le refroidir dans un bain marie à 45C° maintenir le milieu jusqu'au moment de l'utilisation,
- Homogénéiser l'échantillon et filtrer 250ml de cet échantillon à travers une membrane stérile de 0,45µm,

- Mettre la membrane sur le milieu sélectif Slanetz et Bartley,
- Incuber à (36 ± 2) C° pendant (44 ± 4) heures ;

➤ **Lecture et dénombrement des entérocoques intestinaux**

Toutes les colonies caractéristiques des entérocoques apparaissent en rouge, marron ou rose.

Dans le cas d'une contamination il faut faire : **Isolement**

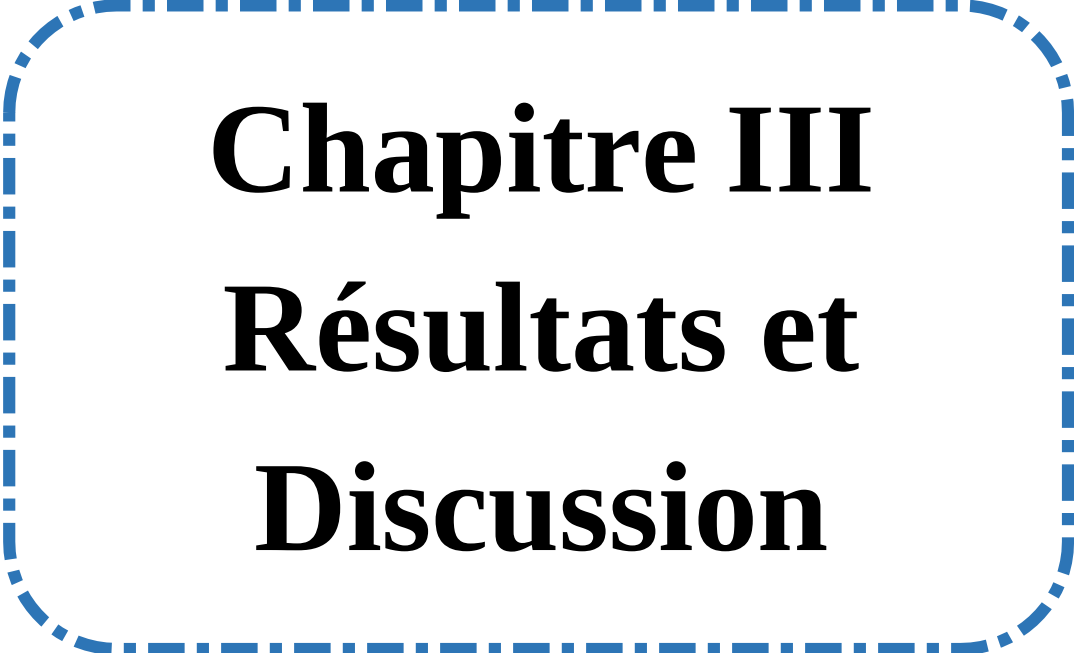
- Transférer la membrane de filtration du milieu sélectif à un autre milieu appelé BILEESCULINE AZIDE AGARE (BEA) qui est préchauffé en moins d'une heure à (44 ± 0.5) C°
- Incuber pendant deux heures à (44 ± 0.5) C°

Les entérocoques hydrolysent l'esculine ce qui donne à la colonie une apparence d'un halo noir qui entoure leur centre.

Confirmation et expression de résultats Test

catalase

- Sur une lame, déposer une goutte de H_2O_2 , puis le mettre en contact avec une colonie isolée, ensuite prélevée avec une anse,
- Observer immédiatement,
- S'il y'a formation de bulles dues à un dégagement de dioxygène (effervescence), la bactérie possède la catalase.
- Dans le cas contraire la bactérie ne possède la catalase. C'est le cas des entérocoques intestinaux.
- Le résultat est donné en nombre d'UFC /250ml.



Chapitre III

Résultats et

Discussion

III.1 Résultats des URS

Les résultats des URS sont consignés dans le tableau 13.

Tableau 13 : résultats des URS

Domaine	Résultats
Sécurité	• Douche de sécurité / Lave yeux à des endroits stratégiques « conforme » • Équipement de protection individuelle (EPI) utilisé dans les zones où l'on peut être exposé aux liquides CIP « conforme » • Fiches de données de sécurité (FDS) disponibles et correctement mises en œuvre au point d'utilisation des produits chimiques « conforme » • Procédures et barrières physiques en place pour empêcher le mélange de produits chimiques acides et caustiques concentré « conforme » • Plaques d'accrochage installées avec des verrouillages pour éviter les mauvaises connexions (ou procédures écrites en place lorsque les verrouillages ne sont pas disponibles) « conforme » • Dispositifs de décharge de pression, trop-pleins, raccords de vidange installés pour assurer une évacuation sûre et prévenir les éclaboussures. « conforme » • Les surfaces chaudes ne sont pas accessibles. « conforme » • Procédures de verrouillage et d'étiquetage (LOTO) en place « conforme » • Analyse des risques réalisée pour toutes les interventions manuelles requises à la station CIP avec un permis de travail ci il nécessite « conforme »
	• La station CIP fournit une solution aux circuits sans corps étrangers.« conforme »

Qualité	La station CIP surveille les Ts (temps, température, titrage, turbulence) opérationnels « conforme »
Eau	L'eau utilisée pour le rinçage final doit être potable. « conforme »
Produits chimiques	- Les produits chimiques sont conformes aux réglementations locales pour une utilisation sur les surfaces en contact avec les aliments. « conforme » - La station CIP avec réutilisation des produits chimiques doit surveiller la qualité des produits chimiques pendant le stockage. « conforme »
Hygiène et conception Mécanique	- La conception est hygiénique, selon les normes EHEDG, 3A et/ou Nestlé. L'équipement est « nettoyable by design ». « conforme » - La taille du réservoir CIP est correcte pour les exigences de volume de circuit prévues. « conforme » - Les matériaux de construction sont compatibles avec les paramètres de fonctionnement NEP attendus et les solutions chimiques. « conforme » - La conception est correcte pour alimenter les circuits avec un débit correct (sélection de la pompe, conception de l'échangeur de chaleur, dimensionnement des tuyaux et des vannes, etc.) « conforme »
Rejet de rinçage	Les eaux usées de la station CIP sont traitées conformément à la législation locale et à la politique de Nestlé avant d'être rejetées ou réutilisées. « conforme »
Assistance de la maintenance	La conception et l'installation de la station CIP permettent l'accès à l'entretien et aux inspections de routine des composants clés. « conforme »
	La station CIP fournira la solution de nettoyage correcte à une température, un titrage et une turbulence prédéfinis pendant un temps prédéfini au circuit sélectionné. « conforme »

