République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ YAHIA FARÈS DE MÉDÉA

Faculté de Technologie

Département de Génie des Procédés et Environnement

Filière : Hygiène et sécurité Industrielle.

Spécialité : Hygiène et sécurité Industrielle.

Mémoire de Master

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Hygiène et sécurité Industrielle

Thème : Les risques liés aux stations d'épuration des eaux usées et la méthode d'évaluation de ces risques.

Présentée par :

- BELGHAIT Mouad.
- BENKHELIFA Abdeldjalil.

Proposée et dirigé par :

Dr. SARRAI Abdelaziz

Année Universitaire :

2023 / 2024

Université de Médéa, Ouzera urbain, Médéa 26000, Algérie

Email : www.univ-medea.dz

REMERCIMENT

Tout d'abord nous remercions ALLAH de nous avoir guidé et donné le courage

et la force d'accomplir ce modeste travail.

Nous remercions également nos parents pour leur soutien indéfectible.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre encadreur, le Docteur Abdelaziz Sarrai, ainsi qu'à Madame Benamirouch Wisam, pour leur précieux accompagnement.

Nos plus vifs remerciements vont également aux membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'examiner notre travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous nos amis pour leur soutien moral et leurs encouragements.

Nous remercions aussi toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, au bon déroulement de cette recherche.

Enfin, nous présentons nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de génie des procédés et de l'environnement qui ont participé à notre formation.

.

Dédicace

Je remercie tout d'abord mon ALLAH le tout puissant qui m'a donné la volonté, la force et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Je dédie ce modeste travail.

À mes chers parents, ma mère et mon père.

Pour leur amour inconditionnel, leurs encouragements constants et leurs sacrifices incommensurables. Votre soutien indéfectible a été ma plus grande source de motivation.

À toutes les personnes qui m'ont aidé et soutenu tout au long de ce parcours,

À mes frères, pour leur présence réconfortante et leurs mots d'encouragement qui ont illuminé mon chemin.

À mon regretté oncle, dont le souvenir restera à jamais gravé dans mon cœur.

À ma famille, ce pilier solide sur lequel je peux toujours compter, votre amour et votre fierté ont été un baume apaisant dans les moments difficiles.

À mon binôme, compagnon de route dans cette aventure. Votre dévouement, votre persévérance et notre complicité ont rendu ce défi plus léger à surmonter.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du

Secondaire ou de l'enseignement supérieur.

À mes amis, ces alliés précieux qui ont su égayer mes journées et me rappeler l'importance de profiter de chaque instant. Votre présence a rendu ce parcours inoubliable.

Merci à vous tous pour votre soutien indéfectible. Ce projet est le fruit de nos efforts conjugués, et je vous en serai éternellement reconnaissant.

Abdeldjalil

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier ce travail, a celui mon fait de moi un homme,

Mon père

A l'être la plus cher de ma vie, ma mère

A mes frères Et mes sœurs

A tous mes amis, à tous ceux qui sèment le bonheur dans mon étude.

A tous ceux qui nous aime et tous ceux que nous aimons…

Nous vous dédions ce modeste mémoire…

MOUAD

الملخص

تمثل مياه الصرف الصحي خطراً جسيمًا على صحة الإنسان والبيئة وذلك بسبب وجود الميكروبات المسببة للأمراض والعوامل المعدية، والتي يمكن أن يؤدي انتشارها إلى انتشار أمراض خطيرة ومستعصية، حيث أن البكتيريا الموجودة في هذه النفايات السائلة هي السبب في العديد من الحالات، زيادة على هذه يعيش العالم ازمة حادة في نقص المياه نظرا لنقص الامطار جراء الاحتباس الحراري وعدة عوامل اخرى مما يجعلنا نلجأ لمعالجة المياه المستعملة واعادة استعمالها في عدة مجالات كالسقي ومجال الصناعة الى اخره، ولكن هذه العملية يجب ان تجرى في ظروف سالمة ومؤمنة.

تلعب محطات معالجة مياه الصرف الصحي دورًا حاسمًا في معالجة المياه الملوثة قبل إعادتها إلى البيئة، لكنها ليست بمنأى عن المخاطر، مثل جميع المنشآت الصناعية الأخرى، فهي تشكل أخطارًا على البيئة والعمال، قد تصل إلى حد المخاطر القاتل.

بصفتنا مهندسين في مجال الصحة والسلامة الصناعية، من الضروري أن نضع خططًا صارمة للتعامل مع هذه المخاطر .

تهدف دراستنا إلى تقييم المخاطر الكيميائية، البيولوجية والفيزيائية في محطة معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام طريقة تحليل المخاطر، حيث نبين وجود مجموعة متنوعة من المخاطر المحتملة التي تناولناها واقترحنا حلولًا للحد منها.

كلمات مفتاحية : محطة معالجة المياه ، المياه المستعملة ،الخطر، تحليل اولي للمخاطر.

Résumé

Les eaux usées représentent un grave danger pour la santé humaine et l'environnement en raison de la présence des polluants. Leur propagation peut entraîner la diffusion de maladies graves et persistantes, car les bactéries présentes dans ces déchets liquides sont responsables de nombreuses affections. De plus, le monde est confronté à une crise aiguë de pénurie d'eau en raison de la diminution des précipitations due au changement climatique et à d'autres facteurs, ce qui nous pousse à traiter les eaux usées et à les réutiliser. Cependant, cette procédure doit être réalisée dans des conditions de sécurité optimales dans des stations d'épuration des eaux usées.

Les stations d'épuration des eaux usées jouent un rôle crucial dans le traitement des eaux polluées avant leur retour dans l'environnement mais ces dernières ne sont pas exemptes de risques, comme toutes les autres installations industrielles. Elles présentent des dangers pour l'environnement et pour les travailleurs, pouvant aller jusqu'à des risques mortels.

En tant qu'ingénieurs en hygiène et sécurité industrielle, il est impératif que nous élaborions des plans rigoureux pour faire face à ces risques.

Notre étude vise à évaluer les risques chimiques, biologiques et physiques dans une station d'épuration des eaux usées à l'aide de la méthode Analyse Préliminaire des Risques (APR) où nous montrons qu'il existe une variété de dangers potentiels que nous avons pu traiter et proposons des solutions pour les réduire.

Mots clé : station d'épuration, eaux usées, APR, danger, risques.

Abstract

Wastewater poses a serious threat to human health and the environment due to the presence of pathogenic microbes and infectious agents. Their spread can lead to the dissemination of severe and persistent diseases, as the bacteria found in these liquid wastes are responsible for numerous ailments. Additionally, the world is facing an acute water scarcity crisis due to reduced precipitation resulting from climate change and other factors, prompting us to treat wastewater and reuse it in various fields such as irrigation and industrial needs. However, this process must be carried out under optimal safety conditions in wastewater treatment plants.

Wastewater treatment plants play a crucial role in treating polluted water before it is returned to the environment, but they are not exempt from risks, like all other industrial installations. They pose hazards to the environment and workers, which can even be fatal.

As industrial hygiene and safety engineers, it is imperative that we develop rigorous plans to address these risks.

Our study aims to evaluate the chemical, biological, and physical risks in a wastewater treatment plant using the Preliminary Risk Analysis (PRA) method, where we demonstrate the existence of a variety of potential hazards that we have been able to address and propose solutions to reduce them.

Key words: wastewater treatment plant, wastewater, (PRA), hazard, risks.

Table des matières

Liste des tableaux I
Liste des figures II
Liste D'abriviation III
Introduction générale : 1

Chapitre I : Généralités sur l'analyse du risque

Introduction : 3
I.1 Notions de base : 4
I.1.1 Le concept de danger : 4
I.1.2 Le concept de risque : 4
I.1.3 Le concept de sécurité : 5
I.1.4 Le concept de sécurité fonctionnel : 5
I.1.5 Le concept de dommage : 5
I.1.6 Le concept de prévention : 6
I.1.7 Le concept de Protection : 6
I.1.8 Le concept de L'hygiène : 7
I.1.9 Le concept de La qualité : 7
I.2 La typologie des risques : 7
I.2.1 Risque chimique : 8
I.2.2 Risque biologique : 8
I.2.3 Risque électrique : 8
I.2.4 Risque Mécanique : 9
I.2.5 Risque D'explosion : 9
I.2.6 Risque d'incendie : 9
I.2.7 Risque physique : 9
I.3. Le risque biologique : 10
I.3.1 Définition : 10
I.3.2 Risque biologique et chaîne de transmission : 11
I.3.3 Agents biologiques et risques encourus : 13
I.3.3.1 Les risques infectieux : 13
I.3.3.2 Les risques immuno-allergiques : 13
I.3.3.3 Les risques toxiques : 13
I.3.3.4 Les risques cancérigènes : 14
I.3.4 L'évaluation du risque biologique : 14
I.3.5 Prévention du risque biologique : 15

I.3.6 Mesures d'hygiène et de protection collective et individuelle : 15
I.4 Le risque chimique : 16
I.4.1 Définition : 16
I.4.2 Les produits chimiques : 16
I.4.3 Classification des risques chimiques : 17
I.4.3.1 Le risque d'intoxication : 17
I.4.3.2 Le risque d'incendie-explosion : 17
I.4.3.3 Risques dus aux réactions chimiques dangereuses : 18
I.4.4 Produit chimique : 18
I.4.5 Les voies de pénétration des produits chimiques : 18
I.4.6 Les effets des produits chimiques sur la santé : 20
I.5 Gestion du risque : 22
I.5.1 Définition : 22
I.5.2 Avantage de la gestion du risque : 22
I.5.3 Principe de gestion de risque : 23
I.5.3 Les étapes de la gestion des risques : 23
I.5.3.1 Analyse des risques : 23
I.5.3.2 Evaluation du risque : 24
I.5.3.3Acceptation du risque : 25
I.5.3.4 Réduction du risque : 25
I.5.4 Les Méthodes D'analyses Des Risques : 25
I.5.5 Le choix de la méthode d'analyse des risques dépend des critères suivants : 26
I.6 Analyse préliminaire de risques (APR) : 26
I.6.1 Définition : 26
I.6.2 Objectifs : 27
I.6.3 Résultat de l'APR : 28
I.6.4 Les avantages et les limites de l'APR : 30
Conclusion : 29

Chapitre II : Généralités sur le sujet étudié« Les eaux usées »

Introduction 31
II.1 Les eaux usées 31
II.1.1 Définition des eaux usées : 31
II.1.3 Nature de la pollution 33
II.1.5 Paramètres physiques 33
II.1.6 Paramètres chimiques : 34
II.1.7 Détermination de l'origine des eaux usées : 35

II.1.8 Milieu récepteur : 35
II.1.9 Impacte des rejets directs sur l'environnement : 36
II.1.10 Normes de rejets 36
1.Norme de rejet des effluents urbains 36
II.1.11 L'importance des stations d'épuration : 38
II.1.12 Quelles sont les conséquences de l'absence de stations d'épuration ? 38
II.2 Sulfure d'hydrogène H2S 39
II.2.1 Définition et Propriétés de sulfure d'hydrogène : 39
II.2.2 Effets sur la santé : 40
II.2.3 Détection et prévention : 40
Chapitre III : Présentation du lieu de travail « Station d'épuration des eaux usée »
Introduction 42
III.1 L'objectif du travail : 42
III.2 Présentation de la région d'étude 43
III.2.1 Description générale sur la STEP de Beni Mered 43
III.2.2 Aperçu climatique 44
III.3 Méthode du travail ..... **Error! Bookmark not defined.**
III.3.1 Exploitation de la station ..... **Error! Bookmark not defined.**
III.3. 2 Traitement des eaux usée 47
III.3.3 Traitement de boue 57
III.4 Laboratoire chimique : 63
III.4.1 Rôle : 63
III.4.2 Équipements : 63
III.4.3 Analyses : 64
III.4.4 Protocoles : 65
III.4.5 Personnel : 65
III.5 Salle de contrôle : 66
III.5.1 Fonction Principale : 66
III.5.2 Formation et Sécurité : 66
Conclusion : 67
Chapitre IV : L'application de la méthode APR
Introduction 69
Conclusion 93
Conclusion générale : 94
Références 96

Liste des tableaux

Tableau I.1: Définitions de « Danger » selon différentes sources. .... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau I.2: Définitions de « Risque » selon différentes sources..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau I.3: Définitions de « Sécurité » selon différentes sources. 5
Tableau I.4: Définitions de « Sécurité fonctionnel » selon différentes sources. 5
Tableau I.5: Définitions de « Dommage » selon différentes sources. 5
Tableau I.6: Définitions de « Prévention » selon différentes sources. 6
Tableau I.7: Définitions de « Protection » selon différentes sources. **Error! Bookmark not defined.**
Tableau I.8 : Définitions de « L'hygiène » selon différentes sources. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau I.9: Définitions de « L'hygiène » selon différentes sources. 7
Tableau I.10 : Matrice de criticité. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.11: Résultat De L'APR. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.12 : Variation des paramètres climatiques de la région de Beni Mered. 44
Tableau III.13 : Données de base de la STEP de Beni Mered. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.14 : Caractéristique dimensionnelles du décanteur primaire..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.15 : Caractéristique dimensionnelles du bassin d'aération. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.16 : Caractéristiques des clarificateurs..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.17 : Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles. **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.18 : Caractéristique de la boue en excès. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.19 : Caractéristiques d'épaississeur gravitaire. ..... **Error! Bookmark not defined.**
Tableau III.20 : Caractéristiques des filtres à bande. 61
Tableau IV.21: La matrice de la Grille de criticité. 69

Liste des figures

Figure I.1: Risques et dommages dus aux produits chimiques..... 17
Figure I.2: Les voies de pénétration des produits chimiques. 19
Figure I.3: les 9 pictogramme de danger. 21
Figure II.4: Les étapes d'épuration d'une eau usée. 37
Figure II.5 : détecteur de gaz 4 Gaz. 40
Figure II.6: Masque à gaz et les appareils respiratoire isolent. 40
Figure III.7: Vue aérienne de la STEP de Beni Mered. (Google Earth). 43
Figure III.8: Diagramme Ombrothermique Beni Mered (Climate-data.org). 44
Figure III.9: Le prétraitement. 48
Figure III.10: Dégrilleur automatique fin. 49
Figure III.11: Ligne de dessableur –déshuileur. 50
Figure III.12: Stockage des graisses /Classification des sables. 50
Figure III.13: Décanteur primaire de la STEP. 51
Figure III.14: Bassin d'aération. 53
Figure III.15: Exemple des micro ogranismes : Rotifere, Vorticelle, Nematode. 53
Figure III.16: Clarificateur de la STEP de Beni Mered. 55
Figure III.17: Bassin de désinfection a chicanes. 56
Figure III.18 : Sortie de l'eau épurée. 57
Figure III.19: Bâche de mélange. 58
Figure III.20: Épaississement gravitaire. 60
Figure III.21: Stabilisateur de la boue. 60
Figure III.22: Hangar pour la déshydratation. 62
Figure III.23: Zone de stockage des boues déshydratées. 62
Figure III.24: Laboratoire. 63
Figure III.25: Équipements. 64
Figure III.26: Les analyses de laboratoire. 64
Figure III.27: Kit LCK 65
Figure III.28:Salle de contrôle. 66

Liste D’abréviation

AFNOR : Association française de normalisation.

APR : Analyse préliminaire de risque.

CEI : Communauté des États indépendants.

CNRTL : Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales.

COT : Le carbone organique total.

DBO : Demande Biochimique en Oxygène.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EN : norme anglaise.

EPC : Equipements de Protection Collectif.

EPI : équipement de protection individuelle.

FDS : Fiche des Donnés de Sécurité.

HSE : Hygiène Sécurité Environnement.

HSI : Hygiène Sécurité industriel**.**

INRS : institut national de recherche et de sécurité.

ISO : International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation).

MES : Matières en suspension.

MO : Matières oxydables.

NF : norme française.

NTK : Azote Kjeldahl.

OHSAS : Occupational Health and Safety Assessment Séries (Séries d'évaluations de la Santé et de la Sécurité au travail).

OMS : Organisation mondiale de la Santé.

pH : potentiel hydrogène.

PO : oxyde de phosphore.

PR : poste de relevage.

P : probabilité.

R : risque.

QHSE : Qualité Hygiène Sécurité Environnement.

STEP : Station d’épuration.

G : gravité

INTRODUCTION GENERALE :

Les eaux usées sont un défi majeur pour de nombreux pays à travers le monde. Générées par les activités humaines telles que l'agriculture, l'industrie et les consommations domestiques, ces eaux peuvent contenir une variété de polluants dangereux comme les métaux lourds, les pesticides et les médicaments. Si elles ne sont pas traitées de manière adéquate, les eaux usées peuvent avoir des conséquences désastreuses sur l'environnement et la santé publique.

Le traitement de ces eaux est donc essentiel pour protéger les écosystèmes et les populations. Cependant, ce processus n'est pas sans risque, en particulier pour les travailleurs des stations d'épuration. En effet, ces installations peuvent présenter des dangers liés aux gaz toxiques, aux agents pathogènes et aux équipements lourds. Une gestion rigoureuse de la sécurité est donc primordiale pour prévenir les accidents et préserver la santé du personnel.

Les équipements utilisés dans les stations d'épuration des eaux usées peuvent également présenter des risques de panne, de rupture ou de défaillance, ce qui peut entraîner des conséquences graves pour les travailleurs et l'environnement. En outre, les eaux usées non traitées peuvent polluer les cours d'eau, les rivières et les océans, ce qui peut avoir des conséquences graves pour l'environnement et la santé humaine.

Dans ce contexte, notre étude vise à explorer en détail les différents aspects liés aux eaux usées et leur traitement.

Pour cela, nous allons analyser à travers la méthode APR (analyse préliminaire des risques) :

- Les principaux types de polluants présents dans les eaux usées et leurs effets sur l'environnement.
- Examiner les risques liés à la sécurité pour les travailleurs et les équipements dans les stations d'épuration des eaux et les mesures de prévention associées.
- Enfin, nous allons proposer des pistes d'amélioration pour une gestion plus efficace des risques dans ces stations.

Chapitre I :
Généralités sur l’analyse du risque

Introduction :

De nos jours, la prise en compte des enjeux liés à l'hygiène, la sécurité industriel et l'environnement est devenue une priorité majeure pour les entreprises et organisations de tous secteurs. Le manager HSE joue un rôle Clé pour relever ce défi, en mettant en œuvre une démarche globale et pérenne de prévention des risques et de protection des personnes et de l'environnement.

Nous savons que Nulle installation n'est à l'abri d'une erreur humaine, D'une défaillance mécanique, d'une vulnérabilité de multiples systèmes interdépendants où Interconnectés ou encore d'une perte de contrôle à long terme.

Dance il est impératif de mettre en place des mesures de sécurité rigoureuses. La protection des travailleurs, de l'environnement et du public avoisinant est une priorité absolue pour garantir un fonctionnement optimal de ces installations cruciales pour la santé publique et la préservation de l'écosystème.

Dans ce premier chapitre, nous poserons les bases conceptuelles de la sécurité industrielle, en définissant ses objectifs, ses composantes essentielles et son rôle stratégique au sein des organisations. Nous examinerons également l'évolution du cadre réglementaire et des normes internationales qui régissent la sécurité industrielle.

I.1 Notions de base :

Dans un premier temps, une revue de la terminologie et des concepts de base relatifs aux risques industriels constitue à notre sens la base des travaux qui vont suivre :

I.1.1 Le concept de danger :

Tableau I.1. *Définitions de « Danger » selon différentes sources.*

Source	Définition
CEI 61508	« Une nuisance potentielle pouvant porter atteinte aux biens (détérioration ou destruction), à l'environnement, ou aux personnes ».
OHSAS 18001 Version 1999	« Un danger est une source ou une situation pouvant nuire par blessure ou atteinte à la santé, dommage à la propriété et à l'environnement du lieu de travail ou une combinaison de ces éléments ».
Décret exécutif 06-198	« Une propriété intrinsèque d'une substance, d'un agent, d'une source d'énergie ou d'une situation qui peut provoquer des dommages pour les personnes, les biens et l'environnement ».

