

# Institut des Sciences et Techniques Appliquées (ISTA)

Département : Hygiène, Sécurité et Environnement

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

## Master

Filière : Hygiène et Sécurité Industrielle

Spécialité : Sécurité des Procédés Pétrolières et Gazières

### Intégration de la technologie pour la prévention des accidents Professionnels

Présenté et soutenu publiquement le : 04/07/2024

❖ Présenté par : - Abdeselem GHAZOUÏ - Islam BOUARGOUB

Devant le jury :

- ❖ Président : Dr. BOUNEZOUR Hichem Université 20 Août 1955- Skikda
- ❖ Encadreur : Dr. BOUSFOT Widad Université 20 Août 1955- Skikda
- ❖ Rapporteur de stage : Ing. Mr LARIT Khalid Algerian Qatari steel
- ❖ Examineur : Dr. MOHYIDDINE Hamaidia Université 20 Août 1955- Skikda

1<sup>er</sup> Promotion

Juin 2024

# *Dédicace*

Je dédie cet humble travail à :

- ❖ Nos parents
- ❖ Ma mère décédée, J. Khaira
- ❖ Nos sœurs, frères et toutes nos familles.
- ❖ Superviseur Mme Bousfot Widad
- ❖ Nos amis proches
- ❖ Nos superviseurs, M. Al-Arqam Mashhoud et M. Benzour Hisham
- ❖ L'ingénieur encadrant notre suivi du mémoire de fin d'études, M. BOUHARIK Sami
- ❖ Tous ceux que je connaissais de près ou de loin.

# *Remerciements*

- ❖ Avant tout, je remercie Dieu Tout-Puissant qui m'a donné la force et la patience pour accomplir cet humble travail.
  
- ❖ Ou pour exprimer mes remerciements à nos parents pour être restés éveillés tard et pour leur soutien continu dans la création du mémoire de fin d'études et pour leurs prières continues pour nous
  
- ❖ Je tiens à exprimer mes remerciements à ma superviseuse, Mme Dr BOUSFOT Widad, et je tiens à remercier tous les employés du service de sécurité, en particulier M. BOUHARIK Sami, pour son aide, son intérêt et ses efforts pendant mon stage.
  
- ❖ Je voudrais également remercier le chef du département d'hygiène et de sécurité industrielle de l'institut, M. AL-ARQAM Mashud, pour sa réconciliation, ses conseils et son souci de faciliter les problèmes administratifs malgré les circonstances coercitives.

# *La liste des tableaux*

Tableau 1- Chronologie des évènements .....	52
Tableau 2- Résultats de l'analyse de l'accident (RGTE) par le modèle 2-4 .....	53
Tableau 3- Résultats de l'analyse de l'accident par le modèle 2-4.....	60
Tableau 4- Comparaison des Performances .....	64

# *La liste de figures*

Figure 1- Situation du champ dans le paysage énergétique Algérien .....	26
Figure 2- Plan de situation des champs d'In Amenas .....	26
Figure 3-Organigramme de la Direction Régionale In Aménas .....	27
Figure 4-Vue de face du Cs 5 .....	29
Figure 5-Schéma général de production et d'injection d'eau .....	30
Figure 6-Schéma descriptif du procès de RGTE .....	30
Figure7-Situation géographique de l'unité de dessalement d'eau de mer Skikda .....	31
Figure 8- Processus d'exploitation de l'usine de dessalement de l'eau .....	32
Figure 9-Tour de collecte d'eau de mer.....	33
Figure 10-Filtre de premier étage .....	34
Figure 11-Filtres à cartouche.....	34
Figure12- Structure d'osmose inverse .....	35
Figure 13- Membrane d'osmose inverse.....	36
Figure 14- Système d'injection de CO2 .....	36
Figure 15- Tours de carbonate de calcium. ....	36
Figure 17-System des produits chimiques.....	38
Figure 18-L'avenir du gaz (manifold et ballonne de séparation 20-B-001) .....	43
Figure20-La section de aéro-réfrigérants .....	45
Figure 21-Schéma de circulation de fluides .....	46
Figure 22-La section déshydratation par tri-éthylène-glycol 20-v-001.....	47
Figure 23-Les photos d'accèdent de l'éclatement .....	51