Fonctionnalité	• La station CIP avec réutilisation chimique doit contrôler le titrage et la température des solutions chimiques stockées « conforme » • La station CIP avec réutilisation chimique doit diriger la solution de retour du circuit vers la cible correcte. (CIP réservoir ou refoulement) « conforme » • Les instruments sont inclus et positionnés pour fournir les fonctions de surveillance et de contrôle requises « conforme » • Les réservoirs CIP sont entièrement vidangeables « conforme » • Des crépines en ligne sont fournies pour assurer l’approvisionnement en solution CIP exempte de corps étrangers dans le circuit. « conforme »
--	--

❖ Discussion

- Sécurité

Tous les critères de sécurité ont été considérés comme « conformes » :

- L'installation stratégique de douches de sécurité et de lave-yeux est conforme aux exigences des normes internationales (ISO, EHEDG) ainsi qu'aux recommandations de l'OMS, et apporte une assurance appréciable. Ces équipements sont indispensables pour assurer la protection des opérateurs en cas de contact fortuit avec des substances chimiques.
- Les équipements de protection individuelle sont bien employés, attestant d'une bonne conscience des opérateurs face aux dangers chimiques (protection oculaire, respiratoire, des mains et corporelle).
- Il est crucial d'avoir les Fiches de Données de Sécurité (FDS) à portée de main, au lieu d'utilisation, pour gérer les risques chimiques et respecter la réglementation et la politique QHSE de l'entreprise
- Les protocoles pour la séparation des produits chimiques à caractère acide et caustique sont suivis, un point critique pour prévenir les réactions risquées (par exemple : production de gaz ou émission de chaleur).
- Les systèmes de verrouillage et d'attache, les mécanismes de décharge de pression ainsi que les trop-pleins sont installés. Cela démontre une parfaite maîtrise pour éviter les erreurs de liaison ou les suppressions susceptibles de provoquer des projections dangereuses.
- L'impossibilité d'accès aux surfaces chaudes diminue nettement les chances de brûlures, en accord avec les normes de sécurité au travail.
- L'instauration de procédures LOTO (Lockout/Tagout) et l'évaluation systématique des risques reflètent une culture de sécurité bien développée. C'est un indicateur fort que l'équipement s'intègre bien dans un système de gestion de la sécurité.

- Qualité

Tous les éléments sont considérés comme « conformes » :

La station CIP offre une solution de nettoyage sans corps étranger, assurant une propreté absolue dans les circuits alimentaires. Ceci est conforme aux normes de sécurité alimentaire (ISO 22000, HACCP, FSSC 22000).

- Le suivi des 4T (temps, température, titrage, turbulence) indique une gestion efficace des paramètres critiques. Ce contrôle est crucial pour vérifier l'efficacité des cycles de nettoyage.

-Eau

- L'eau de rinçage finale répond aux normes de potabilité, essentielle pour prévenir toute contamination microbiologique ou chimique dans les systèmes de production. Cela respecte les standards de l'OMS et du Codex Alimentarius.

-Produits chimiques

- Les produits employés sont conformes à la loi locale pour un usage alimentaire, assurant l'absence de résidus nocifs ou d'effets non souhaités sur les surfaces en contact avec les aliments.

III.2 Résultats du validation des opérations de CIP

❖ Discussion du tableau 07 : standard opérationnel des opérations de CIP

La figure présentée illustre en détail le standard de nettoyage en place (CIP) mis en œuvre au sein de l'usine Nestlé Waters Blida. Cette procédure est cruciale pour garantir la propreté, la sécurité sanitaire et la conformité des équipements de production aux exigences agroalimentaires strictes.

Cette représentation visuelle constitue un guide opérationnel structuré, conçu de manière à être compris et exécuté par tout opérateur, même nouvellement intégré. Elle décrit les étapes successives du processus CIP, chacune accompagnée d'indications précises sur :

- Les paramètres de fonctionnement (température, durée, débit)
- Les produits de nettoyage utilisés (type, concentration)
- Les phases de rinçage, de lavage alcalin/acide, de désinfection, etc.
- Les vérifications à effectuer à chaque étape
- Les indicateurs de performance (conductivité, retour clair, temps d'arrêt)

L'objectif principal de cette figure est de standardiser les pratiques de nettoyage pour garantir une hygiène optimale, tout en minimisant les erreurs humaines. Elle permet également de former efficacement les nouveaux opérateurs, en leur offrant un outil visuel simple et direct, qui complète la formation théorique et pratique.

En résumé, cette figure agit comme une référence opérationnelle : elle structure le travail, sécurise les opérations et contribue à la culture de qualité et de sécurité alimentaire au sein de l'usine.

III.3 Résultats de la validation du rinçage finale du CIP effectuée le 08/03, 03/04 et 05/05/2025

Les résultats de la validation du rinçage finale du CIP sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14 : Résultats de la validation du rinçage finale du CIP

Date	Zone	pH	Conductivité μS/cm	Analyse sensorielle
03/04/2025	Liaison forage F2	7.61	558	IN
08/03/2025	Cuve 810	7.62	585	IN
05/05/2025	Produit fini	7.63	589	IN
	Standard	7.45<pH<8.0	402<Ce<650	IN/OUT

- Le rinçage n'a pas une durée déterminée (minimum 20 min), il dépend du pH, Conductivité électrique (Ce) et l'analyse sensoriel

IN : le produit ne présente aucune odeur et aucun goût indésirable

Le rinçage final constitue une étape critique dans le processus de nettoyage en place (CIP), notamment dans l'industrie de l'eau embouteillée, où la moindre trace de produit de nettoyage peut compromettre la qualité du produit fini. À Nestlé Waters, le rinçage est réalisé à l'eau de qualité équivalente à celle destinée à la consommation, ce qui impose des exigences rigoureuses sur les paramètres physico-chimiques et organoleptiques de cette étape.

❖ Discussion

- Analyse du pH

Les résultats enregistrés lors des trois interventions montrent des valeurs de pH très proches sont :

- 7,61 pour la zone de liaison forage F2
- 7,62 pour la zone de la cuve 810
- 7,63 pour le produit fini

Ces valeurs indiquent une eau neutre, ce qui est attendu pour une eau utilisée dans le rinçage final. Elles traduisent l'absence de résidus acides ou basiques (issus des détergents ou de désinfectants), et confirment ainsi que le rinçage a permis d'éliminer complètement les solutions de nettoyage. Un pH stable et proche de celui de l'eau embouteillée (environs 7.8) est essentiel pour éviter tout impact sur la stabilité du produit fini.