I.1.2 Le concept de risque :

La notion de risque souvent utilisé dans la vie quotidienne est complexe et s'est développé au fil du temps en raison de sa complexité, Elle est approchée différemment selon les domaineset les spécialités.

Tableau I.2. *Définitions de « Risque » selon différentes sources.*

Source	Définition
ISO 31001	« Effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs »
Larousse Encyclopédie	« Possibilité, probabilité d'un fait, d'un événement considéré comme un mal ou un dommage, auquel on est exposé »
Décret exécutif 06-198	« Elément caractérisant la survenue du dommage potentiel lié à une situation de danger. Il est habituellement défini par deuxéléments : la probabilité de survenance du dommage et la gravité des conséquences »

I.1.3 Le concept de sécurité :

Tableau I.3. *Définitions de « Sécurité » selon différentes sources.*

Source	Définition
CEI 50(191), 1990	« La sécurité est l'aptitude d'une entité à éviter, dans des Conditions données, des événements critiques ou catastrophiques »
Larousse, 2005	« Situation dans laquelle quelqu'un, quelque chose n'est exposé à aucun danger, à aucun risque, en particulier d'agression physique, d'accidents, de vol, de détérioration : Cette installation présente une sécurité totale »

I.1.4 Le concept de sécurité fonctionnel :

Tableau I.4. *Définitions de « Sécurité fonctionnel » selon différentes sources.*

Source	Définition
CEI 61508 - 1998	Est un sous ensemble de la sécurité globale qui se rapporte au Système commandé et qui dépend du bon fonctionnement des Systèmes relatifs à la sécurité basée sur une autre technologie et Des dispositifs externes de réduction de risque.
CEI 61508 - 2001	Est un sous ensemble de la sécurité globale qui se rapporte à un Système de commande de processus de base et qui dépend du Fonctionnement correct du système instrumenté de sécurité et D'autres couches de protection.

I.1.5 Le concept de dommage :

Tableau I.5. *Définitions de « Dommage » selon différentes sources.*

Source	Définition
ISO/CEI Guide 51 :2014	Blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement.
Larousse, 2006	Préjudice ou dégât causé à quelqu'un, à quelque chose.

I.1.6 Le concept de prévention :

Tableau I.6. *Définitions de « Prévention » selon différentes sources.*

Source	Définition
L'INRS	La prévention est une attitude ou l'ensemble de mesures à prendre pour éviter qu'une situation (sociale, environnementale, économique...) ne se dégrade, ou qu'un accident, une épidémie ou une maladie ne survienne.
La norme NF EN ISO 12100	La prévention selon l'ISO est la pratique de réduire les risques et les conséquences des événements indésirables en mettant en place des mesures et des stratégies appropriées.

I.1.7 Le concept de Protection :

Tableau I.7. *Définitions de « Protection » selon différentes sources.*

Source	Définition
Larousse, 2006	La protection se rapporte à l'action de protéger, de défendre quelqu'un, De veiller à ce qu'il ne lui arrive point de mal.
La norme NF EN ISO 12100	La protection selon l'ISO est la pratique de réduire les risques et les conséquences des événements indésirables en mettant en place des mesures et des stratégies appropriées. Elle implique une approche globale et collective pour l'analyse des besoins et le choix des équipements et des méthodes de travail.
La norme AFNOR et OSHA	La protection selon AFNOR et OSHA implique la mise en place de mesures pour assurer la conformité des équipements de protection individuelle aux normes européennes et américaines, garantissant ainsi la sécurité et la santé des travailleurs exposés à des risques professionnels.

I.1.8 Le concept de L'hygiène :

Tableau I.8. *Définitions de « L'hygiène » selon différentes sources.*

Source	Définition
Le site CNRTL.FR	Selon le site cnrtl.fr, l'hygiène est l'ensemble des mesures, des procédés et des techniques mis en œuvre pour préserver et pour améliorer la santé. Elle peut être corporelle, alimentaire, bucco-dentaire, sexuelle, mentale, publique, sociale, individuelle.
La norme NF EN ISO 22000	L'hygiène se définit comme un ensemble de bonnes pratiques et de normes qui visent à assurer la qualité, la sécurité et la protection de l'environnement dans les entreprises

I.1.9 Le concept de La qualité :

Tableau I.9. *Définitions de « La qualité » selon différentes sources.*

Source	Définition
Le décret exécutif 06-198	La qualité est définie comme l'ensemble des caractéristiques et des propriétés d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire les besoins exprimés ou implicites des utilisateurs.
AFNOR	La qualité est un domaine à la fois stratégique et exigeant qui implique la réalisation de mesures, d'audits et de contrôles avec le suivi notamment d'indicateurs qualité.

I.2 La typologie des risques :

La typologie des risques industriels se réfère à la classification et à l'analyse des différents types de risques qui peuvent survenir dans le secteur industriel. Ces risques peuvent être naturels ou technologiques et peuvent avoir des conséquences sur l'environnement, les biens et les personnes.[10]

I.2.1 Risque chimique :

Le risque chimique est omniprésent dans de nombreuses activités anthropiques (l'industrie chimique, la pétrochimie, l'agriculture, la métallurgie…), il est susceptible d'engendrer des conséquences néfastes pour l'homme et l'écosystème. Le risque chimique est celui qu'engendre l'utilisation, la manipulation et/ou le stockage des produits chimiques. La directive 98/24 le définit comme « la probabilité que le potentiel de nuisance soit atteint dans les conditions d'utilisation et/ou d'exposition ».[22]

Le risque chimique, lié à la nature du produit, se manifeste par des atteintes à la santé de manière aiguë telle que les lésions, brulures, irritations, intoxication…ou chronique sur le long terme pour aboutir à des pathologies (cancer, ...)

I.2.2 Risque biologique :

Les agents biologiques (bactéries, champignons, virus…) peuvent être à l'origine de maladies chez l'homme : infections, intoxications, allergies voire cancers.

Le risque biologique concerne de multiples activités : les métiers de la santé, les services à la

Personne, l'agriculture, les industries agroalimentaires, les métiers de l'environnement [11]. Organisme, ou substance dérivée d'un organisme, qui représente une menace à la santé humaine.

- Bioterrorisme.
- Emergence infectieuse.

I.2.3 Risque électrique :

Le risque électrique peut causer des lésions ou la mort par le choc électrique où

Une brulure pouvant résulter :

- d'une possibilité de contact direct ou indirect d'un salarié avec une pièce sous tension.

- du seul fait de sa présence à proximité d'un équipement électrique particulièrement dans la catégorie haute tension (travail au voisinage).

- d'une isolation ne convenant pas dans les conditions d'utilisation prévues.

- d'un phénomène électrostatique (contact d'une personne avec des parties chargées).[12]

I.2.4 Risque Mécanique :

Ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par l'action mécanique d'éléments de machine, d'outils, de pièces ou de matériaux solides ou de fluides projetés [13].

I.2.5 Risque D'explosion :

Une explosion résulte de l'inflammation d'un mélange explosif, d'une réaction chimique violente, d'une combustion violente (d'un gaz ou d'un nuage de poussières), d'une décompression brutale d'un gaz sous pression (éclatement d'une bouteille d'air comprimé par exemple). Il peut survenir lors de la libération brutale de vapeurs ou de gaz inflammables mélangés avec de l'air et au contact d'une source d'inflammation. L'onde de choc formé, entraîne une surpression pouvant entrainer des lésions internes au niveau des poumons et des tympans ainsi que des traumatismes [14].

I.2.6 Risque d'incendie :

L'incendie est une combustion qui se développe sans contrôle dans le temps et dons l'espace, contrairement au feu qui est une combustion maitrisée. Elle engendre de grande quantité de chaleur, des fumées et des gaz polluants, voire toxique, l'énergie émise favorise le développement de l'incendie.

Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible par un comburant. Cette réaction nécessitant une source d'inflammation pour être initiée.

La présence simultanée de ces trois éléments forme ce qu'on appelle le triangle du feu.

L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion [15].

I.2.7 Risque physique :

Selon l'INRS est défini comme un risque lié à l'activité physique, qui mobilise l'appareil locomoteur pour se déplacer, transporter, soulever, bouger, tirer-pousser, actionner, etc. Il est admis que l'activité physique peut entraîner des contraintes physiques globales et locales, telles que charges physiques globales intenses et brèves ou charges physiques locales faibles prolongées ou répétitives.[16]

I.3. Le risque biologique :

I.3.1 Définition :

Le risque biologique est lié à la présence d'agents biologiques pathogènes en milieu de travail.

Les agents biologiques pathogènes sont responsables de maladies infectieuses chez l'homme. Ils comprennent les bactéries, les virus (auxquels on rattache les maladies à prions), les parasites et les champignons. Le risque infectieux peut résulter d'un contact professionnel ou accidentel. Les agents biologiques sont classés en quatre groupes en fonction de l'importance du risque d'infection qu'ils présentent (article R4421-3 du code du travail) :

- Le groupe 1 comprend les agents biologiques non susceptibles de provoquer une maladie chez l'homme.
- Le groupe 2 comprend les agents biologiques pouvant provoquer une maladie chez l'homme et constituer un danger pour les travailleurs ; leur propagation dans la collectivité est peu probable ; il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace.
- Le groupe 3 comprend les agents biologiques pouvant provoquer une maladie grave chez l'homme et constituer un danger sérieux pour les travailleurs ; leur propagation dans la collectivité est possible, mais il existe généralement une prophylaxie ou un traitement efficace.
- Le groupe 4 comprend les agents biologiques qui provoquent des maladies graves chez l'homme et constituent un danger sérieux pour les travailleurs ; le risque de leur propagation dans la collectivité est élevé ; il n'existe généralement ni prophylaxie ni traitement efficace.

Selon l'enquête SUMER 2003 plus de 15% des travailleurs se déclarent exposés à des risques biologiques dans le cadre de leur activité professionnelle. Ce chiffre s'élève à 27% dans le secteur des services à la personne, à 33% dans l'agriculture, pour atteindre 66% dans le secteur santé/action sociale.[17]

Travail au contact d'humains ou de produits d'origine humaine	• Personnel soignant, techniciens de laboratoire de biologie • Aides à domicile • Métiers de la petite enfance • Thanatopracteurs
Travail au contact d'animaux ou de leurs produits	• Eleveurs, vétérinaires, personnel des abattoirs ou des centres d'équarrissage… • Personnel d'animaleries, animateurs en centre de loisirs… • Gardes-chasses, animaliers en parc zoologique, travailleurs en forêt
Travail dans le milieu agricole	• Eleveurs, agriculteurs, maraîchers…
Travail en industrie agroalimentaire	• Affineurs de fromage • Employés en fabrication de saucissons • Producteurs de levures alimentaires...
Traitement et élimination des déchets	• Ripeurs ou éboueurs, personnel des centres de tri de déchets ménagers • Personnel de centre de compostage • Egoutiers, travailleurs en station d'épuration
Entretien et maintenance	• Personnel de nettoyage dans tous les secteurs d'activité • Employés de maintenance (maintenance d'automates de laboratoires, entretien de gaines de ventilation…)
Travail en industrie pharmaceutique	• Personnel de laboratoire de recherche (biologie, biotechnologie…) • Personnel de l'industrie pharmaceutique (production de vaccins, d'antibiotiques…)

I.3.2 Risque biologique et chaîne de transmission :

Les agents biologiques se transmettent en suivant une chaîne de transmission. Cette chaîne part du réservoir d'agents biologiques.

Le réservoir est un lieu où s'accumulent les agents biologiques. Il peut être vivant (peau, salive, cuir, laine…) ou inanimé (sol, eau, objet contaminé).

Pour qu'il y ait contamination, les agents biologiques doivent pouvoir sortir du réservoir ou le travailleur avoir accès à ce réservoir.

La transmission peut se faire par voie respiratoire (inhalation), par contact avec la peau ou les muqueuses, par inoculation (blessure, morsure ou piqûre d'insecte) ou plus rarement par voie digestive.[17]

I.3.3 Agents biologiques et risques encourus :

Les risques liés aux agents biologiques sont classifiés en quatre familles :

- Les risques infectieux.
- Les risques immuno-allergiques.
- Les risques toxiques.
- Les risques cancérigènes.[17]

I.3.3.1 Les risques infectieux :

Les infections sont dues à la pénétration puis à la multiplication d'un micro-organisme dans le corps. Les principales répercussions sur la santé sont très variables et peuvent être influencées par des facteurs individuels (baisse des défenses immunitaires par exemple).

La règlementation classe les agents biologiques en fonction de leur risque infectieux en 4 groupes de pathogénicité croissante noté de 1 à 4 (R 4421-3 et 4 du Cdt).[17]

Ce classement basé sur :

- La pathogénicité chez l'homme
- Le danger

I.3.3.2 Les risques immuno-allergiques :

Certains agents biologiques sécrètent (ou sont eux-mêmes) des allergènes à l'origine de réactions immunitaires excessives ou inappropriées de notre organisme. Ces effets se traduisent par des allergies ou des réactions d'hypersensibilité.[17]

I.3.3.3 Les risques toxiques :

L'intoxication se manifeste par un ensemble de troubles résultant de l'action exercée par une ou plusieurs toxines issues d'agents pathogènes. En milieu professionnel on peut ainsi être exposé à :

- Des Exotoxines : pour les travailleurs
- Les possibilités de propagation dans la collectivité
- L'existence ou non d'une prophylaxie (prévention technique ou médicale) ou d'un traitement.

- Molécules très actives sécrétées par certaines bactéries ou par certaines moisissures, à l'origine de pathologies graves. Parmi les maladies d'origine bactérienne on citera le Botulisme ou encore le Tétanos. Les toxines sécrétées par les moisissures ou mycotoxines sont quant à elles à l'origine d'intoxications qui, en cas d'exposition chronique, peuvent conduire à des cancers. Les mycotoxines sont produites dans certaines conditions d'humidité et de température. Leurs effets toxiques par ingestion sont bien connus. Des effets toxiques par inhalation ou contact sont toutefois suspectés

- Des Endotoxines : composants de la paroi de certaines bactéries libérés lors de la division ou de la mort des bactéries (elles persistent longtemps après la mort de la bactérie). Leurs effets sont moindres que ceux des exotoxines, pouvant aller de la simple fièvre passagère accompagnée de courbatures à une atteinte broncho-pulmonaire chronique.[17] ·

I.3.3.4 Les risques cancérigènes :

Certaines infections chroniques peuvent parfois provoquer des cancers. Dans le cadre d'une exposition à des agents biologiques, l'apparition d'un cancer résulte donc soit d'une exposition répétée à une mycotoxine par exemple ou à la complication d'une pathologie non détectée / inefficacement prise en charge (ex : évolution d'une hépatite virale).

I.3.4 L'évaluation du risque biologique :

Comme pour tout risque professionnel, l'évaluation du risque biologique devra suivre une méthodologie en 5 étapes :

· Identifier les situations dangereuses (dangers, modes d'exposition).
· Estimer la probabilité d'exposition (fréquence).
· Estimer la gravité des dommages en cas d'exposition.
· Hiérarchiser les risques.
· Déterminer les mesures de prévention à mettre en place (humains, organisationnels, techniques) en privilégiant le collectif à l'individuel.[17]

I.3.5 Prévention du risque biologique :

La prévention des risques consiste à rompre la chaîne de transmission le plus en amont possible en s'appuyant sur des mesures d'organisation du travail, d'information et de formation de l'ensemble du personnel.
Les protections collectives et individuelles complètent les mesures de prévention.

La prévention se déploie sur toute la chaîne de transmission :
Agir sur le réservoir : dépister et traiter au plus tôt les individus réservoir (ex abattage d'un troupeau en cas d'infection), nettoyer, désinfecter, stériliser lorsque cela est nécessaire, lutter contre la prolifération d'insectes et de rongeurs susceptibles de diffuser des agents pathogènes.
Empêcher l'accès au réservoir : fermer les portes de sortie (gestion des déchets, confinement des réservoirs)
Agir sur la transmission : isoler les individus contagieux, séparer les zones contaminées des zones non contaminées, appliquer quand c'est possible le principe de marche en avant (du sale vers le propre sans possibilité de retour en arrière) ; améliorer la qualité de l'air par ventilation et assainissement de l'air (diminution du risque de transmission par inhalation).[17]

I.3.6 Mesures d'hygiène et de protection collective et individuelle :

Hygiène

· Eviter tout contact des mains souillées avec les yeux le nez et la bouche
· Désinfecter et protéger les plaies cutanées
· Se laver les mains à l'eau potable et au savon
· Différencier les vêtements de travail des vêtements civils
· Distinguer les vestiaires pour éviter la contamination des effets personnels
· Mettre à disposition une trousse de premier secours (contenu défini avec la médecine du travail)
. Nettoyer et désinfecter les locaux professionnels.[17]

Protections :

- La protection collective doit toujours être privilégiée. Lorsqu'il n'est pas possible de la mettre en œuvre, ou en complément de celle-ci, la protection individuelle peut s'avérer efficace pour éviter la transmission des agents pathogènes. On mettra alors à disposition les EPI (Equipements de Protection Individuelle) appropriés (bottes, gants, combinaison, lunettes de protection, etc.) en bon état, propres et entretenus.
- Identifier et équiper les locaux de façon appropriée : ventilation, zones confinées identifiées, etc. [17]

La vaccination : les défenses immunitaires peuvent être stimulées par la vaccination, un moyen de prévention très efficace, mais le nombre d'agents infectieux pour lequel on dispose d'un vaccin est malheureusement très limité. Le calendrier vaccinal prévoit les recommandations vaccinales pour la population générale et pour les professionnels. Il est modifié chaque année et publié par le bulletin Epidémiologique Hebdomadaire (BEH) de l'InVS (institut de veille sanitaire).[17]

I.4 Le risque chimique :

I.4.1 Définition :

Le risque chimique est l'ensemble des situations dangereuses ayant pour origine des produits chimiques. Toute substance ou préparation chimique, pure ou mélangée, qui entre en contact avec le corps humain, peut perturber le fonctionnement de ce dernier, et conduire à l'apparition de troubles physiologiques plus ou moins graves. Les produits inflammables, combustibles ou instables peuvent être à l'origine d'incendies et d'explosions d'importance variable. L'homme qui manipule de près ou de loin des produits chimiques ou se trouve en contact avec ces derniers est donc exposé à des risques chimiques divers et variés.[18]

I.4.2 Les produits chimiques :

Les produits chimiques se présentent sous différentes formes (liquide, solide, gazeuse) Comme par exemple dans des : [18]

- Produits de base utilisés dans la peinture, le blanchiment des textiles, dans la préparation de produits pharmaceutiques... ;
- Produits annexes comme les solvants, diluants, colles, additifs, fluides d'usinage... ;
- Produits de nettoyage des locaux, du matériel, du personnel... ;
- Produits d'emballage comme la mousse de polyuréthane.