# *Liste des abréviations et acronymes*

Liste des abréviations et acronymes :

- ADF : Des outils qui n'émettent pas de flamme
- RA : La Réalité Augmentée
- AT : Accident de Travail
- BP : Basse Pression
- CE : Comité Européen
- CS : Contre de Séparation
- EN : Norme Anglaise
- EPI : équipement de Protection Individuelle (EPI)
- GN : Gaz Naturel
- HP : Haute Pression
- IEC : International Electrotechnique Commission
- ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
- IBOSH: International Board of Occupational Safety and Health
- INRS : Institut National de la Recherche et de la Sécurité
- IP : Indice de Protection
- LIE : La Limite Inférieure d'Explosivité
- LSE : La Limite Supérieure d'Explosivité
- MPDL : L'unité de Maintien de Pression
- NF : Norme Française
- OMS : L'Organisation Mondiale de la Santé
- OSHA: The Occupational Safety and Health Administration
- PDT : Permis De Travail
- Rais : Robine Armé Incendie
- RGTE : L'unité de Récupération des Gaz Torchés
- SFAG : Système Fire and Gaz
- SST : La santé et sécurité au travail

- TEG : Tri-Ethylène Glycol
- UE : Union Européenne

# Sommaire

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations et acronymes	
Introduction générale .....	1
Chapitre 1 : Introduction aux accidents du travail, à leur prévention et aux technologies appliquées.....	3
Introduction : .....	3
1. Introduction aux accidents du travail et à la prévention .....	3
1.1 Introduction aux accidents du travail.....	3
1.2 Définition des accidents du travail et de leurs conséquences.....	4
1.3 Introduction à la prévention des accidents du travail .....	7
1.4 Contexte et importance de la prévention des accidents de travail .....	7
1.5 Evolution historique des approches de prévention des accidents de travail .....	8
1.6 Enjeux et défis actuels dans la prévention des accidents du travail .....	9
2. Technologies appliquées à la prévention des accidents du travail.....	10
2.1 L'influence de la technologie .....	10
2.2 L'impact de la technologie sur la sécurité au travail.....	12
3. Utilisation de l'intelligence artificielle pour analyser les données liées aux accidents du travail.....	13
3.1 Analyse Prédictive.....	14
4. Comment exploiter l'intelligence artificielle pour améliorer la formation en réalité virtuelle.....	15
5. Les applications de l'IA en réalité virtuelle pour la sécurité comprennent .....	15
6. Dispositifs de sécurité intègres aux équipements et machines.....	17
6.1 Engagement des opérateurs de machines et des mécaniciens .....	17
7. Systèmes d'alerte et d'automatisation pour la réduction des risques .....	19
7.1 Les Avantages de l'Utilisation des Systèmes de Gestion des Alertes pour détection des Risques .....	20
Conclusion.....	22
Chapitre 2 : Description du site d'étude.....	24
Introduction .....	24
1-Introduction de la direction régionale In Amenas .....	25
1.1 Situation géographique .....	25
1.2 Organigramme de la Direction Régionale In Aménas.....	26
1.3. Description générale des installations .....	27

1.4 Description générale des installations du champ DL .....	28
2.-Introduction de l'unité de dessalement d'eau de mer –Skikda.....	<b>30</b>
2.1. Situation géographique .....	31
2.2: le procès de l'unité de dessalement de Skikda .....	32
2.3 Eau dessalée et bonnes pratiques.....	38
2.3.1 Activités sociales et environnementales .....	38
3 :Conclusion.....	<b>39</b>
Chapitre 3 : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents .....	<b>41</b>
Introduction .....	<b>41</b>
1. Méthode.....	<b>41</b>
1.1 Méthodes de Collecte des Données.....	41
1.2 Technologies Évaluées .....	41
1.3 Évaluation de l'Efficacité des Technologies .....	42
1.3.1 Analyse Quantitative .....	42
1.3.2 Analyse Qualitative .....	42
1.4. Études de Cas.....	42
2. Résultats .....	42
2.1 Installation pétrolier .....	42
2.1.1 Description de procès .....	42
<u>3.</u> Recommandations : RGTE.....	62
2.2 L'unité de dessaladora.....	54
3. Analyse des Résultats.....	63
3.1 Comparaison des Performances .....	63
3.2 Identification des Facteurs de Succès (petrol+disaladora).....	66
4. Discussion et Interprétation des Résultats .....	68
4.1 Recommandations : DISALADORA .....	62
Conclusion.....	<b>68</b>
Conclusion general .....	<b>69</b>