- **Analyse de la conductivité électrique**

La conductivité mesurée varie entre 558 et 589 $\mu\text{S}/\text{cm}$:

- 558 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la zone de liaison forage F2
- 585 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour la zone de la cuve 810
- 589 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le produit fini

Ces résultats indiquent une faible présence d'ions dissous dans l'eau, cohérente avec une eau bien rincée et comparable à celle utilisée pour l'embouteillage. Des valeurs anormalement élevées auraient signalé une présence résiduelle de détergents ou de désinfectants, tandis que des valeurs trop basses pourraient indiquer une mauvaise représentativité du rinçage. Ici, les valeurs sont équilibrées et suggèrent que les surfaces internes ont été correctement purgées des produits de nettoyage.

- **Analyse sensorielle**

Les trois analyses sensorielles sont notées **IN**, ce qui signifie qu'aucun goût ni odeur étrangère ou altération visuelle (trouble, coloration) n'a été détecté par les opérateurs. Ce test est essentiel, car certains résidus chimiques, même en très faibles quantités, peuvent ne pas être détectables physiquement (par les analyses physico-chimiques), mais être perceptibles sensoriellement.

Cela renforce la validité des résultats physico-chimiques et souligne que le rinçage final est non seulement conforme au laboratoire, mais également acceptable d'un point de vue organoleptique, ce qui est crucial dans un produit de consommation directe comme l'eau de source.

- Les résultats obtenus confirment que le protocole de rinçage final du CIP est maîtrisé et conforme aux exigences de Nestlé Waters. L'eau utilisée présente un pH neutre, une conductivité cohérente avec une eau propre, et ne révèle aucun défaut sensoriel. Cela atteste de l'efficacité du rinçage pour éliminer les résidus de nettoyage, assurant ainsi la sécurité et la qualité de l'eau embouteillée.

III.4 Résultats avant CIP de la zone 1 (liaison entre le forage et la salle de traitement d'eau)

- Le point d'échantillonnage : SV039 : après le filtre 1,2 μm

Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1(après filtre 1,2 μm) sont représentés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1(après filtre 1,2 μm)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C 68h $\pm$ 4h
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 38 cfu/1ml
16/02/2025	0	0	0	1
30/03/2025	0	0	0	36
03/05/2025	0	0	0	65

- Le point d'échantillonnage : SV029 : après le filtre 1 μm

Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1 (après filtre 1 μm) sont consignés dans le tableau 16.

Tableau 16 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 1 (après filtre 1 μm)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C 68h $\pm$ 4h
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml
16/02/2025	0	0	0	0
30/03/2025	0	0	0	29
03/05/2025	0	0	0	36

Pour la validation du nettoyage en place (CIP) dans la zone 1 on a réalisée des échantillonnages à partir de deux points stratégiques : SV039 (après le filtre 1,2 μm) et SV029 (après le filtre 1 μm). Les analyses microbiologiques ont porté sur quatre indicateurs : coliformes totaux, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa (Pa) et la flore total (HPC à 22°C).

❖ Discussion

Avant l'opération de nettoyage, les analyses réalisées les 16 février, 30 mars et 3 mai 2025 ont révélé une absence totale de germes pathogènes (coliformes totaux, *E. coli* et *P. aeruginosa*) dans l'ensemble des échantillons, traduisant une maîtrise satisfaisante de la contamination fécale. Toutefois, une augmentation progressive de la charge en bactéries mésophiles a été constatée, en particulier au point SV039, où les valeurs de HPC sont passées de 1 à 65 cfu/ml, dépassant le seuil interne de 38 cfu/ml cette augmentation progressive traduit probablement une accumulation de matière organique résiduelle ou un début de formation de biofilm. Une évolution similaire a été observée au point SV029, avec des valeurs atteignant 36 cfu/100 ml, soit au-delà de la limite fixée à 20 cfu/100 ml ce qui indique que la seconde étape de filtration n'est pas suffisante à elle seule pour compenser une contamination amont croissante.

Ces résultats avant nettoyage démontrent que, même sans contamination fécale ni pathogène directe, le maintien d'un faible niveau microbien dans une zone critique n'est pas garanti sans intervention de nettoyage planifiée. Cela valide la nécessité de procédures de nettoyage/désinfection périodique.

III.5 Résultats après CIP de la zone 1 (liaison entre le forage et la salle de traitement d'eau)

- Le point d'échantillonnage : SV039 : après le filtre 1,2 μm

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1,2 μm) sont mentionnés dans le tableau 17.

Tableau 17 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1,2 μm)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C 68h $\pm$ 4h	
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 38 cfu/1ml	Etape de CIP
08/03/2025	0	0	0	14	CIP 7 étapes avec oxonia
03/04/2025	0	0	0	9	CIP 7 étapes avec oxonia
04/05/2025	0	0	0	7	CIP 3 étapes avec oxonia

- Le point d'échantillonnage : SV029 : après le filtre 1 μm

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1) sont mentionnés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 1 (après filtre 1 μm)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C 68h $\pm$ 4h	
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml	Etape de CIP
08/03/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec oxonia
03/04/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec oxonia
04/05/2025	0	0	0	2	CIP 3 étapes avec oxonia

❖ Discussion

Suite à la mise en œuvre du nettoyage en place, réalisé les 8 mars, 3 avril et 4 mai 2025 avec un désinfectant à base d'Oxonia, les résultats ont montré une nette amélioration. Les germes

pathogènes sont restés indétectables, tandis que les taux de HPC ont considérablement diminué. À SV039, la concentration en bactéries mésophiles a été réduite à 14, 9, puis 7 cfu/mL . Au niveau de SV029, les valeurs se sont maintenues entre 0 et 2 cfu/100 mL, ce qui reste largement en dessous du seuil critique. Ces résultats confirment l'efficacité du CIP pour éliminer la contamination microbienne non pathogène, même lorsque le protocole a été réduit à trois étapes. Néanmoins, les nettoyages complets en sept étapes ont donné de meilleurs résultats en termes de réduction de la charge microbienne, ce qui suggère une efficacité renforcée sur les biofilms et les zones difficiles d'accès.

Ces résultats démontrent que le programme de nettoyage et désinfection mis en place par Nestlé Waters Algérie met en évidence l'importance de maintenir une fréquence de nettoyage adaptée ainsi qu'un protocole complet afin de garantir une propreté microbiologique durable du réseau. Le suivi des HPC constitue un indicateur pertinent de l'efficacité du nettoyage et permet d'ajuster les pratiques de désinfection en fonction de l'évolution de la charge biologique.

III.6 Résultats avant CIP de la zone 2 (la cuve 810)

- Le point d'échantillonnage : SV810

Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 2 sont représentés dans le tableau 19.