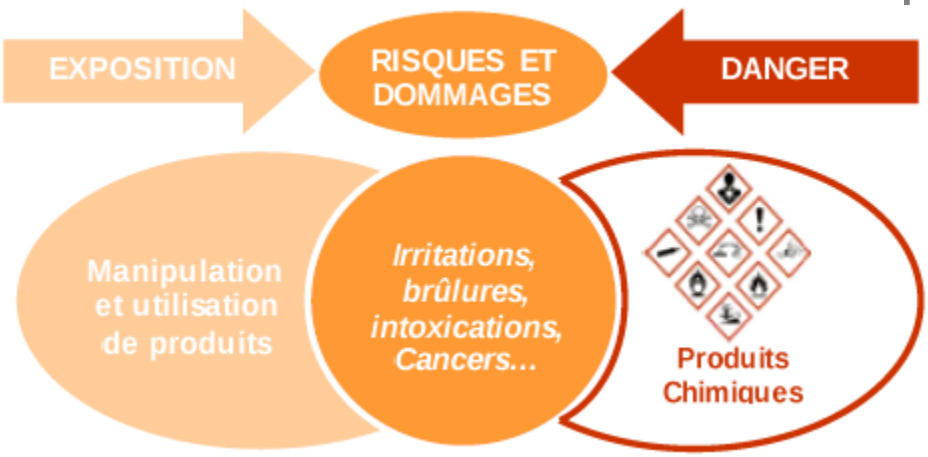


Figure I.1. *Risques et dommages dus aux produits chimiques.*

I.4.3 Classification des risques chimiques :

On distingue deux grandes familles des risques chimiques **:**

Auxquelles, il y a lieu d'ajouter le risque de réactions chimiques dangereuses susceptibles de donner naissance à des substances dangereuses, toxiques ou/et inflammables. **[18]**

I.4.3.1 Le risque d'intoxication :

C'est le risque chimique le plus connu et le plus étudié car il concerne prioritairement les hommes et l'environnement. Il y a risque d'intoxication chaque fois qu'un produit dangereux pénètre dans l'organisme, crée des dysfonctionnements de certains organes et perturbe le fonctionnement normal de l'organisme. Cette perturbation peut se traduire par des manifestations qui sont soit immédiates, comme les brûlures chimiques ou les suffocations, soit retardées, sous la forme de pathologies diverses. Les produits chimiques pénètrent dans les organismes par les quatre voies suivantes : la voie conjonctivale, la voie respiratoire, la voie digestive, la voie cutanéo-muqueuse. [18]

I.4.3.2 Le risque d'incendie-explosion :

De nombreux produits chimiques ont tendance à réagir ensemble suivant des réactions exothermiques, avec dégagement de chaleur qui accélère la réaction. Celle-ci prend une allure extrêmement rapide, incontrôlable et devient explosive. Lorsque les produits sont appelés incompatibles, ces réactions sont immédiates et l'explosion certaine. La chaleur dégagée dans ces réactions est telle que les produits se décomposent et forment des gaz et vapeurs combustibles qui s'enflamment ; s'ensuit alors incendies ou explosion. Il s'agit essentiellement des phénomènes accidentels. [18]

I.4.3.3 Risques dus aux réactions chimiques dangereuses :

Il existe de nombreuses réactions chimiques dites « dangereuses » car elles sont accompagnées par la formation de substances dangereuses, toxiques ou inflammables. Il s'agit essentiellement de réactions rapides et non contrôlées par suite de mise en contact accidentel de substances appelées « incompatibles ». Ce sont soit des réactions secondaires qui peuvent accompagner des synthèses mal contrôlées, soit des mélanges imprévisibles (par suite de fuites par exemple) de substances incompatibles ou encore des réactions de décomposition spontanée de produits peu stables ou explosifs. Le risque principal de ces réactions dangereuses est la formation et la libération : – de substances toxiques (acide cyanhydrique, oxydes de chlore, vapeurs nitreuses) ; – de substances inflammables (acétylène, hydrogène) ; – des substances à la fois toxiques et inflammables (hydrogène sulfuré, ammoniac). Par leurs caractères imprévisibles et non contrôlés, ces réactions dangereuses sont à l'origine de nombreux accidents graves (explosions, projections de liquides, émanations gazeuses). La plupart des sinistres industriels survenus dans des usines ont pour origine de telles réactions. [18]

I.4.4 Produit chimique :

Les produits chimiques sont des produits d'origine naturelle ou de synthèse, rencontrés sous différentes formes (solide, liquide, gaz, vapeur) et pouvant être en suspension dans l'air (poussières, fumées, brouillards, particules, fibres...). Substances chimiques ayant un risque pour la santé et la sécurité des travailleurs en raison de :

- Ses propriétés physico- chimiques, chimiques, toxicologiques ;
- La manière dont il est utilisé ou présent sur le lieu de travail.

Ils sont capables de provoquer un ou plusieurs effets sur la santé de l'homme au travail ces effets peuvent être de deux natures :

Les accidents de travail : L'accident de travail peut être défini comme une atteinte corporelle avec lésions Temporaires ou définitives, produites par une action extérieure ; soudaine et rapide.

Les maladies professionnelles : Une maladie professionnelle est la conséquence de l'exposition plus ou moins prolongée à un risque qui existe lors de l'exercice habituel de la profession. [18]

I.4.5 Les voies de pénétration des produits chimiques :

Le produit chimique passe du milieu extérieur à l'intérieur de l'organisme par différentes voies de pénétration : la voie conjonctivale, la voie respiratoire, la voie digestive, la voie cutanéo-muqueuse. [18]

• **La voie conjonctivale :**

¬ Par projection.

¬ Par contact avec mains souillées.

• **La voie respiratoire :** Les poussières, les vapeurs et les fumées constituent le type le plus répandu de particules en suspension dans l'air, dans un lieu de travail. Les voies de respiratoires sont donc particulièrement exposées à ces particules pouvant avoir des effets très divers sur les poumons ou sur d'autres organes du corps.

• **La voie digestive :** L'absorption de produits chimiques par la voie digestive peut être accidentelle par l'ingestion d'une quantité importante de produit ou chronique par l'ingestion répétée de faibles doses.

• **La voie cutanéo-muqueuse :** Certains produits irritent la peau, d'autres détruisent les tissus et d'autres encore la traversent. ⎫ Par contact direct accidentel ou non ; ⎫ Par projections, éclaboussures.

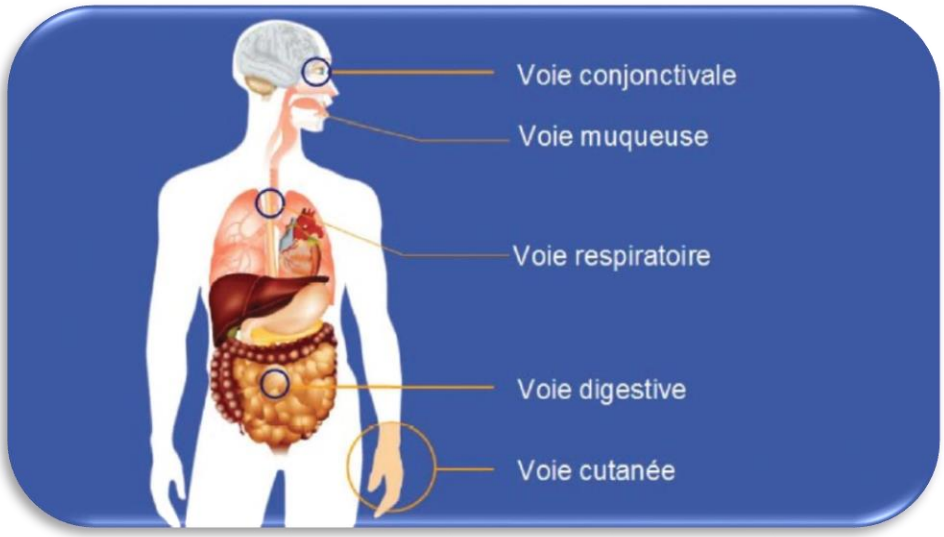


Figure I.2. *Les voies de pénétration des produits chimiques.*

I.4.6 Les effets des produits chimiques sur la santé :

Les produits chimiques présentent des dangers pour les personnes, les installations ou l'environnement : intoxications aiguës, asphyxie, incendie, explosion, pollution...

Ils peuvent aussi provoquer des effets plus insidieux, après des années d'exposition du travailleur à de faibles doses, voire plusieurs années après la fin de l'exposition. Ces dangers immédiats et différés doivent être pris en compte dans le cadre d'une même démarche de prévention des risques chimiques. [18]

La gravité des effets des produits chimiques sur la santé dépend de plusieurs paramètres :

- Caractéristiques du produit chimique concerné (toxicité, nature physique...) ;
- Voies de pénétration dans l'organisme (respiratoire, cutanée ou digestive) ;
- Mode d'exposition (niveau, fréquence, durée...) ;
- État de santé et autres expositions de la personne concernée (physiologie, prise de médicaments, consommation d'alcool ou de tabac, expositions environnementales...). Ces effets peuvent apparaître ;
- En cas d'exposition à un produit chimique sur une brève durée (Intoxication aiguë) : brûlure, irritation de la peau, démangeaison, convulsion, Ébriété, perte de connaissance, coma, arrêt respiratoire... ;
- Après des contacts répétés avec des produits chimiques, même à faibles doses, (Intoxication chronique) : eczéma ou troubles de la fertilité, silicose, Mésothéliome, insuffisance rénale... ;
- Les pathologies dues à des produits chimiques peuvent apparaître plusieurs mois Ou plusieurs années après l'exposition. Dans le cas des cancers professionnels,

Ils peuvent apparaître 10, 20, voire 40 ans après l'exposition.[18]

- Les pathologies dues à des produits chimiques peuvent apparaître plusieurs mois ou plusieurs années après l'exposition. Dans le cas des cancers professionnels, ils peuvent apparaître 10, 20, voire 40 ans après l'exposition. [18]



Figure I.2. *Les 9 pictogramme de danger.*

I.5 Gestion du risque :

I.5.1 Définition :

La gestion du risque permet à une organisation de s'assurer qu'elle connaît et comprend les risques auxquels elle s'expose. La gestion du risque amène également l'entreprise/organisme à dresser et à mettre en œuvre un plan destiné à prévenir les sinistres ou à en réduire l'incidence. Un plan de gestion du risque comprend des stratégies et des techniques visant à reconnaître ces menaces et à les endiguer. Une bonne gestion du risque n'est pas nécessairement coûteuse ou fastidieuse. Elle peut consister simplement à répondre aux trois questions suivantes :

Qu'est-ce qui pourrait mal tourner ?

Que ferons-nous pour prévenir les dommages et réagir à un sinistre ou à des pertes ?

Si un sinistre se produit, comment paierons-nous les dommages ? [19]

I.5.2 Avantage de la gestion du risque :

La gestion du risque permet de recenser les risques de façon claire et structurée. Une organisation qui comprend clairement tous les risques auxquels elle est exposée peut les jauger et les classer en ordre de priorité et prendre les mesures appropriées pour réduire les pertes. La gestion du risque comporte d'autres avantages pour l'entreprise/organisme, notamment :

- Économiser les ressources : Le temps, l'actif, le revenu, les biens et les personnes sont toutes d'importantes ressources que l'on peut économiser en réduisant au minimum les sinistres
- Protéger la réputation et l'image publique de l'entreprise.
- Protéger les personnes contre les blessures.
- Protéger l'environnement.
- Améliorer la capacité de l'entreprise/organisme à se préparer à diverses situations.
- Réduire la responsabilité civile et professionnelle.
- Contribuer à définir clairement les besoins d'assurance.

Une gestion efficace du risque n'élimine pas complètement le risque. Cependant, elle montre à l'assureur que votre entreprise/organisme se soucie de la réduction et de la prévention des sinistres, de sorte qu'elle représente un meilleur risque à assurer. [19]

I.5.3 Principe de gestion de risque :

La gestion du risque est un processus itératif qui inclut notamment les phases suivantes :

- Appréciation du risque (analyse et évaluation du risque)
- Acceptation du risque.
- Maîtrise ou réduction du risque. [19]

I.5.3 Les étapes de la gestion des risques :

Il y'a cinq étapes de la gestion des risques sont :

- Analyse des risques.
- Estimation des risques.
- L'évaluation des risques.
- Acceptabilité des risques.
- Réduction du risque. [19]

I.5.3.1 Analyse des risques :

L'analyse des risques est définie comme l'utilisation des informations disponibles pour identifier les dangers et estimer les risques. [ISO/CEI 51 :1999] est une méthode visant à identifier les dangers potentiels, à évaluer les risques (vraisemblance, gravité) et à les maîtriser en recherchant des contrôles. L'analyse des risques vise à identifier les dangers, à mettre en évidence les barrières de sécurité, à évaluer les risques et à comparer ce niveau de risque à des niveaux jurés acceptables. L'estimation du risque peut être effectuée de manière semi-quantitative à partir :

- Le niveau de probabilité que le dommage se produise,
- La gravité des dommages.

  Bien entendu, l'acceptation de ce risque dépend des critères d'acceptation du risque préalablement définis. [19]

I.5.3.2 Evaluation du risque :

L'évaluation des risques spécifie une procédure basée sur l'analyse des risques pour déterminer si le risque tolérable est atteint. En pratique, cette phase peut s'accompagner d'une caractérisation quantitative détaillée et précise (plutôt que d'estimations de risque très simplifiées) de l'ampleur du risque. [19]

Matrice d'évaluation des risques : Gravité – Probabilité d'occurrence :

La gravité des risques : désigne l'ampleur des conséquences potentielles d'un risque s'il se réalise. Elle est évaluée en fonction de critères tels que la santé et sécurité, les impacts financiers, environnementaux, réputationnels et opérationnels. Cette évaluation aide à prioriser les risques et à déterminer les actions nécessaires pour les gérer efficacement.

La probabilité des risques : est la mesure de la chance qu'un événement de risque spécifique se produise. Elle évalue la fréquence ou la possibilité de réalisation du risque, et aide à prioriser les actions de gestion des risques.

Plusieurs niveaux de gravité peuvent être définis, ils évoluent :

Suivant les pays, les sociétés

Avec le temps et l'évolution des technologies

Ainsi, le niveau de gravité peut varier d'une analyse de risque à l'autre, d'une industrie à l'autre

Cette matrice d'évaluation des niveaux de risque est utilisée par les industriels pour les études d'analyse de risques à titre préventif selon la méthode dite « probabiliste ». Elle est par ailleurs adaptée et mise en œuvre :

Pour l'évaluation des incidents et accidents :

La situation du niveau de risque permet de définir :

Les niveaux auxquels sera diffusée l'information concernant l'accident (secteur concerné de l'usine, l'usine, le groupe, la profession) pour contribuer au partage d'expérience.

Le niveau de décisions validant l'analyse et les plans d'actions afin d'éviter le renouvellement de l'accident (secteur concerné, direction du site, direction du groupe).

Pour définir une stratégie de maintenance, en fonction des risques associés à la défaillance des équipements.

Le niveau de risque permet de rendre prioritaire les interventions de maintenance ainsi que la gestion des stocks de pièces de rechange. [19]

Tableau I.8. *Matrice de criticité.*

Fréquence \ Gravité	Insignifiant	Marginal	Critique	Catastrophique
Invraisemblable	Négligeable	Négligeable	Négligeable	Négligeable
Improbable	Négligeable	Négligeable	Acceptable	Acceptable
Rare	Négligeable	Acceptable	Indésirable	Indésirable
Occasionnel	Acceptable	Indésirable	Indésirable	Inacceptable
Probable	Acceptable	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable
Fréquent	Indésirable	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable

I.5.3.3Acceptation du risque :

Ainsi, le niveau d'acceptation du risque peut dépendre de facteurs éthiques, moraux, économiques ou politiques. Pour le domaine des risques inattendus, le pouvoir de décision pour la prise de risque est également entre les mains des autorités compétentes. [19]

I.5.3.4 Réduction du risque :

L'atténuation des risques (ou le contrôle des risques) fait référence aux actions ou aux précautions prises pour réduire la probabilité ou la gravité des dommages associés à un risque particulier. Si le risque considéré est jugé inacceptable, une telle action doit être en visage. [19]

I.5.4 Les Méthodes D'analyses Des Risques :

La méthode d'analyse des risques est un processus structuré permettant d'identifier, d'évaluer et de gérer les risques potentiels associés à une activité, un processus, un projet ou un système, dans le but de minimiser les impacts négatifs sur les objectifs préétablis. [19]

I.5.5 Le choix de la méthode d'analyse des risques dépend des critères suivants :

Nature du risque : Certaines méthodes sont plus adaptées à certains types de risques. Par exemple, l'analyse des arbres de défaillances est particulièrement utile pour les risques liés à la sécurité.
Complexité du système: Les systèmes complexes nécessitent des méthodes d'analyse des risques plus sophistiquées.
Disponibilité des données: Certaines méthodes nécessitent plus de données que d'autres.
Coût: Certaines méthodes sont plus coûteuses que d'autres.
Expérience de l'équipe: Les membres de l'équipe doivent être formés à la méthode d'analyse des risques choisie.
Temps disponible: Certaines méthodes sont plus rapides que d'autres. [19]

I.6 Analyse préliminaire de risques (APR) :

I.6.1 Définition :

L'analyse préliminaire des risques (APR) est une méthode systématique utilisée pour identifier et évaluer les dangers et les risques potentiels associés à une activité, un projet, un système ou un processus. L'objectif de l'APR est d'identifier les risques potentiels dès le début du projet, afin de prendre des mesures préventives et correctives pour réduire les impacts négatifs sur la sécurité, l'environnement et la santé des personnes.

L'APR consiste généralement en plusieurs étapes, notamment la collecte d'informations sur l'activité ou le projet, l'identification des dangers potentiels, l'évaluation des risques associés à chaque danger, et la mise en place de mesures pour réduire ou éliminer ces risques.

L'analyse préliminaire des risques est souvent utilisée dans des secteurs tels que l'ingénierie, la construction, l'aviation, la production industrielle, la santé et la sécurité. Elle est essentielle pour réduire les coûts, les retards, les impacts négatifs sur l'environnement et la santé des personnes, et pour garantir la sécurité des travailleurs et des utilisateurs finaux. [20]

I.6.2 Objectifs :

Les objectifs de l'analyse préliminaire des risques (APR) sont les suivants

Identifier les dangers potentiels : l'APR permet d'identifier tous les dangers potentiels qui peuvent survenir dans le cadre d'une activité, d'un projet, d'un système ou d'un processus.

Évaluer les risques : une fois les dangers identifiés, l'APR permet d'évaluer les risques associés à chaque danger. Cela permet de déterminer l'importance de chaque risque et de décider de l'action à entreprendre pour le traiter.

Définir les mesures à prendre : l'APR permet de définir les mesures à prendre pour réduire ou éliminer les risques identifiés. Cela peut inclure des mesures préventives, telles que des modifications de conception, des contrôles de processus ou des procédures de sécurité supplémentaires, ainsi que des mesures correctives, telles que des plans d'urgence ou des plans de récupération après incident.

Réduire les impacts négatifs : l'APR permet de réduire les impacts négatifs sur la santé, la sécurité et l'environnement en mettant en place des mesures pour prévenir les incidents, minimiser les pertes et protéger les travailleurs, les utilisateurs finaux et l'environnement.

Améliorer la prise de décision : l'APR fournit des informations clés pour prendre des décisions éclairées sur les risques associés à une activité, un projet, un système ou un processus. Cela peut inclure la prise de décisions sur la modification de la conception, la sélection de matériaux ou la mise en œuvre de mesures de contrôle.

Garantir la conformité réglementaire : l'APR est souvent exigée par les réglementations et les normes de l'industrie pour garantir la conformité réglementaire. Elle permet de démontrer que toutes les précautions nécessaires ont été prises pour minimiser les risques associés à une activité, un projet, un système ou un processus.

En résumé, l'analyse préliminaire des risques est une étape cruciale pour garantir la sécurité, la santé et la protection de l'environnement dans toutes les activités humaines. [21]

I.6.3 Résultat de l'APR :

Le résultat de l'analyse préliminaire des risques (APR) est un rapport qui présente les résultats de l'évaluation des risques et les mesures de prévention et de protection proposées pour réduire ou éliminer les risques identifiés.

Le rapport de l'APR peut inclure les éléments suivants :

- Une description détaillée des dangers identifiés et des risques associés à chaque danger.
- Une évaluation des risques, qui comprend une analyse de la probabilité d'occurrence et de la gravité des conséquences associées à chaque danger.
- Des recommandations pour des mesures de prévention et de protection, telles que des modifications du processus ou du système, des formations, des équipements de protection individuelle, des procédures de sécurité, etc.
- Une analyse coûts-bénéfices des mesures proposées, afin de déterminer la faisabilité économique et de hiérarchiser les mesures en fonction de leur rentabilité.
- Une liste des personnes responsables de la mise en place des mesures de prévention et de protection et un calendrier pour leur mise en œuvre.
- Une méthode pour surveiller et évaluer l'efficacité des mesures mises en place pour réduire les risques.

  Le rapport de l'APR doit être communiqué aux parties prenantes pertinentes, telles que la direction de l'entreprise, les employés, les clients, les fournisseurs, les autorités réglementaires, etc. Les parties prenantes peuvent utiliser les informations contenues dans le rapport pour prendre des décisions éclairées en matière de gestion des risques et pour améliorer la sécurité et la santé des employés, la qualité des produits et services, et la performance globale de l'entreprise.[22]

Tableau I.9. *Résultat De L'APR.*

Labo d'analyse physico-chimique					DATE : 20/05/2023						
N°	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENTREDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	INTENSITE -CIBLE POTENTIELLE	P	G	C	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
01	Ethanol	Inflammable	- Source d'inflammation. - Sous l'effet de la chaleur. - Il peut réagir vivement avec les oxydants puissants : Acide nitrique, acide perchlorique, perchlorates, peroxydes, permanganates, trioxyde de chrome...	-Douleur oculaire, risque neuropsychique, trouble de la mémoire, œdème cutané, risque cancérogène, risque pour la reproduction incendie.	Sur site : Personnel, installations	3	3	9	PREVENTION : -Prendre connaissance de l'étiquetage et de la fiche de donnéesde sécurité du produit (notamment sur les précautions d'emploi et de stockage). -Manipuler en vaseclos et à défaut sous hotte aspirante pour éviter l'inhalation de vapeurs. -Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections.	PROTECTION : Se munir systématiquement des équipements de protection individuelle lors de la manipulation du produit : vêtements de protections, lunettes de sécurité, gants en caoutchouc butyle ou en néoprène (les gants en caoutchouc naturel, polychlorure de vinyle et polyalcool vinylique sont déconseillés).	En cas d'incendie impliquant l'éthanol, les agents d'extinction préconisés Sont les poudreschimiques ou l'eau avec additifou sous forme de mousse (adjonction d'un émulseur spécial compatible avec les produits polaires) voire ledioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la Propagation.

La première ligne permet de situer la partie de l'installation étudiée. Les modes de fonctionnement normal, transitoire et dégradé sont étudiés dans l'analyse des risques. Seules celles retenues apparaissent dans l'étude.

La colonne n°1 : désigne les numéros des scénarios étudiés.

La colonne n°2 : désigne le produit ou l'équipement étudié en rapport avec la partie de l'installation désignée à la première ligne.

La colonne n°3 : désigne l'Evènement Redouté Central (situation de danger). Par exemple, la mise en suspension de poussières, la fuite de gaz ou l'inflammation de matières combustibles.

La colonne n°4 : désigne l'Evènement Initiateur (cause de la situation de danger). Un Evènement Redouté Central peut avoir plusieurs Evènements Initiateurs, aussi bien internes (défaillance mécanique, erreur humaine, points chauds, …) qu'externes (effets dominos, ...).

La colonne n°5 désigne les Phénomènes dangereux susceptibles de découler de l'Evènement Redouté Central (ex : explosion, incendie, pollution des eaux superficielles, etc.)

La colonne n°6 recense les Cibles potentielles (homme, structures, …) pouvant être atteintes par le Phénomène dangereux considéré et l'Intensité du phénomène : Sur site et/ou Hors du site. Cette information permet la cotation de la gravité G. Si, au cours de l'analyse des risques, le groupe de travail a des difficultés pour estimer les effets du Phénomène dangereux, notamment pour déterminer si ces effets sont susceptibles de sortir des limites d'exploitation, une modélisation peut être réalisée dès ce stade afin de lever cette incertitude.

La colonne n°7 présente la cotation en Gravité (G) des conséquences potentielles prévisibles sur les personnes, qui résultent de l'intensité des effets du phénomène dangereux et de la vulnérabilité des personnes potentiellement exposées. A noter que la cotation en gravité des phénomènes dangereux est réalisée sans tenir compte des Mesures de Maîtrise des Risques assujetties actives.

La colonne n°8 présente, pour les scénarios identifiés, les principales barrières de sécurité indépendantes. La distinction entre les barrières de protection et de prévention est réalisée sous la forme de 2 sous-colonnes.

La colonne n°9 comprend les éventuelles observations ou remarques relatives au scénario considéré. Sont à consigner dans cette colonne, l'argumentaire relatif à la définition du phénomène dangereux, à la prise en compte ou non de certaines cibles, ou à la cotation en gravité.

Seuls les évènements plausibles, compte tenu des conditions de mises en œuvre des produits ou des installations, ont été retenus. Les enchainements d'évènement considérés comme physiquement impossible ne sont pas repris dans les tableaux.

Seuls les scénarios susceptibles d'avoir des effets à l'extérieur de l'établissement sont considérés comme accidents majeurs potentiels et sont retenus dans la suite de l'Etude des Dangers.[22]

I.6.4 Les avantages et les limites de l'APR :

L'analyse préliminaire des risques (APR) présente plusieurs avantages, notamment :

- **Identification précoce des risques :** L'APR permet d'identifier les risques potentiels dès le début d'un projet ou d'un processus, avant qu'ils ne deviennent des problèmes plus importants.
- **Prise de décisions éclairées :** L'APR fournit des informations factuelles sur les risques associés à un projet ou à un processus, permettant ainsi de prendre des décisions éclairées pour gérer ces risques.
- **Réduction des coûts :** L'APR peut aider à identifier les risques qui peuvent entraîner des coûts supplémentaires en cas de problèmes. En mettant en place des mesures de prévention appropriées, les coûts peuvent être réduits ou même éliminés.
- **Amélioration de la sécurité et de la santé des employés :** L'APR permet d'identifier les dangers pour la santé et la sécurité des employés et de mettre en place des mesures de prévention pour minimiser ces risques.

  Cependant, l'APR présente également certaines limites, telles que :
- **Limitations dans l'identification des risques :** L'APR repose sur les connaissances et l'expérience des personnes impliquées dans l'analyse, ce qui peut limiter la capacité à identifier tous les risques potentiels.
- **Manque de précision dans l'évaluation des risques :** L'évaluation des risques repose souvent sur des estimations, ce qui peut rendre l'évaluation moins précise.

- **Risque d'oublier des risques secondaires :** En se concentrant sur les risques principaux, l'APR peut omettre certains risques secondaires qui peuvent avoir des impacts importants.
- Limitations dans la prise de décision : L'APR fournit des informations sur les risques, mais ne prend pas en compte les aspects sociaux, économiques et environnementaux, qui peuvent également avoir un impact sur les décisions.

  En résumé, l'APR présente de nombreux avantages, mais il est important de comprendre ses limites et de prendre en compte les autres aspects lors de la prise de décision.[23]

Conclusion :

Une bonne gestion HSE protège la santé et la sécurité des employés en réduisant les accidents et les maladies professionnelles. Elle garantit également un environnement de travail sain et sûr, ce qui améliore la qualité de vie des employés et les rend plus productifs. De plus, une gestion HSE efficace permet de réduire les coûts de santé Et de sécurité, ce qui peut améliorer la rentabilité de l'entreprise. Elle permet aussi de réduire les émissions Polluantes, les déchets et les consommations d'énergie, ce qui contribue à une réduction des impacts environnementaux. [24]

De plus, elle garantit la conformité aux normes et réglementations environnementales, ce qui évite les pénalités et les amendes. Une entreprise qui respecte les normes HSE et protège l'environnement est perçue comme responsable et engagée, ce qui peut améliorer sa réputation et attirer de nouveaux clients. [25]

Chapitre II :

Généralités sur le sujet étudié

« Les eaux usées »

Introduction

L'eau est le vecteur choisi par l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets. Les multiples utilisations de l'eau par l'homme donnent lieu à la formation d'eaux usées, présentes en différentes concentration à l'état pur ou mélangé. Par ailleurs, presque tous les processus industriels et artisanaux consomment de l'eau et rejettent des eaux résiduaires. Sous cette terminologie, on groupe habituellement des eaux d'origine très diverses : les eaux d'origine urbain (eaux ménagères, eaux de vannes) ; il s'y ajoute suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

Les eaux usées sont des liquides de composition hétérogène, chargées de matières minérales ou organique, pouvant être en suspension ou en solution, et dont certaines peuvent avoir un caractère toxique. A cette charge s'associent presque toujours des matières grasses et des matières colloïdales. [26]

II.1 Les eaux usées

II.1.1 Définition des eaux usées :

Les eaux usées sont des eaux contaminées par des activités humaines et rejetées après leur utilisation domestique ou industrielle.

Les eaux usées urbaines sont des eaux chargées de polluants solubles ou non provenant essentiellement de l'activité humaine, cette pollution se traduit essentiellement par :

- La pollution carbonée qui se quantifie par 3 grandeurs : les MES, la DCO et DBO 5.

- La pollution azotée se caractérise par des formes réduites (NH 4 +, N organique) et oxydées

(NO 3 -, NO 2 -).

- Le phosphore qui existe sous forme d'ortho phosphate, de polyphosphates et de phosphore organique.

- Les paramètres bactériologiques.

Dans le cas des eaux résiduaires urbaines les exigences d'épuration ne s'appliquent qu'aux seuls paramètres mesurant la pollution carbonée, azotée et phosphorée [27].

II.1.2 Classification des eaux usées :

Les eaux usées sont généralement classées en fonction de leur origine, de leur Composition et de leur niveau de traitement. Voici une classification générale des eaux usées :

1. Eaux usées domestiques : Ce sont les eaux usées provenant des ménages, des institutions et des établissements commerciaux. Elles comprennent les eaux provenant des toilettes, des éviers, des douches, des lave-vaisselles, des machines à laver, etc. [26]

2. Eaux usées industrielles : Ce sont les eaux usées générées par les processus industriels dans les usines, les usines de traitement, les installations de production, etc. Elles peuvent contenir une grande variété de produits chimiques, de métaux lourds, de solvants et d'autres contaminants spécifiques à l'industrie concernée. [26]

3. Eaux usées agricoles : Ces eaux usées proviennent des activités agricoles telles que l'irrigation, le lavage des équipements agricoles, le ruissellement des pesticides et des engrais, ainsi que les effluents des élevages animaux. [26]

4. Eaux pluviales urbaines : Ce sont les eaux de ruissellement provenant des précipitations qui traversent les zones urbaines, collectant souvent des contaminants tels que les huiles de route, les débris, les pesticides et les métaux provenant des surfaces imperméables. [26]

5. Eaux usées mixtes : Il s'agit d'eaux usées provenant d'une combinaison de sources domestiques, industrielles et/ou agricoles, généralement observées dans les réseaux d'assainissement urbain. [26]

En fonction de leur origine et de leur composition, les eaux usées peuvent être classées en eaux usées brutes, partiellement traitées ou traitées. Les eaux usées brutes sont celles qui n'ont subi aucun traitement ou un traitement minimal, tandis que les eaux usées traitées ont été soumises à des processus de traitement pour élimer. [26]

II.1.3 Nature de la pollution

En entend par la pollution de l'eau, la modification néfaste de la composition des eaux par l'ajout des substances susceptibles d'altérer leur qualité, leur aspect esthétique et compromettre leur consommation. La pollution se manifeste généralement sous quatre formes principales :

- Organique.

- Microbiologique.

- Minérale.

- Toxique (minérale et organique).

A chacune de ces formes de pollution correspond nécessairement une modification du milieu récepteur qui se traduit indirectement et à plus ou moins long terme, par des conséquences néfastes sur l'individu. [28]

II.1.4 les principaux Paramètres de pollution :

Habituellement, le potentiel de pollution d'une eau est apprécié par une série d'analyse physico-chimiques dont certaines tentent de reproduire les modifications que cette eau sera susceptible d'apporter dans le milieu où elle sera rejetée. Ces mesures sont complétées par des analyses plus spécifique et à l'origine de nuisances majeures, tel que le phosphore ou l'azote. Dans certains cas particuliers, des produits toxiques peuvent être recherchés. [29]

II.1.5 Paramètres physiques

1.Matières en suspension (MES)

Elles représentent les matières qui ne sont ni n'a l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES, qui comportant des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque le degré de pollution d'un effluent urbain ou même industriel. [29]

2.Température

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré, surtout dans le cas de rejet industriel dans le réseau. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration, notamment les dégraisseurs, est sensible à des températures trop élevées. Ainsi, tout rejet doit être inférieur à 30°c. [29]

3. Conductivité électrique :

C'est une mesure simple, qui se pratique avec une électrode et fournit une indication précise sur la concentration totale en sels dissous. Par comparaison avec la conductivité de l'eau potable, il est possible de juger rapidement si des apports importants, en particulier industriels, ont lieu dans le réseau d'assainissement. Le résultat est donc exprimé en micro- siemens par centimètre (µs/cm). [29]

II.1.6 Paramètres chimiques :

1. Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

Elle représente la quantité d'oxygène dépensée par les phénomènes d'oxydation chimiques, d'une part, la dégradation des matières organiques pare voie aérobie, nécessaire à la destruction des composés organiques, d'autre part. En effet, dans un effluent complexe, ces deux types d'oxydation se superposent, d'où l'emploi du terme biochimique. [29]

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans ce cas la DBO ultime ou DBO21 ou DBO28 ; cette période étant longue, on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO5. La DBO représente seulement la pollution organique carbonée biodégradable. [30]

2. Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

Elle représente la teneur totale de l'eau en matières organiques, qu'elles soient ou non biodégradables. [30]

3. Matières oxydables (MO) :

Ce paramètre est utilisé pour caractériser la pollution organique de l'eau. Il se définit à partir de la DBO5 et de la DCO selon la formule suivante : [3] MO = (2 DBO5 + DCO) / 3. [30]

4. pH :

Le pH mesure la concentration des ions H+ dans l'eau. Il caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimiques. La valeur du pH influe la croissance des micro-organiques présents dans l'eau, la plupart des bactéries par exemple peuvent croitre dans une gamme de pH comprise 5 et 9, l'optimum étant situ entre 6,5 et 8,5. Des valeurs inférieures à 5 ou supérieures à 9 affectent la survie des micro-organismes aquatiques selon l'OMS. [30]

5. Le carbone organique total (COT) :

Il ne représente que le carbone présent dans les composés organiques. La valeur de (COT), contrairement à la DBO, détermine complètement les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement, qui sont d'une grande importance pour l'évaluation de la pollution de l'eau et des effluents. [28]

6. Les sels nutritifs :

Les nutriments sont des éléments qui peuvent se présenter dans les eaux usées urbaines, sous forme organique ou minérale. Ils sont responsables de l'eutrophisation des milieux aquatiques. La connaissance des quantités des nutriments contenus dans l'eau usée est donc indispensable pour le contrôle de la qualité des nutriments dans les effluents épurés avant de les rejeter dans le milieu récepteur. [28]

II.1.7 Détermination de l'origine des eaux usées :

Avant de prévoir un quelconque système d'épuration, il est impératif de procéder à une synthèse des informations collectées pour déterminer l'origine et donc les caractéristiques des eaux résiduaires. Dans notre cas, ces eaux résiduaires comprennent les eaux urbaines provenant des ménages, les eaux vannes et les eaux industrielles assimilables aux eaux usées. [27]

II.1.8 Milieu récepteur :

Les rejets d'eau usée de la région d'étude se déversent à l'aire libre et rejoignent la vallée sans aucun traitement préventif. Il est nécessaire donc de soulager l'oued en assurant une qualité d'eau conforme aux normes en vigueur par la réalisation d'une station d'épuration. Une fois les eaux épurées, elles seront destinées toujours vers l'oued. Cela permettra d'une part, de prévenir contre le déversement incontrôlé des eaux usées dans le milieu récepteur et protéger ainsi la faune et la flore et la flore. D'autre part, de protéger ainsi la faune et la flore. D'autre part, de protéger la nappe phréatique, principale ressource de la région. [27]

II.1.9 Impacte des rejets directs sur l'environnement :

Les rejets des eaux usées dans la vallée constituent un problème qui se traduit par un déséquilibre du milieu écologique d'une part et d'autre part la perte de ces eaux sans récupération. Ces eaux usées ont une part importante dans la dégradation du milieu récepteur et risquent de constituer à l'avenir la cause essentielle de la pénurie et des problèmes de santé publique. [31]

Les eaux usées de la région d'étude qui se déversent directement à l'air libre dans la vallée peut engendrer des conséquences néfastes telle que :

¬ La dégradation du milieu récepteur ;

¬ La dégradation de la qualité de l'eau ;

¬ Pollution de la nappe phréatique qui est la source d'approvisionnement de la région.

II.1.10 Normes de rejets

1.Norme de rejet des effluents urbains

Dans le domaine de l'eau, on est tenu de respecter des normes très strictes car cela touche au domaine de la sante publique, et le moindre écart peut s'avérer très dangereux pour la sante de l'homme, la préservation des espèces aquatiques…etc.
Pour l'épuration, les normes concernent en grande partie la qualité de l'eau au rejet.
Les normes de rejet ont pour but de maintenir, ou le cas échéant de restaurer, la qualité des eaux superficielles qui reçoivent les effluents traites. Les systèmes d'épurations, ont donc pour mission de réduire au maximum les paramètres caractérisant un effluent (DBO, DCO, MES, NTK, PT). [32]

La limite de pollution tolérée est fixée par l'intermédiaire de la réglementation sanitaire. Les différents niveaux de rejet sont déterminés en fonction des paramètres suivants : [32]

- L'objectif de qualité assigne au milieu récepteur
- Les conditions locales de dilution, de renouvellement d'eau et d'autoépuration offerte par lemilieu naturel.
- Les caractéristiques de l'effluent avant épuration (débit, concentration et biodégradabilité).

Les rejets en dehors des situations inhabituelles doivent respecter les valeurs soit en concentration

Les eaux résiduaires regroupent : les eaux usées d'origine urbaines ou domestiques, ainsi que les eaux usées d'origine industrielles et agricoles, ont besoin de subir des traitements dives avant d'être rejeter dans les milieux naturels récepteurs.

Afin d'éviter l'altération du milieu récepteur, il existe plusieurs procédés qui varient en fonction de l'importance de la charge polluante à traiter, de la quantité de l'effluent requis, du rendement épuratoire, de la taille de la population, de la disponibilité du terrain, du climat etla topographie de la région. [33]

Ce deuxième chapitre était consacré à l'étude des techniques d'épuration des eaux usées à la station de Beni Mered.