Tableau 19 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 2

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h ± 4h	HPC a 22°C 68h ± 4h
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml
16/02/2025	0	0	0	3
30/03/2025	0	0	0	62
03/05/2025	0	0	0	37

La cuve 810 constitue une étape intermédiaire critique dans le processus de production, d'où l'importance de son contrôle microbiologique régulier. Les analyses effectuées au point d'échantillonnage SV810 ont porté sur les germes pathogènes classiques (*E. coli*, coliformes totaux, *P. aeruginosa*) ainsi que sur la flore total (HPC à 22 °C), indicateur de la propreté globale de l'équipement.

❖ Discussion

Avant les opérations de nettoyage, les résultats des prélèvements effectués les 16 février, 30 mars et 3 mai 2025 montrent une absence constante de germes indicateurs de contamination fécale (*E. coli* et coliformes totaux) et de germes opportunistes comme *P. aeruginosa*. Ce constat traduit un bon niveau de sécurité sanitaire vis-à-vis des risques majeurs. Toutefois, les valeurs du HPC ont révélé une tendance préoccupante à l'augmentation, avec des concentrations passant de 3 à 62, puis à 37 cfu/100 ml, dépassant le seuil interne de conformité fixé à 20 cfu/100 ml à deux reprises. Ces résultats traduisent une contamination microbiologique non spécifique, souvent liée à la formation de biofilms ou à l'accumulation de matière organique résiduelle sur les surfaces internes (angle morts, joints).

III.7 Résultats après CIP de la zone 2 (la cuve 810)

- Le point d'échantillonnage : SV810

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 2 (la cuve 810) sont représentée dans le tableau 20.

Tableau 20 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 2

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h ± 4h	HPC a 22°C 68h ± 4h	
Date	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml	Etape de CIP
Standard					
08/03/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec oxonia
03/04/2025	0	0	0	2	CIP 7 étapes avec oxonia
04/05/2025	0	0	0	13	CIP 3 étapes avec oxonia

❖ Discussion

Après application du nettoyage en place avec Oxonia, les résultats obtenus les 8 mars, 3 avril et 4 mai 2025 démontrent une amélioration significative. Lors des deux premières interventions, réalisées selon un protocole complet en sept étapes, l'élimination des contaminants microbiens a été quasi-totale : les valeurs du HPC ont chuté à 0 et 2 cfu/100 ml respectivement, traduisant une désinfection optimale. Lors du troisième cycle, appliqué en version réduite (trois étapes), le HPC est remonté à 13 cfu/100 ml. Bien que cette valeur reste inférieure au seuil critique, elle suggère que la réduction du protocole peut entraîner une efficacité légèrement moindre, notamment en cas de biofilm résiduel ou de contamination antérieure plus importante.

L'ensemble de ces résultats montre que, bien que la cuve soit globalement exempte de germes pathogènes, la charge mésophile peut rapidement augmenter en l'absence d'un nettoyage rigoureux. L'efficacité démontrée du CIP en sept étapes confirme la nécessité d'adapter la fréquence et la rigueur du nettoyage en fonction de la complexité des équipements et de la charge microbiologique observée. La surveillance continue du paramètre HPC apparaît ici

comme un indicateur sensible et pertinent pour guider les actions correctives et préventives en matière d'hygiène industrielle.

III.8 Résultats avant CIP de la zone 3 (la ligne E)

- Le point d'échantillonnage : SV010 : avant le filtre final 1 µm avant la remplisseuse
Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3(avant filtre final) sont mentionnés dans le tableau 21.

Tableau 21 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3(avant filtre final)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h ± 4h	HPC a 22°C
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml à 72h
30/03/2025	0	0	0	49
23/04/2025	0	0	0	29
04/05/2025	0	0	0	32

- Le point d'échantillonnage : SV011 : après le filtre final 1 µm avant la remplisseuse

Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3(après filtre final) sont consignés dans le tableau 22.

Tableau 22 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de la zone 3(après filtre final)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h ± 4h	HPC a 22°C
Date Standard	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml à 68h ± 4h
30/03/2025	0	0	0	18
23/04/2025	0	0	0	0
04/05/2025	0	0	0	0

La zone 3, correspondant à la ligne E, constitue le dernier maillon du processus de conditionnement, d'où l'importance d'un niveau d'hygiène irréprochable à ce stade. Les analyses ont été réalisées en deux points clés : SV010 (avant le filtre final de 1 µm) et SV011

(après ce même filtre), afin d'évaluer à la fois l'état de contamination de la ligne et l'efficacité du filtre terminal.

❖ Discussion

Avant l'application des procédures de nettoyage, les résultats des analyses datées du 30 mars, 23 avril et 4 mai 2025 révèlent une situation contrastée. D'une part, aucune présence de coliformes totaux, d'*E. coli* ou de *P. aeruginosa* n'a été détectée sur l'ensemble des prélèvements, ce qui indique une maîtrise satisfaisante des risques microbiens majeurs. D'autre part, les niveaux de flore totale (HPC à 22 °C) avant le filtre (SV010) étaient systématiquement au-dessus du seuil de conformité fixé à 20 cfu/100 ml, avec des valeurs variant entre 29 et 49 cfu/100 ml. Ces résultats traduisent une contamination de fond de la ligne, probablement liée à des accumulations microbiennes dans les canalisation soupapes ou raccords situés en amonts du filtre final. À l'inverse, les échantillons prélevés après le filtre (SV011) présentaient des valeurs conformes, voire nulles, indiquant une performance correcte du dispositif de filtration terminal, capable de retenir la flore totale.

III.9 Résultats après CIP de la zone 3 (la ligne E)

- Le point d'échantillonnage : SV010 : avant le filtre final 1 μm avant la remplisseuse.

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3 (avant filtre final) sont représentés dans le tableau 23.

Tableau 23 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3 (avant filtre final)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C	
Date	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml à 72h	Etape de CIP
Standard					
03/04/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec eau chaude
24/04/2025	0	0	0	4	CIP 7 étapes avec eau chaude
05/05/2025	0	0	0	3	CIP 3 étapes avec eau chaude

- Le point d'échantillonnage : SV011 : après le filtre final 1 μm avant la remplisseuse

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3(après filtre final) sont représentés dans le tableau 24.