Le schéma ci-dessous permet de situer d'une manière succincte les différentes étapes du principe de traitement des eaux usées :

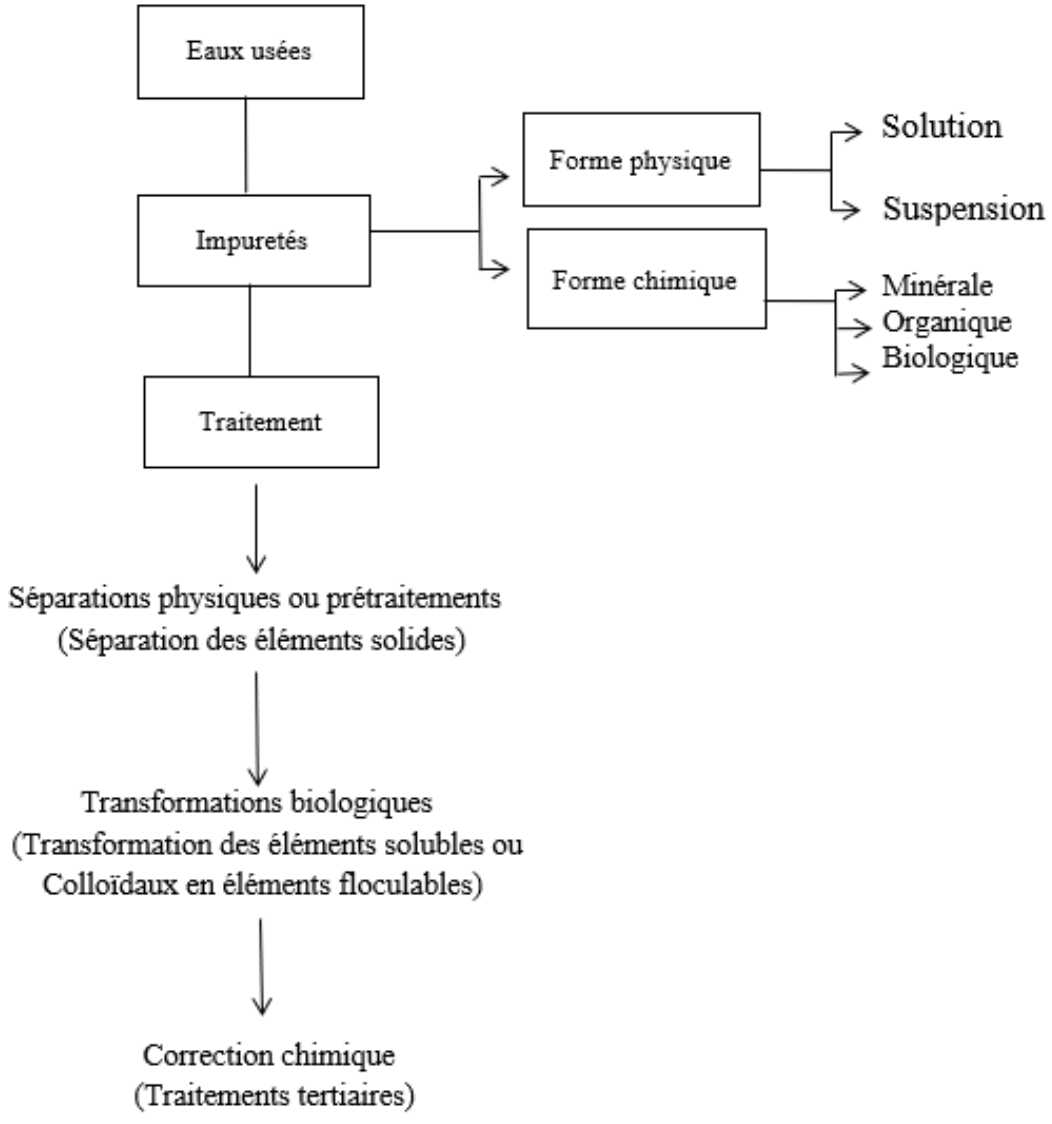


Figure II.3. *Les étapes d'épuration d'une eau usée.*

II.1.11 L'importance des stations d'épuration :

Les stations d'épuration des eaux usées jouent un rôle crucial dans la préservation de l'environnement et de la santé publique. Ces installations sont conçues pour traiter les eaux usées domestiques, industrielles et pluviales, en éliminant les impuretés et les contaminants pour les rendre propres et sécurisées avant de les rejeter dans le milieu naturel ou de les réutiliser.

Les stations d'épuration permettent de réduire la pollution de l'eau, de protéger la faune et la flore aquatiques, et de prévenir la propagation des maladies d'origine hydrique. Elles contribuent également à préserver les ressources en eau en recyclant une partie des eaux traitées pour un usage non potable, comme l'irrigation agricole ou l'industrie. [34]

En outre, l'épuration des eaux usées est une solution économique qui augmente le rendement agricole et dépollue l'environnement. Les eaux épurées peuvent être utilisées pour l'irrigation agricole, ce qui est deux fois moins cher que le dessalement de l'eau de mer et permet de limiter les conséquences de la pénurie des pluies et de minimiser la pollution des ressources naturelles. [35]

II.1.12 Quelles sont les conséquences de l'absence de stations d'épuration ?

L'absence de stations d'épuration des eaux usées peut entraîner des conséquences graves pour l'environnement et la santé publique. Les eaux usées non traitées peuvent contenir des polluants tels que des matières organiques, des nutriments, des métaux lourds, des pesticides et des médicaments, qui peuvent affecter la qualité de l'eau dans les cours d'eau, les rivières, les lacs et les océans. Ces polluants peuvent également se déposer dans le sol et l'air, ce qui peut entraîner des problèmes de santé pour les humains et les animaux.

Les conséquences de l'absence de stations d'épuration des eaux usées peuvent inclure :

Pollution des eaux : Les eaux usées non traitées peuvent contaminer les sources d'eau potable, les cours d'eau et les zones humides, ce qui peut entraîner des problèmes de santé pour les humains et les animaux qui consomment ces eaux. [36]

Dégâts environnementaux : Les polluants présents dans les eaux usées non traitées peuvent affecter la biodiversité et la santé des écosystèmes aquatiques, ainsi que la qualité de l'air et du sol. [36]

Risques sanitaires : Les travailleurs en contact avec les eaux usées non traitées, tels que les égoutiers et les employés de stations d'épuration, peuvent être exposés à des risques sanitaires élevés, notamment à des maladies infectieuses et parasitaires. [37]

Impact sur la santé humaine : Les eaux usées non traitées peuvent contenir des bactéries, des virus et des parasites qui peuvent causer des maladies diarrhéiques, des infections respiratoires et des problèmes de santé chroniques. [37]

Coûts économiques : L'absence de stations d'épuration des eaux usées peut entraîner des coûts élevés pour la santé publique, la réparation des dommages environnementaux et la reconstruction de systèmes d'assainissement. [38]

Impact sur la durabilité : L'absence de stations d'épuration des eaux usées peut compromettre la durabilité des systèmes d'assainissement et des ressources en eau, ce qui peut affecter la capacité des communautés à se développer et à se maintenir. [39]

II.2 Sulfure d'hydrogène H_2S :

II.2.1 Définition et Propriétés de sulfure d'hydrogène :

- **Formule chimique** : H_2S
- **Odeur** : odeur caractéristique d'œufs pourris, détectable à très faible concentration
- **Inflammabilité** : le H_2S est un gaz extrêmement inflammable
- **Toxicité** : le H_2S est un gaz très toxique, même à faible concentration.
- **Sources** : il se trouve naturellement dans le pétrole, le charbon, le gaz naturel et les matières organiques en décomposition, ainsi que dans les installations de traitement des eaux usées et les égouts.

Le sulfure d'hydrogène (H_2S) est un composé chimique gazeux constitué de soufre et d'hydrogène.[40]

C'est un gaz incolore, inflammable et à l'odeur nauséabonde d'œuf pourri. [41]

C'est un Gaz plus lourd que l'air, il peut s'accumuler dans les espaces confinés (égouts, cuves, fosses, regards.)

Il est naturellement présent dans le pétrole, le charbon, le gaz naturel et se forme par décomposition anaérobie de matières organiques. [42]

De nombreuses activités industrielles comme le raffinage de pétrole, la vulcanisation du caoutchouc ou le traitement des eaux usées peuvent aussi dégager du H_2S. [42]

II.2.2 Effets sur la santé :

Le H_2S est un gaz très toxique, même à faible concentration. [42]

Dès 100 ppm, il peut causer une irritation des yeux et des voies respiratoires, des maux de tête, nausées, et une perte de connaissance.

À partir de 500 ppm, les symptômes s'aggravent avec un risque de décès rapide en cas d'exposition prolongée.

Aux concentrations supérieures à 1000 ppm, le décès survient en quelques minutes. [42]

II.2.3 Détection et prévention :

Détection :

Les détecteurs de gaz tels que le détecteur ARA H_2S d'ION Science alertent en direct le personnel de surveillance de l'exposition au gaz H_2S du travailleur. [43]



Figure II.4. *Détecteur de gaz 4 Gaz.*

Prévention :

- Il est important de porter un masque à adduction d'air pur ou un appareil respiratoire isolant en cas d'exposition, ainsi que des équipements de protection individuelle.



Figure II.5. *Masque à gaz et les appareils respiratoire isolent.*

- Ventilation adéquate des espaces confinés pour prévenir l'accumulation.
- Les travaux dans les espaces confinés où le H_2S peut s'accumuler nécessitent des précautions particulières (détection, équipements respiratoires, etc.)
- Traitement par oxydation (chloration, ozonation) ou absorption sur des lits de charbon actif ou d'oxyde de fer.
- Strict respect des normes de sécurité et des réglementations environnementales. [44]

Chapitre III :

Présentation du lieu de travail « Station d’épuration des eaux usée »

Introduction

La réutilisation des eaux usées épurées ne constitue pas seulement un intérêt socio-économique mais aussi écologique. Dans ce contexte, notre travail vise à étudier l'épuration des eaux usées dans la station d'épuration de la ville de Beni Mered la wilaya de Blida sa conformité aux normes décrites dans le journal officiel Algérien avant son exploitation dans l'irrigation agricole et son impact sur l'environnement.

III.1 L'objectif du travail :

Dans notre travail, on a suivi les procèdes d'épuration des eaux usées dès son arrivée jusqu'à son analyse physico chimique au sein du laboratoire de la station d'épuration.

Afin de comparer la qualité de l'eau usée avant et après épuration et d'évaluer l'efficacité des traitements adoptés dans la diminution de la pollution hydrique, on compare les résultats obtenus avec les normes établies dans le journal officiel Algérien pour pouvoir estimer l'impact de la réutilisation des eaux usées épurées sur l'environnement.

III.2 Présentation de la région d'étude

III.2.1 Description générale sur la STEP de Beni Mered

La station traitera les eaux usées de l'aire urbaine de Blida-Beni mered, et des industries connectées. Elle est implantée sur 06 hectares, située à l'Est de la route nationale N°1 à proximité d'Oued Béni Azaa. Environ 05 km au nord-est de Blida et à environ 40 km au sud-ouest d'Alger et à environ 30 km au nord-est de Médéa. [45]



Figure III.6. *Vue aérienne de la STEP de Beni Mered. (Google Earth).*

Elle traite les eaux usées issue de grand Blida :

- Commune de Beni Mered ;
- Commune de Blida ;
- Commune d'Ouled yaich ;
- Commune de Bouarfa.

III.2.2 Aperçu climatique

Climat

Le climat de Béni Mered est dit tempéré chaud. En hiver, les pluies sont plus importantes.

Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type continental. La température moyenne annuelle a Béni Mered est de 16.7 °C. Il tombe en moyenne 641 mm de pluie par an. **(Climate-data.org). [46]**

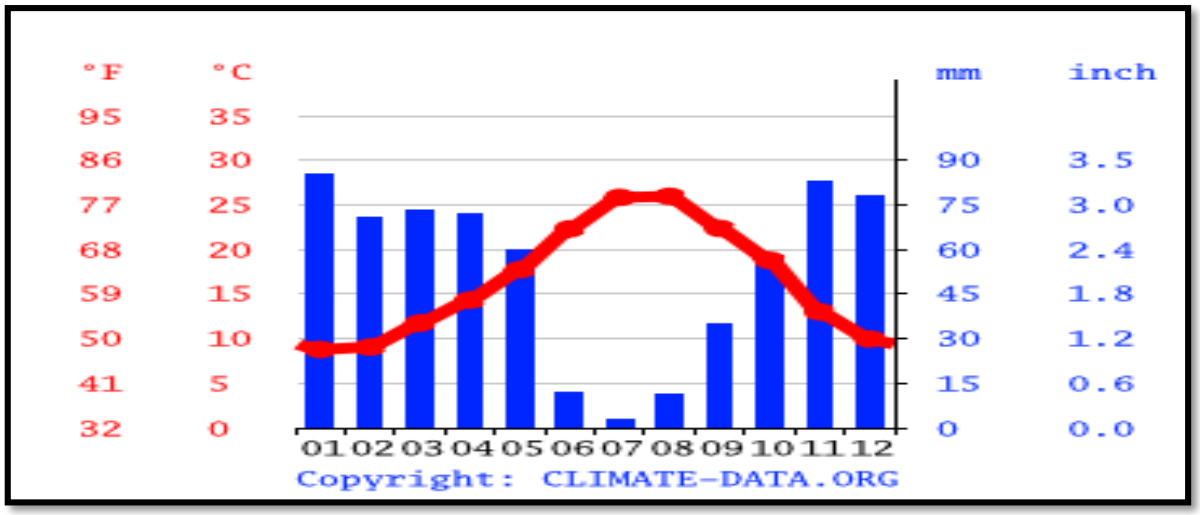


Figure III.7 *Diagramme Ombrothermique Beni Mered (Climate-data.org).*

Avec 3 mm, le mois de Juillet est le plus sec. Les précipitations records sont enregistréesen Janvier. Elles sont de 85 mm en moyenne.

Tableau III.10. *Variation des paramètres climatiques de la région de Beni Mered (1991 - 2021).*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	8.8	9.1	11.7	14.3	17.7	22.3	25.8	26	22.4	18.8	13	10
Température minimale moyenne (°C)	5	4.9	7.2	9.3	12.4	16.3	19.6	20.2	17.5	14.2	9.4	6.4
Température maximale (°C)	13.4	13.8	16.8	19.5	23	28.1	32	32.1	28	24.3	17.5	14.4
Précipitations (mm)	85	71	73	72	60	12	3	11	35	58	83	78
Humidité(%)	77%	75%	72%	70%	68%	58%	52%	54%	63%	66%	73%	76%
Jours de pluie (jrée)	8	7	7	7	5	2	0	2	5	6	9	8
Heures de soleil (h)	6.6	7.3	8.4	9.7	10.9	12.4	12.5	11.6	10.2	8.9	7.1	6.6

Une différence de 82 mm est enregistrée entre le mois le plus sec et le mois le plus humide. Une différence de 17.2 °C existe entre la température la plus basse et la plus élevée sur toute l'année.

L'humidité relative la plus élevée est mesurée en Janvier (77 %). Le plus bas en Juillet (52.43%).

Le mois de Novembre (09 jours) a en moyenne les jours les plus pluvieux par mois. Le moins de jours de pluie est mesuré en Juillet (00 jours)

III.3 Méthode du travail

III.3.1 Exploitation de la station

La station d'épuration de Beni Mered a commencé son fonctionnement en 1984 puis s'est arrêté en 1989.

En 2014, le ministre des ressources en eau à valider le projet de la réhabilitation, extension, exploitation de la STEP. Elle est de nouveau opérationnelle le 02 janvier 2021.

La station d'épuration final est dimensionnée pour une capacité de 383 000 équivalents habitants à l'horizon 2015, dont une proportion d'effluent industriels représentant 40 000 équivalent habitant.

Tableau III.11. *Données de base de la STEP de Beni Mered.*

Capacity	**383 000 EH**
Debit de pointe journalier	51 560 m3/j
Débit de pointe temps sec	3 310 m3/h
Débit de pointe de pluie	4 800 m3/h

Avant raccordement de ces effluents, ces établissements devront prévoir l'installation de prétraitements afin de rendre leurs rejets compatibles avec le traitement des effluents urbain**s.** Ces effluents sont refoulés sur la bâche d'arrivée de la station par l'intermédiaires de postes de relevage : depuis (5postes de relevage).

Elle est alimentée par cinq 05 postes de refoulement (PR) :

1. PR 18 avec un débit pointe de 6200 m^3 /j ;
2. PR 22 avec un débit de pointe de 1000 m^3 /j ;
3. PR 22 BIS dont les eaux usées rejoignent le PR 22 ;
4. PR Central dont les eaux usées rejoignent le PR 18 ;
5. PR Bouarfa dont les eaux usées rejoignent le PR Central.

Donc la station de l'épuration de Beni Mered est alimentée par 02 postes de refoulement :

- PR 18 (02 canalisations de refoulement de d = 900) avec un débit nominal de 4000 m^3/h pour l'horizon 2015 et 6200 m^3/h pour l'horizon 2030 ;
- PR 22 (01 canalisation de refoulement de d = 500) avec un débit nominal de 800 m^3/hpour l'horizon 2015 et 1000 m^3/h pour l'horizon 2030.

III.3. 2 Traitement des eaux usée

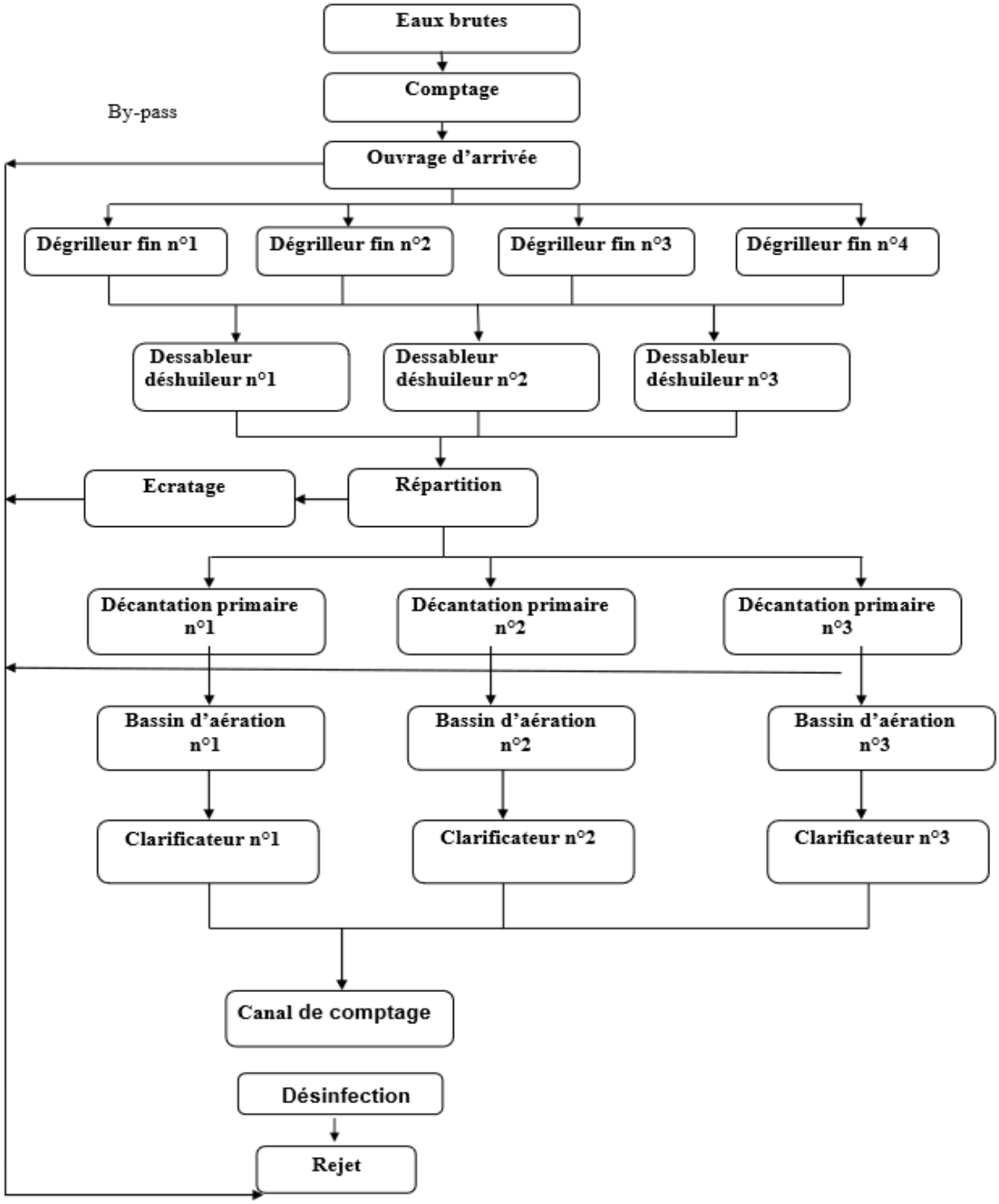


Figure III.5. *Le diagramme de traitement des eaux usées.*

III.3.2.1 Prétraitement

Généralement, les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers pour éviter le colmatage des modules par les matières en suspension (MES).

Dans le prétraitement de la STEP de Beni Mered, les effluents passent par deux opérations :

- Dégrillage ;
- Dessablage ;
- Déshuilage.



Figure III.8. *Le prétraitement.*

III.3.2.1.1 Dégrillage

La première phase des prétraitements consiste en un dégrillage fin des effluents de les débarrasser des matières grossières, un ensemble de 4 dégrilleurs fins automatiques entre fer 10mm dont 1 secours.

Les déchets extraits sont recueillis dans une vis convoyeuse puis dans une vis compacteur à déchets. La vitesse d'approche dans le canal du dégrilleur est de l'ordre de 0,51 m/s.



Figure III.9. *Dégrilleur automatique fin.*

III.3.2.1.2 Dessablage et déshuilage

Les effluents transitent ensuite vers les ouvrages de dessablage déshuilage qui permettent la décantation des résidus les plus denses (sables) et la flottation des déchets plus légers (graisses).

Cette opération est équipée de trois lignes de dessaleurs- déshuileurs permettant de recevoir un débit total de 4800 m^3/h. cette unité est un ouvrage rectangulaire à flux longitudinal lent, actuellement, deux lignes sont exploitées avec un débit de pointe unitaire de 1600 m^3/h.



Figure III.10. *Ligne de dessableur –déshuileur.*

L'élimination du sable évite l'abrasion des équipements, et le dépôt ultérieur de ces particules qui pourrait provoquer des bouchages de canalisations et l'ensablement des ouvrages. L'élimination des graisses favorise le transfert d'oxygène dans les bassins d'aération. La flottation des graisses est assurée par l'utilisation d'air sur pressé pour créer un bullage dans le dessableur déshuileur. Les graisses qui flottent en surface sont évacuées par un racleur solidaire du pont.

Le sable accumulé au fond dessabler / déshuileur est évacué par un système d'air lift intégré au pont. Des pompes à vide permettent d'aspirer le sable et de le transférer vers le canal de collecte le long du dessableur / déshuileur.



Figure III.11. *Stockage des graisses /Classification des sables.*

III.3.2.2 Traitement primaire

En amont du traitement biologique, les effluents transitent dans trois ouvrages de décantation primaire de caractéristique unitaire (tableau ci-dessous), dont actuellement une seule ligne qui est en service.

Tableau III.12. *Caractéristique dimensionnelle du décanteur primaire.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	/	03
Diamètre unitaire	M	33
Volume utile	M^3	2223
Volume total	M^3	6669
Hauteur d'eau en zone périphérique de l'ouvrage	M	2,6

Le décanteur primaire a pour but d'effectuer un premier abattement sur les paramètresMES (55%), DCO (30%) et DBO_5 (30%). Cela se traduit par l'accumulation de boues en fond de décanteur. Ces boues sont raclées vers un puits central, puis elles sont alors extraites vers lafile de traitement des boues via la bâche de mélange des boues mixtes (biologiques etprimaires).

Les eaux en surface passent à travers une lame déversant crénelée en périphérie du bassin. Après cette étape, les eaux sont dirigées vers les bassins d'aération



Figure III.12. *Décanteur primaire de la STEP.*

III.3.2.3 Bassin d'aération

En aval des décanteurs primaires, les effluents sont dirigés vers le traitement biologique.Le bassin biologique se considère autant que le cœur de la STEP dont l'épuration des eaux usées s'effectue

grâce à une population spécifique de bactérie. Cette population bactérienne appelée biomasse ou une boue activée dégrade et assimile la pollution.

Ce mécanisme génère une croissance bactérienne qui permet un renouvellement et un développement continu des bactéries

Le bassin biologique présente trois objectifs :

- Oxydation des produits carbonés ;
- Oxydation et réduction des produits azotés ;
- Oxydation et réduction du phosphore.

Et pour atteindre ces trois objectifs, trois actions sont nécessaires :

- Aération du bassin ;
- Recirculation des boues ;
- Extraction des boues en excès.

La station d'épuration de Beni Mered est constituée de trois ouvrages de bassin d'aération. L'oxygénation de chaque bassin est assurée par quatre aérateurs de surface d'une puissance nominale unitaire de 55 kW. La valeur d'apport spécifique brute en oxygène maximale est de 1.6 kg d'O_2 /kWh.

Tableau III.13. *Caractéristique dimensionnelle du bassin d'aération.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	U	03
Dimension unitaire	M *m * m	32 x 32 x 4, 65
Volume unitaire	M^3	4762
Volume total	M^3	14286
Nombre d'aérateur de surface par bassin	U	04
Puissance absorbé unitaire	KW	51



Figure III.13. *Bassin d'aération.*

Le traitement de cette pollution se fait par les bactéries présentes dans le bassin biologique et nécessite l'apport d'oxygène par les aérateurs, son mode de fonctionnement dépend de la quantité de voue dans bassin et de la charge polluante entrante.

La biomasse peut contenir plusieurs micro-organismes épuratoires comme :

- ✓ Bactérie : Peudomanas, Aeromanas, Flavobacter, Alcaligenes...
- ✓ Protozoaires : Zooflagellés, Vorticelles, Sarcodines, Amibes ...
- ✓ Métazoaires : Rotifères, Nématodes, Ciliés, Tardigrades…



Figure III.14. *Exemple des micro ogranismes : Rotifere, Vorticelle, Nematode.*

III.3.2.4 Clarificateur (décantation secondaire)

Cette étape de traitement est primordiale pour garantir une qualité de rejet conforme aux normes algériennes. Elle assure la séparation entre les boues et l'eau traitée dont elle dépend de la decantabilité des boues (liée à la nature des effluents) et de la capacité de l'ouvrage à atténuer de fortes variations de charges hydrauliques

Le dimensionnement d'un clarificateur est basé sur une vitesse ascensionnelle qui doit être inférieure à la vitesse de décantation des boues. Il est aussi nécessaire de prévoir une hauteur droite d'eau en périphérie des ouvrages suffisante afin de favoriser le tassement du voile de boues (théorie de Kynch).

Tableau III.14. *Caractéristiques des clarificateurs.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre de file	U	03
Diamètre intérieur d'un clarificateur	M	46
Volume d'un clarificateur	M^3	6315
Volume total de clarification	M^3	18945
Hauteur d'eau périphérique	M	3.8

Le clarificateur de chaque fil est alimenté gravitairement, celle-ci se fait par le puits central de l'ouvrage par l'intermédiaire d'une canalisation passant sous radier. Les boues décantent en fond d'ouvrage. Elles sont aspirées grâce à un ensemble de tubes verticaux (tube de succion) qui balayent toute la surface de l'ouvrage à chaque rotation. Un pont racleur conventionnel conduirait à un temps de séjour plus important car les boues décantant en périphérie qui devraient alors être ramenées en partie centrale de l'ouvrage avant extraction.

Les épurées sont récupérées par surverse et dirigées vers le poste de désinfection et le comptage de sortie.



Figure III.15. *Clarificateur de la STEP de Beni Mered.*

Recirculation des boues secondaires

La recirculation des boues collectées dans les clarificateurs a pour but de maintenir la concentration en biomasse épuratrice dans les bassins d'aération.

Le volume a recirculer peut se calculer selon la relation :

$$(R+V).\ [MS]_{ba} = R$$

$$[MS]_{clari} \text{ Soit : } R = V.\ [MS]_{ba}$$

$$[MS]_{ba} - [MS]_{clari}$$

Le taux de recyclage des boues dans le cas de la station d'épuration de Beni Mered est défini à 200 % du débit de pointe entrant. La recirculation s'effectue directement dans le bassin d'aération.

III.3.2.5 Désinfection

La présence de germe de contamination fécale (comme les coliformes fécaux etstreptocoques) sont symptomatique d'une présence de germes pathogènes (protozoaires, bactéries, virus) qu'il faut éliminer pour éviter toute contamination, donc l'objectif de cetteopération et d'inactiver les organismes pathogènes virus et parasites contenus dans l'eau traitée. Il s'agit ici d'une désinfection à l'eau de javel (produit commercial classique) avec une densité de 1.22 kg / l avec concentration en chlore de 13% dont il est stocké dans deux cuves verticales de volume unitaire de 20 m^3.

Tableau III.15. *Caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre d'ouvrage	U	01
Volume	M^3	2145
Débit de pointe maximale	M^3/h	3310
Temps de contact	Mn	39
Taux de chlore actif à injecter (mg Cl actif) en moyenne	Mg/l	5
Concentration de l'eau de Javel à 13%	G/l	150
Consommation moyenne journalière hypochlorite de sodium	M^3/j	3.44



Figure III.16. *Bassin de désinfection a chicanes.*

Les eaux épurées, qui sont traitées par la station d'épuration sont rejetées dans l'Oued Beni Azza.



Figure III.17. *Sortie de l'eau épurée.*

III.3.3 Traitement de boue

La filière de traitement retenue est suivante :

- Extraction des boues en excès primaires et secondaires depuis les puits à boues des décanteurs et clarificateurs ;
- Mélange des boues primaires et des boues biologiques dans une nouvelle bâche de mélange ; Épaississement statique des boues mixtes dans l'épaississeur existant ;
- Stabilisation aérobie des boues sur deux ouvrages identiques, permettant la réduction de la part organique totale ;
- Déshydratation mécanique des boues réalisées sur quatre unités de filtre a bande presseuses - aire de poste des bennes d'évacuation des boues.

Aire de stockage bétonnée permettant la mise en dépôt de 05 jours de production deboue déshydratées.

III.3.3.1 Extraction des boues en excès

La production de boues, liée à l'activité biologique est exprimée selon la relationsuivante :

$$P_B = MS_{min} + MS_{orgadur} + B_{DBO5}$$

Avec :

MS $_{min}$: Matières en Suspension de l'effluent brut.

MS $_{orgadur}$: Matière en Suspension organiques dures de l'effluent brut.

B $_{DBO5\ é}$: Boues biologiques issues de l'élimination de DBO_5.

Les boues en excès sont extraites des puits à boue dans les clarificateurs des trois files de traitement biologique à l'aide de deux pompes centrifuges dans chaque file, dont un 01 secours automatique. Ces boues sont refoulées vers la bâche de mélange en amont de l'épaississeur.

Tableau III.16. *Caractéristique de la boue en excès.*

Concentration dans le clarificateur	8 mg / l
Débit totale	105 m^3 / h
Volume journalier total	1407 m^3 / j

III.3.3.2 Bâche de mélange

La bâche de mélange est une bâche qui collecte et mélange les boues extraites depuis les décanteurs primaires et les postes de recirculation, ce poste se compose par une bâche avec agitateur et deux pompes de transfert avec un débit de transfert 70 m3/h.



Figure III.18. *Bâche de mélange.*

III.3.3.3 Épaississement gravitaire

L'épaississement est basé sur la gravité (densité des boues) et le temps de séjour dans l'épaississeur. Il est conçu de la manière suivante :

1. L'alimentation en boue s'effectue par le centre, à l'intérieur d'une jupe de tranquillisation Clifford ;
2. L'ouvrage est équipé d'un pont racleur de fond, mobile doté de racles ;
3. Fosse de récupération centrale herse qui facilite le dégagement de l'eau interstitielle et des gaz occlus ;
4. La boue épaissie est extraite en fond d'ouvrage ;
5. L'eau de surverse est récupérée en surface.
6. L'épaississement gravitaire permet de concentrer les boues cette technologie offre l'avantage d'une consommation électrique très basse.

Tableau III.17. *Caractéristiques d'épaississeur gravitaire.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre de file	U	01
Diamètre intérieur	M	22
Hauteur	M	04
Surface	M^2	380
Volume d'un épaississeur	M^3	1521
Concentration des boues épaissie	g/l	30
Temps de séjour moyen	J	3.3

Les boues concentrées dans l'épaississeur sont extraites par 03 pompes volumétriques dont une de secours installé. Ces pompes sont équipées d'une vanne et d'un débitmètre électromagnétique sur chaque refoulement vers chaque bassin de stabilisation aérobie.



Figure III.19. *Épaississement gravitaire.*

III.3.3.4 Stabilisation des boues

Stabiliser une boue organique est la minéraliser avant de l'envoyer en déshydratation, donc un stabilisateur permet de réduire la masse de boues en dégradant une partie des matièresvolatiles, stabiliser la boue et hygiéniser partiellement la boue en plaçant les espèces pathogènesdans un environnement peu propice à leur survie.

Le stabilisateur de la STEP est basé sur l'auto-oxydation des micro-organismes en milieu aérobie.



Figure III.20. *Stabilisateur de la boue.*

Les boues sont introduites dans deux bassins identiques aéré, dont pour chaque bassin, son aération est assurée par quatre 04 turbines verticales dont le rendement d'oxygénation retenu est de 1,9 kg O2 / KW en condition standards. Le temps de séjour est environ de quatorze 14 jours.

III.3.3.5 Déshydratation des boues

Il s'agit d'une déshydratation mécanique sur quatre (04) unités de filtre a bande presseuse.

Tableau III.18. *Caractéristiques des filtres à bande.*

Données	Unité	Valeurs
Nombre de filtre	U	04
Largeur de bande	M 2	
Masse journalière des boues traitée	Kg*MS/J	21022
Concentration des boues stabilisées	G*MS/l	25
Volume journalier de boues traité	M^3/j	841

.

Les boues aspirées dans les ouvrages de stabilisation sont refoulées vers l'atelier de déshydratation. Elles sont floculées par injection d'un polymère en tête de chaque machine ce qui permet d'améliorer la formation des flocs.

Une centrale de préparation automatique à partir de polymère en poudre est prévue. Le polymère est dosé et dilué avec l'eau industrielle.

Chaque ligne a une pompe dédiée ainsi que son débitmètre électromagnétique En amont des filtres presses il est prévu une table d'égouttage qui permet une évacuation facile de la plus grande partie de l'eau.

Au niveau du filtre presse, la boue passe entre deux toiles filtrantes à défilement continu en appliquant progressivement une pression allant jusqu'à 1.5kg/cm2.La tension des toiles est maintenue par correction pneumatique.

Enfin de pressage, les derniers rouleaux ont un rayon plus petit, pour cisailler le gâteau et en faciliter la récupération. Les boues déshydratées sont décollées par racleurs et sont reprises sous chaque filtre par une vis de convoyage commune.

Les eaux de filtrat sont récupérées sous les combinés et sont évacuées vers le poste toutes eaux.



Figure III.21. *Hangar pour la déshydratation.*

III.3.3.6. Stockage des boues déshydratées

Quatre (04) vis de convoyage reprennent les boues déshydratées en sortie de chacun des filtres et alimentent chacune une pompe gaveuse, soit quatre pompes au totale, ceci favorisant un secours total de l'installation.

Ces pompes gaveuses acheminent les boues déshydratées vers différents points de stockage à travers une canalisation commune soit vers deux (02) bennes de 7 m3 soit vers une aire de stockage bétonnée de 735 m3, permettant un temps de stockage de 7 jours calendaires.

Le volume maximum des boues déshydratées est de 105m3 par jour de travail à 20% de siccité.



Figure III.22. *Zone de stockage des boues déshydratées.*

III.4 Laboratoire chimique :

III.4.1 Rôle :

Le laboratoire dans la station d'épuration de Beni Mered joue un rôle crucial dans le suivi et l'analyse de la qualité des eaux traitées et des boues générées. Il est responsable de la mise en œuvre de tests et d'analyses pour vérifier si les paramètres de qualité des eaux traitées respectent les normes légales



Figure III.23. *Laboratoire.*

et environnementales.

III.4.2 Équipements :

Le laboratoire est équipé d'instruments pour mesurer divers paramètres tels que la conductivité, la température, le ph, la demande en oxygène biologique (BOD), la demande en oxygène chimique (COD), les taux d'azote, et d'autres indicateurs de qualité des eaux.





Figure III.24. *Équipements.*

III.4.3 Analyses :

Les analyses sont menées pour évaluer la qualité des eaux traitées et des boues, y compris des mesures de paramètres tels que les solides suspendus, l'oxygène dissous, les pH, l'alcalinité, les taux d'oxyde de phosphore (PO4) et les teneurs en micro-organismes.



***Figure* III.25.** *Les analyses de laboratoire.*

III.4.4 Protocoles :

Les protocoles de laboratoire dans la station de Beni Mered sont strictement suivis pour garantir des résultats précis et fiables. Des procédures standardisées sont utilisées pour la collecte, la préparation et l'analyse des échantillons, pour le moment l'équipe de laboratoire utilise la méthode standard d'analyse où tous les protocoles sont acheter préparer, Mais bientôt ils commenceront à adopter la méthode classique.



Figure III.26. *Kit LCK.*

III.4.5 Personnel :

Le laboratoire est dirigé par des ingénieurs, des techniciens et des analystes formés pour mener des tests, interpréter les résultats et fournir des données essentielles pour l'exploitation efficace de la station d'épuration.

Cela résume les aspects clés d'un laboratoire dans une station d'épuration des eaux usées, mettant en avant son rôle dans le suivi et l'analyse de la qualité des eaux traitées et des boues générées.

III.5 Salle de contrôle :

III.5.1 Fonction Principale :

La salle de contrôle est le cœur névralgique de la station d'épuration de Beni Mered, où les opérateurs surveillent et gèrent les équipements et les processus de traitement des eaux pour garantir leur bon fonctionnement et leur conformité aux normes environnementales.

Elle est équipée de tableaux de commande, d'écrans d'ordinateurs, de panneaux de contrôle, de systèmes de surveillance en temps réel, et d'autres dispositifs permettant aux opérateurs de visualiser et de contrôler les différentes étapes du traitement des eaux.



Figure III.27. *Salle de contrôle.*

III.5.2 Formation et Sécurité :

Il est essentiel que le personnel de la salle de contrôle soit formé pour utiliser efficacement les équipements et les systèmes de contrôle. La sécurité des opérateurs et la fiabilité des processus sont des priorités dans cet environnement.

Conclusion :

Les eaux usées contiennent des contaminants nocifs qui peuvent causer des dommages à l'environnement et présenter un risque pour la santé publique si elles ne sont pas traitées. Le traitement des eaux usées implique une série de processus qui éliminent les contaminants de l'eau, ce qui permet de produire de l'eau propre qui peut être rejetée en toute sécurité dans l'environnement ou réutilisée à des fins agricoles, industrielles ou domestiques.

Les stations d'épuration jouent un rôle crucial dans ce processus, en permettant de dépolluer les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. Ces stations utilisent des technologies de pointe pour éliminer les contaminants, y compris les bactéries, les virus, les métaux lourds et les produits chimiques. Le traitement des eaux usées est donc un enjeu majeur pour la santé publique et l'environnement, et il est essentiel de poursuivre les efforts pour améliorer et développer ces technologies.

Par conséquent, le traitement des eaux usées constitue un enjeu majeur dans le domaine des préoccupations de santé publique et environnementales, exigeant une diligence raisonnable dans les efforts visant à favoriser les progrès et les innovations dans ces technologies. En d'autres termes, les systèmes de traitement efficaces sont des éléments essentiels ; la mise en œuvre doit être assurée régulièrement en maintenant un effort soutenu qui garantira la protection à la fois de l'environnement et de la santé publique.

Chapitre IV :

L’application de la méthode APR

Introduction

Dans un contexte où la notion de risques est à développer une grande priorité pour les entreprises, l'analyse des risques (ARP) est la plus importante car beaucoup de personnes ont du mal à identifier, valoriser et fournir des sources de risques dans une activité, un produit ou une pratique.

Dans ce quatrième chapitre, nous avons appliqué cette approche qualitative à la station Beni Murad afin de découvrir tous les risques présents dans la démarche, les combattre depuis leur source, et suggérer les mesures préventives et correctives à suivre.