Tableau 24 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de la zone 3(après filtre final)

	Coliforme totaux a 36°C 21h au 24h	E. Coli a 36°C 21h au 24h	Pa a 36°C 44h $\pm$ 4h	HPC a 22°C	
Date	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard HPC cm= 20 cfu/100ml à 68h $\pm$ 4h	Etape de CIP
Standard					
03/04/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec eau chaude
24/04/2025	0	0	0	0	CIP 7 étapes avec eau chaude
05/05/2025	0	0	0	0	CIP 3 étapes avec eau chaude

❖ Discussion

Les résultats obtenus après les opérations de nettoyage en place confirment l'efficacité du protocole mis en œuvre. À SV010, les valeurs de HPC chutent radicalement, atteignant 0 cfu/100 ml après le CIP du 3 avril (7 étapes à l'eau chaude), puis se stabilisant à des niveaux faibles lors des deux cycles suivants (4 et 3 cfu/100 ml). Ces résultats traduisent une désinfection efficace de l'amont de la ligne. À SV011, l'ensemble des valeurs post-CIP reste à 0 cfu/100 ml, ce qui démontre non seulement une parfaite maîtrise de l'hygiène en fin de processus, mais aussi l'efficacité du filtre final, qui agit comme une barrière de sécurité supplémentaire.

En comparant les données avant et après nettoyage, il apparaît clairement que le CIP permet une réduction significative de la flore totale, en particulier lorsqu'il est appliqué en 7 étapes avec eau chaude. Le cycle en 3 étapes reste globalement performant, bien que légèrement moins rigoureux. La présence de contamination avant le filtre et son absence après démontre également l'importance cruciale du système de filtration terminal.

III.10 Résultats des analyses microbiologique du produit fini avant CIP

- Point de prélèvement : remplisseuse.

Les résultats des analyses microbiologique avant CIP de remplisseuse Tableau 25.

Tableau 25 : Résultats des analyses microbiologique avant CIP de remplisseuse

	Coliforme <i>E. Coli</i>	Pa	Entérocoques	ASR	HPC 100ml à 22°C	HPC 1ml à 22°C	HPC 1ml à 36°C
Date	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu			
Standard							
30/03/2025	0	0	0	0	21	3	0
23/04/2025	0	0	0	0	0	0	0
04/05/2025	0	0	0	0	1	2	0

Le produit fini constitue le point critique final du processus de production. À ce stade, la qualité microbiologique doit être irréprochable, car tout écart pourrait compromettre la sécurité sanitaire de l'eau embouteillée. L'analyse a porté sur différents indicateurs microbiens, incluant les coliformes totaux, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, les entérocoques, les bactéries sulfito-réductrices anaérobies (ASR), ainsi que la flore totale à 22°C et 36°C.

❖ Discussion

Avant les opérations de nettoyage, les prélèvements réalisés les 30 mars, 23 avril et 4 mai 2025 montrent une situation globalement satisfaisante. En effet, aucune contamination n'a été détectée pour les coliformes, *E. coli*, *P. aeruginosa*, les entérocoques ni les ASR, ce qui témoigne d'une hygiène maîtrisée au niveau du produit fini. Toutefois, des traces de flore totale ont été relevées : 21 cfu/100 ml à 22°C le 30 mars, ainsi que des valeurs légèrement positives à 1 cfu/ml et 2 cfu/ml le 4 mai aux mêmes températures.

III.11 Résultats des analyses microbiologique du produit fini après CIP

- Point de prélèvement : remplisseuse

Les résultats des analyses microbiologique après CIP de remplisseuse sont mentionnés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Résultats des analyses microbiologique après CIP de remplisseuse

	Coliforme E. Coli	Pa	Entérocoques	ASR	HPC 100ml à 22°C	HPC 1ml à 22°C	HPC 1ml à 36°C
Date	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu	Standard : 0 cfu
Standard							
03/04/2025	0	0	0	0	0	0	0
24/04/2025	0	0	0	0	0	0	0
05/05/2025	0	0	0	0	0	0	0

❖ Discussion

Après l'application du CIP, les résultats obtenus les 3, 24 avril et 5 mai 2025 montrent une absence totale de tous les germes recherchés, y compris les flores totales. Cette amélioration nette démontre l'efficacité du protocole de nettoyage appliqué à la remplisseuse, notamment en ce qui concerne l'élimination des micro-organismes résistants aux étapes de traitement antérieures. La transition vers des résultats parfaitement conformes après nettoyage témoigne également d'une bonne maîtrise des paramètres critiques liés à la désinfection terminale de la ligne de conditionnement.

Conclusion

Conclusion

La qualité microbiologique des produits alimentaires et des eaux conditionnées repose fondamentalement sur l'efficacité des plans de nettoyage et de désinfection appliqués aux lignes de production. Dans ce contexte, notre étude intitulée « Validation du plan de nettoyage et de désinfection des lignes de production chez NESTLÉ Waters Algérie » s'est inscrite dans une démarche d'analyse rigoureuse et conforme aux exigences des normes internationales (ISO 22000:2018, FSSC 22000, Codex Alimentarius), ainsi qu'aux référentiels internes de Nestlé (NQMS, DDCD).

Notre travail s'est déroulé au sein du site industriel de Nestlé Waters de Blida avec un focus particulier sur trois zones critiques de production (zone de liaison forage/salle de traitement (tuyauteries), cuve de stockage de l'eau 810, ligne de production E et remplisseuse). L'objectif principal était de **valider les protocoles de nettoyage en place (CIP)** à travers une évaluation microbiologique et le suivi des paramètres critiques du procédé.

Les résultats obtenus à travers les différentes phases de prélèvements avant et après nettoyage, associés aux critères d'acceptation définis par les standards du groupe, ont permis de démontrer l'efficacité globale du plan de nettoyage. Une nette réduction de la charge microbienne a été observée après chaque cycle CIP, y compris pour les indicateurs critiques tels que les coliformes, *Pseudomonas aeruginosa*, levures et moisissures. Ces résultats confirment la capacité du protocole à assurer un environnement de production hygiénique et maîtrisé.

L'analyse du processus a permis de répondre à la problématique posée : la validation d'un plan de nettoyage efficace repose sur plusieurs outils clés :

- Des standards opérationnels structurés (CIP), définissant précisément les paramètres critiques (température, temps, titrage, turbulence).
- Des essais microbiologiques avant et après nettoyage, sur des indicateurs pertinents (coliformes, *P. aeruginosa*, HPC, levures et moisissures).
- Des mesures physico-chimiques du rinçage (pH, conductivité, tests sensoriels) attestant de l'élimination des résidus chimiques.
- Une conception hygiénique des équipements, selon les normes EHEDG et les exigences Nestlé.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

- Une documentation rigoureuse et une traçabilité des actions menées.
- Une formation continue du personnel, garantissant une application homogène des protocoles.

En somme, la validation d'un plan de nettoyage efficace et conforme repose sur une méthodologie rigoureuse, des outils clairement définis, ainsi qu'une culture d'entreprise tournée vers la qualité, la sécurité et la performance durable. Elle ne constitue pas une fin en soi, mais s'inscrit comme un élément central dans une démarche d'amélioration continue, en parfaite cohérence avec les principes de gestion des risques, de traçabilité et de sécurité des denrées alimentaires, tels que définis par les normes ISO 22000 et FSSC 22000.