Tableau IV.19. *La matrice de la Grille de criticité.*

		GRAVITE			
		Négligeable -1-	**Faible -2-**	**Critique -3-**	**Catastrophique -4-**
PROBABILITE	**Fréquent -5-**	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable	Inacceptable
	Probable -4-	Tolérable avec atténuation	Tolérable Avec Atténuation	Inacceptable	Inacceptable
	Occasionnel -3-	Tolérable	Tolérable Avec Atténuation	Tolérable avec atténuation	Inacceptable
	Rare -2-	Tolérable	Tolérable Avec atténuation	Tolérable avec atténuation	Tolérable avec atténuation
	Improbable -1-	Tolérable	Tolérable Avec Atténuation	Tolérable Avec Atténuation	Tolérable avec atténuation

Système étudié : Prétraitement « Dégrillage, Dessablage, Déshuilage »











Système : Station d'épuration des eaux usée						DATE : 08/06/2024					
N°	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	INTENSITE -CIBLE POTENTIELLE	P	G	C	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
01	**Le dégrilleur grossier**	- Arrivée des gros déchets à la station. - Colmatage dégrilleur en arrêt.	- Panier dégrilleur coincé par les matières solides. - Barreaux du panier dégrilleur endommagés.	- Endommagement du matériel de la station. - Colmatage de conduite et la bâche d'arrivée de la STEP. - Perturbation du processus de fonctionnement du prédégrilleur fin.	<u>Sur site :</u> installations	3	3	9	**PREVENTION :** -Formation du personnel. – Mettre en place un programme de maintenance préventive : Le nettoyage des grilles, La lubrification des composants mobiles, et le remplacement des pièces usées. - Utilisation de matériaux résistants à la corrosion pour la fabrication du dégrilleur « INOX ». -Protection contre les surcharges. -Surveillance continue.	**PROTECTION** Système de secours **:** -Installer un dégrilleur de secours ou prévoir un système de contournement «by-Pass ». - Stock de pièces de rechange. -Formation du personnel : Former le personnel à la mise en œuvre du plan d'intervention d'urgence et à l'utilisation des équipements de secours.	- Installer des capteurs de niveau et de pression en amont du dégrilleur pour détecter rapidement les obstructions. - Mettre en place un système d'alarme sonore et visuelle en cas d'anomalie détectée.
02	**Qualité d'eau non conforme à la règlementation**.	- Inhibition des microorganismes épuratoires de la STEP	- Eau colorée concentrée (EAU INDUSTRELLE NON CONFORME). - Présence des éléments toxiques dans les rejets industriels.	-Disfonctionnement du système d'épuration. - Arrêt de la station pendant plusieurs semaines.	<u>Sur site :</u> microorganismes. <u>Hors site :</u> Écosystème.	5	3	15	- Surveillance des points d'entrée. - **Inspections régulières des réseaux d'égouts :** - Identifier et réparer les fuites. - Les connexions incorrectes.	- Stockage temporaire pour limiter sa propagation dans le système de traitement. - Évacuation contrôlée « by-pass ». - Utiliser des techniques de traitement supplémentaires, telles que l'ajout de produits chimiques coagulants ou	- Sensibiliser les industries, les entreprises et les résidents locaux sur les pratiques de gestion des eaux usées appropriées.

			- Arrivée d'une eau mousseuse issue des produits détergents. - Arrivée d'une eau très chargée en graisse et phénols.	- Sortie de l'eau contaminée dans le milieu récepteur.					- Effectuer des analyses régulières de la qualité de l'eau entrante pour détecter toute contamination ou tout non-respect des normes réglementaires « laborat oire ». - Installation de systèmes de prétraitement supplémentaires.	désinfectants. - Extension de l'eau polluée pour réduire ses dommages « En ajoute l'eau propre ». - Communication avec les autorités compétentes.	
03	**Le dégrilleur fin**	- Manque de passage d'eau. -Arrêt du dégrilleur fin.	-Défaillance de la chaine. -Défaillance des brosses. -Défaillance du moteur réducteur. -Mal sélection de mode de fonctionnement. -Colmatage des matières solides. -Problème d'électricité. - Problème de transmission de l'information vers la salle de supervision.	- L'accumulation de débris dans le système peut également provoquer le colmatage des conduites, et le disfonctionnement des pompes et d'autres composants. - Reduction de l'efficacité du traitement des eaux usées. -Impact sur la qualité de l'eau traitée. -Augmentation des odeurs désagréables. - Non-Conformité Réglementaire. - Interventions	<u>Sur site :</u> Personnel, installations <u>Hors site :</u> - Population voisine. - risque sur l'écosystème aquatique. - Risque sur la santé publique (MTH). Maladies à transmission hydrique.	2	2	4	- Mettre en place un programme de maintenance préventive pour inspecter et entretenir régulièrement le dégrilleur fin. - Installer des systèmes de surveillance automatique pour détecter les signes de défaillance potentielle. -Formation du personnel. - Utilisation de matériaux résistants à la corrosion pour la fabrication du dégrilleur « INOX ».	- Prévoir un dégrilleur fin de secours ou un système de contournement qui peut prendre le relais en cas de défaillance du dégrilleur principal. - Maintenir un stock adéquat de pièces de rechange pour le dégrilleur fin. - Former le personnel à la mise en œuvre du plan d'intervention d'urgence et à l'utilisation des équipements de secours. - Communiquer rapidement toute défaillance du dégrilleur fin aux autorités compétentes.	- Avant chaque opération, l'opérateur doit être équipé des équipements de protection individuels (EP) fournis par l'entreprise afin d'assures sa sécurité.

				Manuelles : augmentant la charge de travail du personnel et donc une exposition à plus risques.							
04	**La vis convoyeuse**	-Accumulation des déchets au niveaux de dégrilleur.	- Cisaillement de la goulotte. - Défaillance de matériel. - Coupure d'électricité.	- Exposition des opérateurs au risque biologique. -un risque d'explosion ou d'incendie dans le cas d'arrêt du dégrilleur. -Impact sur la qualité de l'eau traitée -Augmentation des odeurs désagréables -débordement vers le By-pass.	<u>Sur site :</u> Installations <u>Hors site :</u> L'écosystème	2	2	4	- Mettre en place un programme de maintenance régulière pour inspecter et entretenir la vis convoyeuse. - Utilisation de matériaux de qualité.	- Prévoir des systèmes de secours ou des solutions de contournement pour assurer la continuité du traitement des eaux usées en cas de défaillance de la vis convoyeuse. - Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange pour la vis convoyeuse. - Assurer une formation appropriée du personnel chargé de l'exploitation et de la maintenance de la station d'épuration, y compris sur la manière de réagir en cas de défaillance de la vis convoyeuse.	

05	**Le préleveur automatique**	-Flacons non remplies.	-Défaillance du matériel. -Problème électrique : -Coupure d'électricité. -Défaillance de la sonde. -Tuyau d'aspiration mal posé ou coupé.	- nécessité de plusieurs échantillonnages ponctuels dans la journée - Risque de dosage inadéquat des produits chimiques pendant l'analyse au laboratoire. - Risque de contamination chimique de l'eau traitée. - Augmentation des coûts de fonctionnement.	<u>Sur site :</u> Installations <u>Hors site :</u> L'écosystème	2	1	2	- Nettoyer et calibrer les préleveurs automatiques conformément aux recommandations du fabricant pour garantir leur bon fonctionnement. - Assurez-vous que le personnel en charge des préleveurs automatiques est correctement formé pour les opérer, les entretenir et résoudre les problèmes courants. - Remplacement des pièces défectueuses. - Surveillance continue.	- la maintenance préventive du matériel. - nettoyage périodique.	- Avant chaque opération, l'opérateur doit être équipé des équipements de protection individuels (EP) fournis par l'entreprise afin d'assures sa sécurité.
06	**Le ponte racleur** **« Déshuilage /dessablage »**	Les racles inférieures déchirées.	- Accumulation excessive de débris ou de matières solides au fond. - Usure ou dégradation des composants du système de racleurs en raison d'une utilisation prolongée ou de conditions environnementales défavorables. - Problèmes de maintenance.	- Réduction de l'efficacité du prétraitement. - Risque d'endommagement des équipements : L'accumulation de débris dans le système peut entraîner des dommages aux équipements, tels que les pompes, les agitateurs et les grilles. - Augmentation du risque de colmatage.	<u>Sur site :</u> Installations <u>Hors site :</u> L'écosystème	3	3	9	-Formation du Personnel : Assurer que le personnel est correctement formé pour surveiller et entretenir les racle-bavettes inférieurs. - Éviter les surcharges en contrôlant soigneusement le débit des eaux usées entrant dans le prétraitement.	- remplacer ou les réparer rapidement. - Former le personnel sur les procédures d'entretien et de réparation des racles-bavettes. - Maintenir un stock adéquat de pièces de rechange.	

			- Erreurs de conception ou de fabrication des racleurs.	- désorientation ou arrêt du pont racleur.					- Mettre en place un programme de maintenance préventif régulier pour inspecter, nettoyer et entretenir les racle-bavettes inférieurs. - programmer des opérations de curage périodiques (avant et après saison hivernale).		
07		Les racle-bavettes supérieurs déchiré	- La corrosion due à la présence de produits chimiques agressifs dans les eaux usées ou l'usure due à une utilisation prolongée peuvent affaiblir les racle-bavettes supérieurs. - Dysfonctionnement du système de contrôle automatique. - Mauvaise maintenance préventive.	- Accumulation d'huiles et de graisses dans les prochaines étapes de traitement et diminution de leur efficacité notamment dans « le bassin d'aération ». - des problèmes environnementaux, car les huiles peuvent contaminer les eaux traitées et les écosystèmes environnementaux. - La présence d'huiles et de graisses peut accélérer l'usure des équipements et des infrastructures du prétraitement. - Non-conformité réglementaire.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	3	3	9	-Formation d Personnel sur les bonnes pratiques d'utilisation et de maintenance des racle-bavettes. - Utiliser des matériaux de haute qualité pour la fabrication des racle-bavettes. - Veiller à ce que les racleurs et les bavettes soient correctement installés et alignés pour éviter tout frottement excessif ou désalignement.	- Prévoir un système de secours ou de remplacement temporaire des racle-bavettes. - Former le personnel sur les procédures de sécurité et d'urgence en cas de défaillance des équipements. - Maintenir un stock adéquat de pièces de rechange.	Avant chaque opération, l'opérateur doit être équipé des équipements de protection individuels (EP) fournis par l'entreprise afin d'assures sa sécurité.

Système étudié : Décanteur primaire, Clarificateur (décantation secondaire).





ystème : Station d'épuration des eaux usée									DATE : 08/06/2024		
°	PRODUIT / EQUIPEMENT	EVENEMENT REDOUTE CENTRAL	EVENEMENTS INITIATEURS	PHENOMENE DANGEREUX	INTENSITE-CIBLE POTENTIELLE	P	G	C	BARRIERES DE SECURITE INDEPENDANTES		OBSERVATIONS
8	**Le ponte racleur**	- Arrêt du ponte racleur.	- L'accumulation de matières solides telles que les boues, les débris et les matériaux flottants à la surface du décanteur primaire peut obstruer le mouvement du pont racleur. - Corrosion. - Usure des pièces du racleur en raison d'une utilisation prolongée et de frottements constants, ce qui peut entraîner des défaillances mécaniques. - Problèmes de maintenance. - Mauvaise conception du système. - défaillance des roux du pont. - problème d'électricité.	- les matières solides présentes dans les eaux usées ne seront pas correctement récupérées et pourront s'accumuler au fond du bassin de décantation, réduisant ainsi son efficacité. - colmatage des équipements de traitement ultérieurs, comme les pompes, ou les conduites. - un impact négatif sur la biodiversité et la qualité de l'eau.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	2	3	6	- Réguler les débits entrants dans le bassin de décantation pour éviter les surcharges qui peuvent exercer une contrainte excessive sur le pont racleur. - Matériaux résistants à la corrosion. - Sélection de composants durables. - Mettre en place un suivi régulier de la performance des racleurs de ponte pour identifier les éventuels dysfonctionnements à temps. - Sensibiliser le personnel aux signes précurseurs de défaillance (bruits anormaux, vibrations excessives, etc.).	- Procédures d'urgence : l'arrêt de l'alimentation, contrôle des débits de refoulement par la coordination avec les postes de relevage. - Prévoir des systèmes de secours ou de contournement pour permettre le fonctionnement en mode dégradé, en cas de panne. - transférer les eaux brutes à la deuxième de déshuilage dessablage (secours). - Mettre en place des systèmes d'alarme et de surveillance pour détecter rapidement les dysfonctionnements et permettre une intervention rapide.	

Système étudié : Bassin d'aération







09	**Les aérateurs**	L'arrêt des aérateurs	- Usure des composants des aérateurs due à une utilisation prolongée. - Utilisation de composants de mauvaise qualité. - Dysfonctionnement des systèmes de contrôle et de régulation. - Problème électrique. - Défaillance du matériel.	- Diminution de l'oxygène dissous dans l'eau, ce qui peut avoir un impact négatif (bactérioside ou bactériostatique) sur la biomasse aérobie responsable de la dégradation des matières organiques présentes dans l'eau. - Croissance de bactéries anaérobies, Ces bactéries peuvent produire des sous-produits indésirables tels que le sulfure d'hydrogène, le méthane. - fermentation de la boue activée dans le bassin. - une odeur désagréable. - une accumulation des boues activées et recirculées dans le bassin d'aération, ce qui engendre une surcharge de biomasse par rapport aux nutriments.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	3	3	9	- Effectuer un entretien régulier des aérateurs, Cela implique l'inspection, le nettoyage, le remplacement des pièces d'usure et le graissage des composants mobiles. - Protection électrique : Des disjoncteurs et des systèmes de mise à la terre, pour protéger les aérateurs contre les surtensions et les courts-circuits. - Choisir des matériaux résistants à la corrosion pour les aérateurs et appliquer des revêtements protecteurs si nécessaire. - Installer des systèmes de surveillance en temps réel pour suivre les performances des aérateurs, y compris les débits d'air, la pression et la consommation d'énergie.	- Maintenir un inventaire adéquat de pièces de rechange critiques pour pouvoir effectuer des réparations rapides. - Maintenir des aérateurs de secours prêts à être déployés en cas de défaillance des aérateurs principaux. - Prévoir une option de dérivation ou de by-pass du bassin d'aération en cas de défaillance grave, permettant d'acheminer les eaux usées vers d'autres étapes du traitement ou vers un bassin de stockage temporaire. - Assurer que le personnel est bien conscient des protocoles de sécurité et des mesures de protection à suivre en cas de défaillance. - Informer les autorités locales de la défaillance et des mesures prises pour minimiser les impacts environnementaux.	- Installer des capteurs de niveau d'oxygène dissous pour détecter rapidement un dysfonctionnement des aérateurs.

10	**La boue activée**	La morte de la boue activée	- fluctuations de charge organique. - variations de pH. - prolifération de bactéries filamenteuses. - mauvaise aération ou agitation insuffisante. - introduction de substances toxiques ou inhibitrices dans les eaux usées. - Des variations importantes de température.	- Une diminution de l'efficacité du traitement des eaux usées. - Production de substances indésirables : Des odeurs désagréables, Des gaz toxiques ou des composés chimiques indésirables, Ce qui peut entraîner des problèmes environnementaux et de santé publique. - produire des gaz malodorants tels que le sulfure d'hydrogène, ainsi que des composés toxiques tels que les amines et les phénols,	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	3	4	12	- Ajuster correctement le taux de recirculation des boues. - Retirer régulièrement les boues en excès pour éviter la surpopulation. - Surveillance Continue : Installer des systèmes de surveillance en temps réel pour suivre les paramètres critiques tels que * les niveaux d'oxygène dissous entre 2 et 4 mg/L, * le pH entre 6,5 et 8,5. * la température inférieure À 30°C), et les charges organiques. - Contrôle des nutriments : Assurer un apport suffisant en nutriments (azote, phosphore, etc.). - Identifier et contrôler les sources potentielles de substances toxiques (métaux lourds, composés organiques, etc.).	- Augmenter temporairement l'aération pour améliorer les niveaux d'oxygène dissous et soutenir les micro-organismes restants. - Réduire temporairement la charge organique en limitant l'entrée des eaux usées ou en les dirigeant vers des bassins de stockage ou des unités de traitement secondaire. - Introduire des boues activées fraîches et saines provenant d'une autre station d'épuration ou d'une autre partie du processus pour réensemencer le bassin d'aération. - Isolation des Sources de Pollution.	- Acclimatation progressive : En cas de changement dans les caractéristiques des eaux usées, procéder à une acclimatation progressive des boues activées pour leur permettre de s'adapter aux nouvelles conditions. - Éviter les chocs hydrauliques : Maintenir un débit d'alimentation stable dans le bassin d'aération pour éviter les chocs hydrauliques qui pourraient perturber les microorganismes. - Ajouter de l'eau propre pour diluer les charges organiques et réduire la concentration des substances inhibitrices

Système étudié : Désinfection





11	**Cuve de stockage de chlore.**	La défaillance aux niveaux de cuve.	- L'utilisation de matériaux non résistants à la corrosion pour la construction des réservoirs peut accélérer leur dégradation « PEHD ». -une fuite au niveau des réservoirs. -Des températures très élevées ou très basses peuvent affecter les matériaux du réservoir. - Problèmes de Maintenance et Inspection.	- Inefficacité de la Désinfection, ce qui réduit l'efficacité de l'élimination des agents pathogènes et des bactéries. - Non-Conformité aux Normes de qualité et de sécurité établies par les régulateurs. - Contamination de sols, les cours d'eau et les nappes phréatiques. - Dommages à la Faune et la Flore. - Le contact direct avec le chlore liquide ou gazeux peut provoquer des brûlures chimiques et des irritations de la peau et des yeux.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	2	4	8	- Installer des systèmes de détection de fuites, - Effectuer des inspections régulières pour détecter tout signe de corrosion, de fuite ou de dommage. - Utiliser des matériaux résistants à la corrosion par le chlore (acier inoxydable, plastiques renforcés, etc.) - Mettre en place des systèmes de contrôle de niveau, de pression et de température pour surveiller le fonctionnement du réservoir. - S'assurer que le chlore fourni est conforme aux spécifications. - Former correctement le personnel sur les procédures de manipulation, de remplissage et d'entretien du réservoir de chlore.	- Des Gants, des masques à gaz, des vêtements résistants aux produits chimiques, pour le personnel travaillant près des réservoirs de chlore. - Disposer d'équipements de protection respiratoire autonomes (ARI) pour intervenir en cas de fuite. Former le personnel à l'utilisation de ces équipements. - Disposer d'un stock suffisant de chlore. - Former régulièrement le personnel à la manipulation sécuritaire du chlore. - S'assurer d'une ventilation adéquate du local de stockage du chlore.	- Prévoir des systèmes de désinfection alternatifs (UV, ozone, etc.) pouvant remplacer temporairement le chlore en cas d'incident grave. - Douche et Rince-œil de Sécurité.

12	**La pompe doseuse**	Arrêt de pompe doseuse	- usure des pièces internes de la pompe, telles que les pistons, les joints et les diaphragmes, en raison de l'exposition continue au chlore, qui est un agent chimique corrosif. - Présence de particules solides dans le produit chloré. - Température, pression ou viscosité du fluide en dehors des plages recommandées. - Erreurs Humaines. - Problèmes Électriques : *Panne de Moteur. *panne de câblage.	- l'eau peut ne pas être correctement désinfectée, ce qui peut permettre aux agents pathogènes de survivre et de se propager. - une contamination environnementale et des risques pour les écosystèmes aquatiques. - Épidémies de Maladies Hydriques « la typhoïde, le choléra, la gastro-entérite » et THM. - l'arrêt temporaire des opérations de désinfection, interrompant la continuité du traitement de l'eau.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	4	2	8	- Mettre en place un programme de maintenance préventive avec un remplacement périodique des pièces d'usure (membranes, clapets, joints, etc.). - Choisir des matériaux résistants à la corrosion par les produits chimiques utilisés (chlore, hypochlorite de sodium, etc.). - Appliquer des revêtements protecteurs si nécessaire. - Utiliser des produits chimiques de haute qualité.	PROTECTION - Prévoir des pompes doseuses redondantes ou de secours pour assurer la continuité du processus en cas de défaillance. - Disposer d'une alimentation électrique de secours (groupe électrogène) pour assurer le fonctionnement des pompes en cas de coupure de courant. - Former le personnel aux actions à entreprendre (dosage manuel, by-pass, etc.) - Pièces de Rechange Essentielles.	- Modifier les paramètres de fonctionnement comme l'ajustement des concentrations de chlore et des temps de contact.