Recommandation :

À l'issue de ce projet, plusieurs recommandations prioritaires peuvent être formulées en vue de consolider les performances du système de nettoyage et d'assurer sa pérennité :

Création d'une "CIP Room" de simulation et d'entraînement

Aménager un espace pédagogique dédié à la formation pratique des opérateurs, avec modules de démonstration CIP à l'échelle réduite, écrans tactiles interactifs, scénarios de panne et procédures à suivre.

Impact : Montée en compétence rapide, réduction des erreurs d'exécution, homogénéité des pratiques.

Intégration de capteurs de biofilm ou de salissures résiduelles

Installer des sondes spécifiques dans les circuits critiques (cuves, tuyauteries) capables de détecter la présence de biofilm ou de résidus, et ainsi déclencher un cycle de nettoyage "à la demande" plutôt qu'à fréquence fixe.

Impact : Nettoyage ciblé, optimisation des ressources, innovation proactive.

Références bibliographiques

Achour S. & Chabbi F. 2017 : Étude des étapes d'oxydation/désinfection de la station de traitement des eaux D'ain TINN (Milla, Est Algérien) Larhyss journal, 14(3) Pp 5-7.

Ahoussi K.E, Koffi Y, Kouassi A.M, Sorro G et Bièni J, 2013. Étude hydrochimique et microbiologique des eaux de source de l'ouest montagneux de la Côte d'Ivoire. Université de Cocody-Abidjan, Cote d'Ivoire. Journal of Applied Biosciences 63 : 4703 – 4719. Pp 6.

Ameline Baricault, 2014. Validation de nettoyage dans l'industrie pharmaceutique : cas pratique d'un projet de changement d'agent de nettoyage. Thèse pour l'obtention du diplôme d'état de docteur en pharmacie, Bordeaux. 88p.

Agence National de Sécurité Sanitaire de l'alimentation de l'Environnement et du Travail (ANSES), 2021 Sécurité sanitaire de l'eau destiné à la consommation humaine : risque microbiologique et recommandations, Orientations scientifiques de l'ANSES 2023-2027. Pp 18-25.

Association Française de Normalisation (AFNOR), 2021 – Certification ISO 22000 : 2018 système de management de la sécurité des denrées alimentaires, Edition 2, 42p,Pp 5-7.

Ashok, P. K., & Khedikar, Y. P. (2016). *Ultraviolet disinfection in water treatment: mechanisms and effects.* Journal of Environmental Health Research, 15(2), Pp 89-97.

Belloin Jean-Claude, 1993. L'hygiène dans l'industrie alimentaire, les produits et l'application d'hygiène, consultant à l'Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Étude FAO production et santé animales 117p.

Benjamin Jude, Eric Lemaire, 2019. Livre Blanc Nettoyage en Place Dans L'agroalimentaire, Schneider Electric USA. Pp 44-55.

<https://fr.scribd.com/document/620088568/Livre-blanc-nettoyage-en-place-dans-l-agroalimentaire>

Bernard, 2016. Le cercle de Sinner, le guide incontournable des travaux de nettoyage.

https://www.bernard.fr/blog/le-cercle-de-sinner cms_000614.html

Bones, A. (2022). *Introduction à l'hygiène industrielle.* Montréal : Santé et Travail Canada. Comment les professionnels de l'hygiène industrielle aident vos employés à demeurer en sécurité et en santé.

<https://www.wsp.com/fr-gl/perspectives/industrial-hygiene-professionals-keep-employees-safe-healthy>

Boudemagh K., 2023. Faculté de médecine de Constantine. Cours : Contaminants alimentaires. 5p.

Boulénouar Djamel, 2023. Stratégie de la validation nettoyage en industrie pharmaceutique. Mémoire de master, université de Saad Dahleb Blida, 71p.

Carole.L, Vignola, 2002. Fondation de la technologie laitière du Québec, science et technologie du lait transformation du lait, les presse international polytechnique, édition scientifique 587p.

Carsenti_Etesse, H. Keita Perse,O. Dellamonica,P. 1997. Cleansing of médical matériels from bactériel adhesions. *Revue Francophone de Pathologie Infectieuse*, 7(4), Pp 215-223.

Codex Alimentarius, 2022. Norme alimentaires internationales, Principes généraux d'hygiène alimentaire - cxc-1-1969. 60p.

Courvalin P., 2008. La résistance des bactéries aux antibiotiques : combinaisons de mécanismes biochimique et génétique. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 192(1), Pp 123-138.

Czechowski M., Rapp C., 1990. Cleaning and sanitation. *Heat-resistant bacteria in water distribution systems*. *Journal of Applied Microbiology*, 68(3), Pp 223-228.

De l'Union Européenne 2015, Annexe 15 - qualification et validation. Guide des bonnes pratiques de fabrication (BPF), volume 4, 16p.

Effinet, CRITT Agroalimentaire PACA, 2020. Guide technique nettoyage et désinfection action collective, 23p.

<https://critt-iaa-paca.com/wp-content/uploads/2015/02/Guide-Effinet-ND.pdf>

Food Safety System Certification (FSSC) 22000 Version 6, 2023.78p.

Guide des bonnes pratiques d'hygiène pour l'eau conditionnée en Europe, 6 juin 2012. EFBW (European Federation of Bottled Waters) Bruxelles. 161p.

Guide européen des bonnes pratiques de fabrication (BPF). Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé. Partie 1, chapitre 6, 404p.

Guide pour la formation de nouveaux professionnels en établissements de soins CCLIN Sud-Ouest. (s.d) *Fiche technique sur les produits détergents et désinfectants*. Centre de Coordination de la Lutte contre les Infections Nosocomiales, Sud-Ouest. 96p.

Iroux, P .2013. *Désinfection des équipements en industrie agroalimentaire*. Techniques de l'Ingénieur.

ISO/TS 22002-1, 2009, programmes préalables à la sécurité des denrées alimentaire. Edition 1, 19p. Pp11-14.

ISO 9000, 2015. Système de management qualité. Edition 3, 38p Pp 8.

Institut National de Santé Public du Québec (INSPQ), 2020 Protocole de nettoyage et de désinfection dans les établissements alimentaires.

<https://www.quebec.ca/sante/alimentation/salubrite-aliments-prevention-risques/etablissements-alimentaires/hygiene-nettoyage/nettoyer-assainir>

Kluger, D. Pochard, Mrozek, Schlusser, Vogele, Bousser 1981. Hygiène en industrie alimentaire, Henkel France SA. 116p.

Locher M & La Marive, 14 février 2013. Les détergents les désinfectants. *Hygiène et nettoyage des locaux industriels*. Paris : Éditions Pratiques. 57p.

Mamadou SARR, 2018. Assurance qualité interne méthodologie bonnes pratiques et étapes requises pour le management des institutions d'enseignement supérieur et de recherche de l'espace CAMES, 132p.

Médecine intégrée, 2021, 15 décembre. *Utilisation du dioxyde de chlore dans le traitement de l'eau*. Revue Médecine Intégrée, 17(1), Pp 65-71. <https://medecine-integree.com/dioxyde-de-chlore>

Ministère de la Santé (France), 2023, Nettoyage et désinfection des installations d'eau, *Règlementation sur la désinfection thermique des réseaux d'eau*. Code de la Santé Publique, Article Reglementaire.1321-56.

Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. (2023). *Désinfection et hygiène dans les milieux de soins et de production*. Québec : MSSS.20p.

Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. (2009). *Choix et utilisation des désinfectants dans les établissements de santé*. Québec : MSSS. 77p.

Miramón, C. (2005). *L'ozone comme désinfectant en traitement de l'eau*. Revue Technique de Traitement des Eaux, 19(2), Pp 91-97.

Nutrition alimentation, Services à l'utilisateur, Biologie et microbiologie appliquées (s.d), 2de Bac Pro ASSP, Edition Hachette technique. Hachette Technique. Paris. 240p.

Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 2017. Directive sur la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition intégrant le premier additif. Genève : OMS. 4^{ème} Edition. 564p.

Organisation International de Normalisation (ISO), 2018. ISO 22000 : 2018, système de management de la sécurité des denrées alimentaires, exigences pour tout organisme appartenant à la chaîne alimentaire, Edition 2, 42p.

Ouague,M (s.d) Chapitre n°1 : les prod de nettoyage et de désinfection (détergent, désinfectants, détergents-désinfectants, détartrants, abrasifs, agglutinants). *Classification des désinfectants selon leur spectre*. Centre Pasteur du Cameroun. 107p.

Ouchene Abdelali, Khelili Hinda, Guellal Messaoud, 2020. Traitement des eaux avant la consommation par la chloration (eau de javel) pour neutraliser les virus et les bactéries affectant la santé humaine. Revue Algérienne de Santé Publique, 6(1), Pp 45-54.

Prévention et contrôle des infections dans les services de garde et écoles du Québec, guide d'intervention juin 2023, nettoyage et désinfection des objets, des surfaces et des locaux, chapitre 4 — pratiques de base. 20p.

<https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/fichiers/guide-garderie/chap4-nettoyage-desinfection.pdf>

Sidali Nadjia, Sidali Razika, 2017. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, mémoire de fin d'étude : Optimisation des produits de traitement de l'eau dans une usine de production des eaux potables (cas de station de souk el Djemaa). 84p.

S. ADAM, P. Edoth, Henri SV Totin, C. Koumolou, Ernest Amoussou, K. Aklikokou et M. Boko, 2011. Pesticides et métaux lourds dans l'eau de boisson, les sols et les sédiments, kandi et Bonikouara (Bénin). 24(3), Pp 345–356.

Annexes

Annexe 1

Etalonnage de instruments

Etalonnage d'un turbidimètre :

1.	Préparer des solutions de 20, 10 et 1000 NTU.
2.	Rincer le pilulier. Le remplir jusqu'à 15ml avec l'eau distillée.
3.	Insérer le pilulier dans son compartiment en veillant à ce que l'orientation soit correct (la flèche se trouver sur le pilulier doit être dirigé vers l'opérateur)
4.	Fermer le couvercle. Appuie sur power
5.	Appuie sur call apparait sur l'écran l'indication (S0) le zéro clignote.
6.	Appuie sur Read le chiffre 60 s'afficher sur l'écran puis descende jusqu'à zéro le (S1, 10NTU) apparait.
7.	Remplacer l'eau par une solution de 10 NTU préalablement préparée.
8.	Appuie sur Read le chiffre 60 s'afficher sur l'écran puis descende jusqu'à zéro le (S2, 20NTU) apparait.
9.	Insérer alors 20NTU à la place de 10 NTU.
10.	Appuie sur Read le chiffre 60 s'afficher sur l'écran puis descende jusqu'à zéro le (S3, 20NTU) apparait.
11.	Appuie la 1000 NTU à la place de 20 NTU.
12.	Appuie sur Read le chiffre
13.	60 s'afficher sur l'écran puis descende jusqu'à zéro le (S0) apparait.Appuie sur call le (000) apparait.
L'appareil est calibré et prêt à l'utilisation.	

Etalonnage d'un Ph mètre

Nous avons étalonner le PH-mètre dans une solution tampon, puis on rincer l'électrode avec de l'eau distillée, puis nous avons immergé l'électrode dans l'échantillon, ensuite nous avons procédé à une agitation, et enfin on a accédé à la lecture après stabilisation du PH à une température de 19C°.

Nous avons utilisé deux solutions tampons comme une solution qui maintient son PH relativement stable même après l'ajout de l'acide, de base ou d'une dilution.

Mode opératoire :

Procéder à l'étalonnage du PH-mètre en utilisant les solutions tampons (PH=4, PH=7),

- Rincer l'électrode par l'eau distillée,
- Effectuer une vérification à l'aide de la solution de contrôle certifiée (PH=10),
- Plonger l'électrode dans l'eau et attendre que la valeur se stabilise pour noter la (CE) qui s'exprime en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Il est important de rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée après chaque mesure.

PH-mètre avec une sonde de température intégrée.

- De préférence pour analyser l'échantillon il faut le verser dans un bécher en verre avec une agitation par un agitateur magnétique
- Pour les solutions tampons les plus utilisées sont des solutions tampons commercialisées à un PH=4,00 ou 6,86 ou bien 7,41.
- Le stockage des électrodes se fait une seule fois par mois.
- Le PH de l'eau il est neutre (PH=7) Réactive :
 - Solution tampon PH=10 et PH=4
 - Solution H_2SO_4 à 0,01N.

Conductivité :

Nous avons étalonné l'appareil avec un seul étalonnage de 1000s/cm chaque matin, puis nous avons rincé plusieurs fois la cellule à conductivité, d'abord avec de l'eau distillée en la plongeant dans un récipient contenant de l'eau à examiner, en prenant soin que les électrodes de platine soient complètement immergées.

La procédure consiste à agiter le liquide à mesurer pour que la concentration ionique entre les électrodes soit identique à celle du liquide ambiant avant de procéder à la mesure de la conductivité.