13	**Les racleurs de fond**	Arrêt des racleurs de fond.	- Les pièces mécaniques telles que les roulements, les chaînes ou les pales des racleurs peuvent se casser en raison de contraintes mécaniques excessives. - Défaillance des Moteurs. - Pannes des Systèmes de Contrôle. - Boues trop épaisses ou compactes peuvent affecter l'efficacité des racleurs et provoquer des blocages ou des surcharges.	- l'accumulation de boues, réduisant l'efficacité du processus d'épaississement. - Augmentation de la Charge sur les Étapes Suivantes, comme la digestion ou la déshydratation, rendant ces processus moins efficaces. - La nécessité de réparer ou de remplacer les racleurs de fond peut entraîner des arrêts prolongés, affectant l'ensemble des opérations de la station de traitement. - L'accumulation de boues non déplacées peut provoquer des débordements. - Les coûts associés à la réparation ou au remplacement des racleurs de fond peuvent être élevés, incluant la main-d'œuvre, les pièces de rechange et les interruptions d'activité.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	2	3	6	- Surveiller et ajuster les débits d'alimentation en boues pour éviter les surcharges hydrauliques ou de solides. - Utiliser des lubrifiants adaptés à l'environnement humide et corrosif. - Effectuer des inspections régulières des racleurs de fond, des chaînes, des pignons et des autres composants mécaniques avec un remplacement périodique des pièces d'usure. - Choisir des matériaux résistants à la corrosion. - Formation du personnel. - S'assurer que les racleurs de fond sont correctement dimensionnés.	- Prévoir des racleurs de fond redondants ou des systèmes de secours pour assurer la continuité du processus en cas de défaillance. - Envisager l'installation de pompes supplémentaires pour l'extraction des boues en cas de colmatage. - Former le personnel aux actions à entreprendre (curage manuel, by-pass, etc.). - Bassins de stockage temporaire. - Alarmes Automatiques. - Maintenir un stock de pièces de rechange importantes telles que des lames de racleurs, des moteurs, des courroies et des engrenages pour permettre des réparations rapides.	- Installer des capteurs de niveau de boue dans les épaississeurs pour détecter rapidement une accumulation anormale. - Prévoir un stock de produits chimiques (polymères, floculants) pour faciliter la décantation si nécessaire.

14	**Les aérateurs de Stabilisateur des boues**	Arrêt de l’aérateur sur stabilisateur des boues	- Usure excessive des pièces mobiles (paliers, arbres, hélices) en raison de l'exposition constante aux boues et aux conditions d'exploitation difficiles. - Défaillance des Moteurs. - Pannes d'alimentation électrique. - Défaillances des systèmes de contrôle.	- Accumulation de boues non aérées dans le stabilisateur Risque de blocages et de débordements. - Processus de stabilisation aérobie ralenti ou interrompu. - Difficultés accrues pour la déshydratation et la valorisation des boues. - Une aération insuffisante peut entraîner des conditions anaérobies dans le stabilisateur de boues, provoquant la formation de composés malodorants tels que le sulfure d'hydrogène (H_2S).	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l’écosystème	2	3	6	- Choix de Matériaux Résistants à la corrosion et à l'usure pour augmenter leur durabilité. - Appliquer des revêtements protecteurs si nécessaire. - Former correctement le personnel sur le fonctionnement et l'entretien appropriés des aérateurs. - S'assurer que les charges sur les aérateurs sont bien équilibrées pour éviter les surcharges.	- Installer des systèmes d'alarme qui alertent immédiatement le personnel en cas de défaillance des aérateurs. - Installer des aérateurs de secours qui peuvent être rapidement mis en service en cas de défaillance des aérateurs principaux. - Plans d'Intervention d'Urgence. - Réduire les débits d'entrée et les charges de boues.	- Maintenir un stock de pièces de rechange cruciales, telles que des moteurs, des diffuseurs et des composants électriques, pour permettre des réparations rapides en cas de défaillance. - Installer des détecteurs à gaz fix.

Système étudié : La table d'égouttage déshydratation.









15	**La table d'égouttage déshydratation**	Défaillance sur la table d'égouttage déshydratation	- Usure des Composants telles que les racleurs, les rouleaux et les courroies en raison de l'utilisation continue et de l'abrasion des boues. - **Problèmes Électriques :** * Panne de Moteur. - Dosage incorrect des polymères ou des adjuvants de déshydratation. - **Manque d'entretien préventif :** * Absence de programme d'inspection et de remplacement des pièces d'usure. * Lubrification insuffisante des composants mobiles. - Nettoyage Inadéquat. - Problèmes de Conception et d'Installation.	- Environnement de travail insalubre en présence de boues liquides. - Rejet de Boues sous forme plus Liquides, ce qui peut causer des problèmes de pollution dans les milieux récepteurs. - Non-respect des normes de qualité pour les boues valorisées. - Augmentation des Coûts de Gestion des Déchets « Volumes de boues a Augmenté ». - l'arrêt temporaire de certaines opérations de la station d'épuration.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	4	3	12	- Installer des systèmes de surveillance en temps réel pour suivre les performances de la table d'égouttage. - Maintenir des charges de boues appropriées sur la table d'égouttage. - Nettoyer la table d'égouttage régulièrement pour éviter l'accumulation de matières solides et de dépôts. - Former correctement le personnel sur le fonctionnement et l'entretien appropriés de la table d'égouttage. - Utiliser des lubrifiants adaptés à l'environnement humide et corrosif.	- Remplacement des composants défectueux (toiles, rouleaux, chaînes). - Nettoyage de la table d'égouttage et des équipements associés. - Prévoir des options de transport et de traitement des boues liquides dans d'autres installations si nécessaire. - Former et obliger les travailleurs à suivre les consignes de protection en cas d'intervention : ***- Gants.*** ***- Masque à gaz.*** ***- détecteur de gaz 4 Gaz***.	- Former le personnel aux actions à entreprendre (by-pass, recirculation, etc.)

Système étudié : Les Pompes, Les vannes, Les conduits









16	**Les Pompes**	Défaillance des pompes	- Surpression ou sous-pression : Des variations de pression importantes dans les réseaux de distribution d'eau ou dans les systèmes de traitement des eaux usées peuvent endommager les vannes, en particulier si elles ne sont pas conçues pour supporter de telles contraintes. - L'accumulation de débris, de dépôts minéraux ou de matières organiques peut obstruer les vannes. - Une utilisation prolongée et répétée des vannes peut entraîner une usure des composants internes. - Mauvaise maintenance.	- Rejet d'eaux usées non traitées ou partiellement traitées dans l'environnement. - Propagation de maladies d'origine hydrique. - Eutrophisation des plans d'eau (prolifération d'algues). - Émissions de gaz à effet de serre (méthane, CO2). - Odeurs nauséabondes et nuisances. - Non-respect des normes environnementales. - Amendes et pénalités pour pollution.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	3	3	9	- S'assurer que les charges sur les pompes sont bien équilibrées pour éviter une usure inégale et une surcharge de certaines parties. - Mettre en place des systèmes de protection contre les surtensions et les variations de tension. - Mettre en place un programme de maintenance préventive avec un remplacement périodique des pièces. - Choisir des matériaux résistants à la corrosion pour les composants des pompes exposés aux eaux usées.	- Prévoir les ressources nécessaires (matériel, personnel, entreprises spécialisées). - Mettre en place des systèmes pour contourner les pompes défaillantes. - Disposer de pompes de secours ou temporaires. - Coordination avec les autorités.	

17	**Les vannes**	Défaillance des vannes	- Corrosion : Les vannes sont souvent exposées à des milieux corrosifs, tels que les eaux usées contenant des produits chimiques corrosifs, - Usure normale des pièces mobiles - Dépôts et encrassement : Les dépôts de matières solides, de boues ou de tartre peuvent s'accumuler sur les vannes et empêcher leur bon fonctionnement. - Présence de débris avec l'eau usée. - Pannes électriques ou mécaniques. - Erreurs d'installation ou de maintenance.	- Rejet d'eaux usées non traitées dans les cours d'eau et milieux naturels environnants, entraînant une pollution importante des écosystèmes aquatiques et terrestres. - Prolifération de bactéries pathogènes, de virus et d'autres micro-organismes dangereux pour la santé humaine, présents dans les eaux usées non traitées. - Eutrophisation des cours d'eau due à l'excès de nutriments (azote et phosphore) provenant des eaux usées, favorisant la prolifération d'algues et entraînant une diminution de l'oxygène dissous. - Contamination des nappes phréatiques et des sources d'eau potable par les polluants contenus dans les eaux usées non traitées.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l'écosystème	3	3	9	- Surveiller et ajuster les débits d'écoulement pour éviter les turbulences excessives ou les chocs hydrauliques pouvant endommager les vannes. - Installer des dispositifs anti-bélier (réservoirs d'air, vannes de régulation de pression, etc.) pour protéger les vannes contre les coups de bélier « Vanne anti bélier ». - Programmer des séquences d'ouverture et de fermeture des vannes pour minimiser les chocs hydrauliques. - Mettre en place des systèmes de surveillance en continu pour détecter (fuites, vibrations, dysfonctionnements, etc.).	- Prévoir des vannes redondantes ou des systèmes de by-pass pour assurer la continuité du processus en cas de défaillance. - Élaborer des plans de confinement et de nettoyage en cas de déversement majeur d'eaux usées. - Disposer de vannes de secours ou de vannes temporaires pour assurer la continuité du service. - Une intervention rapide. - Systèmes de dérivation et de by-pass.	

18	**Les conduits**	Défaillance des conduits	- Corrosion interne due aux effluents transportés, comme les eaux usées qui peuvent contenir des substances corrosives. - Corrosion externe due au milieu environnant, comme le sol et l'eau souterraine. - Défauts de fabrication ou de pose des conduites, qui peuvent entraîner des faiblesses structurelles. - Manque d'entretien régulier, ce qui peut entraîner une accumulation de déchets et de sédiments, réduisant la capacité des conduites. - Âge et dégradation du matériau ce qui peut entraîner des fuites et des ruptures. - L'urbanisation imprévue peut entraîner des problèmes de fonctionnalité et de défaillance des stations d'épuration, notamment en raison de la quantité d'eaux usées trop importante ou insuffisante.	- Perturber le fonctionnement de station d'épuration. - Les défaillances des conduits peuvent nécessiter des réparations coûteuses. - Les défaillances des conduits peuvent également avoir un impact négatif sur l'environnement, en polluant les sols, les eaux et l'air.	<u>Sur site</u> : Personnel, installations <u>Hors site :</u> l’écosystème.	3	4	12	- Choisir des matériaux résistants à la corrosion et à l'abrasion pour les conduits exposés aux eaux usées (plastiques renforcés, acier revêtu, etc.). - Appliquer des revêtements protecteurs. - Contrôle des débits pour éviter les turbulences excessives ou les chocs hydrauliques. - Conception et dimensionnement appropriés. - Mettre en place des systèmes de surveillance en continu pour détecter (fuites, obstructions, etc.). - Maintenance préventive avec un nettoyage.	- Kits de Réparation : Les pièces de rechange, des outils, et des matériaux nécessaires pour effectuer des réparations temporaires ou permanentes. - Mettre en place des systèmes de bypass temporaires pour rerouter le flux des eaux usées. - Mettre en place des systèmes d'alarme qui alertent immédiatement le personnel en cas de détection de problèmes dans les conduits. - équipement de protection individuelle et collective en cas d’intervention.	

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons mené des tests et des études dans toutes les machines et les zones de la station pour connaître tous les dangers qui pourraient survenir, et nous avons également identifié toutes les zones rouges grâce à la méthode (APR) analyse préliminaire des risques.

Dans cette étude, nous avons présenté une estimation statistique de la probabilité des scénarii qui peuvent être arriver.

A la fin de cette étude, nous avons créé un tableau APR montrant la probabilité de chaque défaillance des ouvrages, Grâce à ces résultats, nous pouvons Sachez quand entretenir cet équipement avant qu’il ne tombe en panne.

CONCLUSION GENERALE :

En conclusion, cette étude a permis de mener une analyse approfondie des risques actuels dans les stations d'épuration en utilisant la méthode APR (Analyse préliminaire des risques).

L'identification systématique des risques potentiels et l'évaluation des causes, des conséquences et des niveaux de risque nous ont aidé à comprendre de manière détaillée et ciblée les vulnérabilités des structures critiques.

Les résultats de l'étude ont montré l'exitances des risques intolérables nous citons :

- L'exposition au gaz toxiques telle que le (H2S), et d'autres gaz ou inflammables peuvent se former lors du traitement des eaux usées.
- L'utilisation de produits chimiques (coagulants, désinfectants, etc.) dans le processus de traitement peut exposer les travailleurs à des risques de brûlures, d'intoxication ou de réactions chimiques indésirables.
- Les nombreux équipements électriques (pompes, vannes, etc.) présents dans les stations d'épuration peuvent présenter des risques d'électrocution ou d'incendie en cas de défaillance ou de mauvaise utilisation.
- Un dysfonctionnement du système de traitement peut entraîner le rejet d'effluents non conformes dans l'environnement, polluant les cours d'eau et les sols.

Est qui nécessite de les éliminer ou bien les diminuer par l'application des mesures préventive strictes, comme :

- Une surveillance continue des niveaux de ces gaz et une ventilation adéquate sont essentielles pour éviter tout risque d'intoxication ou d'explosion.
- Une manipulation sécuritaire, un stockage approprié et une surveillance des concentrations chimiques sont indispensables.
- Une maintenance régulière, des contrôles de sécurité et une formation adéquate du personnel sont nécessaires.
- Une surveillance en continu de la qualité des effluents traités et des mesures d'urgence en cas de déversement accidentel sont essentielles.

Et d’autres risques tolérables :

- Les erreurs humaines, le manque de formation, la fatigue ou les négligences du personnel peuvent entraîner des incidents graves.
- Les pompes, vannes, dégrilleurs, centrifugeuses et autres équipements mécaniques peuvent subir des défaillances, des fuites ou des blocages.

Mais qui nécessite une surveillance permanente, comme :

- Une formation continue, des procédures claires et une gestion rigoureuse des ressources humaines sont primordiales.
- Un programme de maintenance préventive rigoureux et des inspections régulières sont cruciaux pour éviter les pannes et les dommages.

A la fin notre étude a démontré que les stations d'épuration des eaux usées sont des installations complexes qui nécessitent une gestion rigoureuse pour éviter les risques pour la santé et l'environnement. Les mesures de prévention et de détection sont essentielles pour protéger la santé des travailleurs et des populations locales. Nous recommandons que les opérateurs de stations d'épuration des eaux usées prennent des mesures pour améliorer la sécurité et la résilience de leurs installations, notamment en mettant en place des systèmes de détection de gaz, des équipements de protection individuelle et des plans d'urgence robustes.

Références

[1] : https://www.iso.org/fr/home.html.

[2] : https://www.iso.org/fr/standard/53940.html.

[3] :https://www.pilz.com/fr-BE/support/law-standards-norms/functional-safety/en-iec-61508.

[4] : https://ohsas-18001.fr/.

[5] : Décret exécutif n° 06-198 du 4 Joumada El Oula 1427.

[6] : https://www.larousse.fr.

[7] ::https://www.imdr.eu/shop_818-46712-5302-836/cei-50-191-vocabulaire-electrotechnique-internationnal-surete-de-fonctionnement-et-qualite-de-service.html. [8] : https://www.inrs.fr/.

[9] : INRS, Santé et sécurité au travail, Risques biologiques. 2020.

[10] : Hadjira Mergueb, Remadi Rania "Analyse des Risque Par Méthode HAZOP Etude De Cas."

[11] : INRS, Santé et sécurité au travail, Risques biologiques. 2020.

[12] : SAHKI. MED R, "Amélioration de la prévention contre les risques électriques et choix

Des appareils de protection," Université Badji Mokhtar- Annaba, 2017.

[13] : FOURATI.N, "Prévention des risques mécaniques," 2012.

[14] : DUPONT.R, THEODORE.L, and REYNOLDS.J, "Sécurité industrielle de la

Prévention des accidents à l'organisation des secours," 1993.

[15] : INRS, Évaluation du risque incendie dans l'entreprise Guide méthodologique. 2019.

[16] : INRS, Évaluation du risque physique dans l'entreprise Guide méthodologique. 2019.

[17] : https://www.preventica.com/dossier-risque-biologique-definition.php.

[18] : MARGOSSIAN, Nichan. Aide-mémoire-Risque chimique. L'usine nouvelle, Paris, 2011.

[19] : MANA Houssam, DRARDJA Abderrahmane « Détermination et amélioration des défauts des installations électriques d'une entreprise industrielle » » mémoire de fin d'étude master.2020.

[20] :https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/environnement-securite-th5/systeme-de-.

[21] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_pr%C3%A9liminaire_des_risques#Objectifs.

[22] : https://bit.ly/3q9C6Iu.

[23] : https://www.previnfo.net/sections.php?op=viewarticle&artid=39.

[24] : https://www.yvea.io/fr/services/certifications-marchandises/norme-hse.

[25] :https://www.eazysafe.fr/culture-de-securite/les-avantages-dun-accueil-sante-securite-au-travail/

[26] : Koller, E. (2005). Traitement des pollutions industrielles, édition DUNOD.

[27] : REGIS Bourrier, M.S, B.S, Gide technique de l'assainissement 4e édition LE MONITEUR, 2010

[28] : BALEH Kahina. Conception de la station d'épuration de la ville d'azazga wilaya de tizi ouzou. Mémoire d'ingénieur d'état en hydraulique, école nationale supérieur de l'hydraulique. 2011.

[29] : REGIS Bourrier, M.S, B.S, Gide technique de l'assainissement 4e édition LE MONITEUR, 2010

[30] : OUALI, Mohand Saïd. Cours de procèdes unitaires biologiques et traitement des eaux. OPU Alger. Mai, 2001.

[31] : BENGHERBIA, Abdelmalek, HAMAIDI, Fella, ZAHRAOUI, Rabia, et al. Impact des rejets des eaux usées sur la qualité physico-chimique et bactériologique de l'Oued Beni Azza (Blida, Algérie). Lebanese science journal, 2014, vol. 15, no 2, p. 39-51.

[32] : MIRA Yasmin, contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000,

ENP, promotion 2007-2008.

[33] : Mémento technique de l'eau, deuxième édition, tome 2, édition dégréement, 2005.

[34] : https://www.emo-france.com/a-quoi-sert-une-station-depuration/.

[35] : https://www.cder.dz/.

[36] : https : www.wateraid.org/us/.

[37] : https : www.pseau.org/.

[38] : https : www.suezwaterhandbook.com/.

[39] : https://www.ors-idf.org/.

[40] : https://fr.wikipedia.org/wiki/Sulfure_d%27hydrog%C3%A8ne.

[41] : https://www.gazdetect.com/informations-gaz/detecteur-gaz-h2s.

[42] : https://atmo-reunion.net/Le-sulfure-d-hydrogene-H2S/.

[43] : https://www.gazdetect.com/informations-gaz/detecteur-gaz-h2s/.

[44] : https://www.aria.developpement-durable.gouv.fr/accident/55981/.

[45] : https://earth.google.com/web.

[46] : https://en.climate-data.org/.