Cette agitation permet aussi d'éliminer les bulles d'air sur les électrodes, et enfin nous avons effectué la mesure le plus vite possible

Annexe 2

Milieu de culture:
Gélose pseudomonas CN: Preparation: • Dissoudre 24,2g dans 500ml d'eau distillée. • Ajouter 5ml de glycérol art 104094 et chauffer jusqu'à ébullition et jusqu'à dissolution complète, • Autoclaver 15minutes à 121C° refroidir le milieu jusqu'à 45-50C° • Ajouter de manière aseptique le contenu d'un flacon de supplément • Mélanger et verser sur les boites. (PH finale =7,1±0,2 à 25C°)
OGYE agar base: Preparation: • Dissoudre 18,5g dans 500ml d'eau distillée • Faire chauffer dans l'eau bouillante et agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète • Autoclaver 15 minutes à 121C°, laisser refroidir le milieu jusqu'à 45-50C° • Ajouter de manière aseptique le contenu d'un flacon supplément sélectif OGYE Ox tétracycline art 109877 dans le milieu, bien mélanger et verser sur les boites. (PH finale=6,6±0,2 à 25C°)
Coliforms agar: • Dissoudre 26,5g dans 1 litre d'eau distillée • Faire chauffer dans l'eau bouillante et agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète, ne pas autoclaver ne pas surchauffer • Refroidir le milieu jusqu'à 45-50C° et verser sur les boites. (PH final= 6,8±0,2 à 25C°)
Yeast extrait agar PCA: • Dissoudre 26,5g dans 1 litre d'eau distillée • Faire chauffer dans l'eau bouillante et agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète • Autoclaver 15 minutes à 121C° (PH final= 7,2±0,2 à 25C°)

TSC Try ptose sulfite cyclosérine : Agar base

- Dissoudre 39g dans un litre d'eau distillée
- Faire chauffer dans l'eau bouillante et agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète
- Autoclaver 15 minutes à 121C°, refroidir le milieu jusqu'à 45-50C°
- Incorporer 0,4g/l de cyclosérine pour le TSC agar ou 3mg/l de sulfate de poly myxine et 12 mg/l de sulfate de kanamycine pour le SFP Agar en tant que solutions stérilisées par filtration. (PH final= 7,6±0,2 à 25C°)

Lactose TTC Agar lactosé au TTC et au tergitol7)

- Dissoudre 53,9g dans 1litre d'eau distillée
- Faire chauffer dans l'eau bouillante, agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète
- Autoclave 15 minutes à 121C°
- Refroidir le milieu jusqu'à 45-50C°, ajouter 5ml de solution aqueuse de TTC filtrée à 0,05% art 10830.
- Mélanger de manière homogène et verser le milieu dans les boîtes de pétri, la couche de gélose doit avoir une épaisseur au moins 5mm. (PH final=7,2±0,2à25C°)

Gélose Slanetz et Bartley avec TTC

- Dissoudre 41,5g dans 1litre d'eau distillée
- Faire chauffer dans l'eau bouillée
- Agiter fréquemment jusqu'à dissolution complète, stériliser en laissant encore chauffer 20 minutes dans le bain d'eau bouillante, ne pas autoclaver laisser refroidir rapidement et verser sur les boîtes. (PH final=7,2±0,1 à 25C°)

Annexe 3

Plan d'échantillonnage et prélèvement :

1/ pour l'eau de forage :

Echantillon à analyser	Nombre d'échantillon destiné à l'analyse sensorielle	Nombre d'échantillon destiné à l'analyse physicochimique	Nombre d'échantillon destiné à l'analyse microbiologique	Lieu de prélèvement
Eau de forage	02 bouteilles en plastique de 1,5L	02 bouteilles en plastique de 1,5L	05 flacons en verre borosilicaté stérile de 500ml	D'un robinet au niveau de forage

Annexe 4

La réglementation Algérienne sur les paramètres organoleptique et physico-chimiques sur l'eau de source.

27 Rabie El Aouel 1427 26 avril 2006 JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 27 11		
ANNEXE II CARACTERISTIQUES DE QUALITE DES EAUX DE SOURCE		
CARACTERISTIQUES	UNITE	CONCENTRATIONS
1. - Caractéristiques organoleptiques :		
Couleur	Mg/l de platine (en référence à l'échelle platine/cobalt)	au maximum 25
Odeur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Saveur (seuil de perception à 25° C)	—	au maximum 4
Turbidité	Unité JACKSON	au minimum 2
2. - Caractéristiques physico-chimiques liées à la structure naturelle de l'eau		
PH	Unité PH	6,5 à 8,5
Conductivité (à 20° C)	µs/ cm	au maximum 2.800
Dureté	Mg/l de Ca CO ₃	100 à 500
Chlorures	Mg/l (Cl)	200 à 500
Sulfates	Mg/l (SO ₄)	200 à 400
Calcium	Mg/l (Ca)	75 à 200
Magnésium	Mg/l (Mg)	150
Sodium	Mg/l (Na)	200
Potassium	Mg/l (K)	20
Aluminium total	Mg/l	0,2
Oxydabilité au permanganate de potassium	Mg/l en oxygène	au maximum 3
Résidus secs après dessiccation à 180° C	mg/l	1.500 à 2.000

Annexe5

La réglementation Algérienne sur les paramètres microbiologiques des eaux

8 Chaoual 1438
2 juillet 2017

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 39

25

11- Eaux, boissons et jus de fruits et de légumes

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ métabolites	Plan d'échantillonnage		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		n	c	m	M
Eaux minérales naturelles et eaux de source	<i>Escherichia coli</i>	5	0	Absence dans 250 ml	
	Entérocoques	5	0	Absence dans 250 ml	
	Spores anaérobies sulfito-réductrices	5	0	Absence dans 50 ml	
	Coliformes totaux	5	0	Absence dans 250 ml	
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	5	0	Absence dans 250 ml	

Annexe 6

Exemple sur la fiche de dégustation de l'eau de source

Echantillon	Sensation	IN	Just IN	OUT
	Salé			
	Douce			
	Produit chimique/désinfectant			
	Chlore			
	Tuyauterie			
	Algue			
	Produit chimique /désinfectant			

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB - BLIDA



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences Alimentaires

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en
Spécialité : Sécurité Agro-Alimentaire et Assurance Qualité

Filière : Sciences Alimentaires

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Intitulé du mémoire

**Validation d'un plan de nettoyage et désinfection d'une
ligne de production chez Nestlé Waters Algérie**

Présenté par

Boumsied Radia

Arab Manel

Soutenue devant le jury composé de

❖ Dr Ramdane S.	MCA	USDB	Président
❖ Dr Bougherra F.	MCB	USDB	Examineur
❖ Dr Deffairi D.	MCA	USDB	Promotrice
❖ Mr Haouam Y.	Nestlé Waters Algérie		Co-Promoteur

2024/2025 Promotrice DEFFAIRI DJAMILA

Dr DEFFAIRI
Deffairi