Références bibliographiques

ANNEXES

# RESUME+ les mots clés

## المخلص :

من خلال الترتيب المنطقي للحوادث التي تم فحصها في هذه الدراسة، فإن استخدام التكنولوجيا وإدراج التقنيات الجديدة يلعب دوراً مهماً في الوقاية من الحوادث في مكان العمل، لا سيما في قطاعي تحلية المياه وصناعة النفط. وقد تم استكشاف التطورات التكنولوجية مثل أجهزة استشعار الحركة، والواقع الافتراضي والمعزز، وتحليل البيانات، وأدوات الذكاء الاصطناعي لتحسين السلامة في مكان العمل مع تقليل المخاطر التي يتعرض لها الموظفون. ووفقاً للدراسة، فإن استخدام هذه التقنيات يمكّن من اكتشاف المخاطر وتقييمها بشكل أفضل. كما أنها تمكّن من تقليل الحوادث المحتملة أو حتى منعها في الوقت الفعلي.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن الاستثمار في العامل البشري من خلال التدريب المستمر وجلسات التوعية يمكّن الموظفين من الاستفادة من الخبرة المهنية وتبني السلوك الصحيح في حالة حدوث مشكلة.

## الكلمات المفتاحية

التكنولوجيا-السلامة- المخاطر -حادث العمل -الذكاء الاصطناعي.

**Summary:**

From the logical order of the incidents examined in this study, the use of technology and the inclusion of new technologies play an important role in the prevention of accidents in the workplace, particularly in the desalination and oil industry sectors. Technological advances such as motion sensors, virtual and augmented reality, data analysis and artificial intelligence tools have been explored to improve workplace safety while minimising risks to employees. According to the study, the use of these technologies enables risks to be better detected and assessed. They also enable potential incidents to be minimised or even prevented in real time.

In addition, investing in the human factor through ongoing training and awareness-raising sessions enables employees to benefit from professional expertise and adopt the right behavior in the event of a problem.

**Keywords:**

Technology -Safety -Risk -work accident -Artificial intelligence.

**Résumé :**

D'après l'ordre logique des incidents examinés dans cette étude, l'utilisation de la technologie et l'inclusion de nouvelles technologies jouent un rôle important dans la prévention des accidents sur le lieu de travail, en particulier dans les secteurs du dessalement et de l'industrie pétrolière. Les avancées technologiques telles que les capteurs de mouvement, la réalité virtuelle et augmentée, l'analyse des données et les outils d'intelligence artificielle ont été explorées pour améliorer la sécurité sur le lieu de travail tout en minimisant les risques pour les employés. Selon l'étude, l'utilisation de ces technologies permet de mieux détecter et évaluer les risques. Elles permettent également de minimiser, voire de prévenir les incidents potentiels en temps réel.

En outre, investir dans le facteur humain par le biais de formations continues et de séances de sensibilisation permet aux employés de bénéficier d'une expertise professionnelle et d'adopter le bon comportement en cas de problème.

**Les mots clés :**

La technologie -La sécurité -Risque- -Accident de travail-L 'intelligence artificiel

## Introduction générale

L'intégration de la technologie dans la prévention des accidents du travail représente une avancée majeure dans la gestion de la sécurité au sein des organisations. Les progrès technologiques permettent désormais d'identifier, d'évaluer et de minimiser plus efficacement les risques sur le lieu de travail, créant ainsi des environnements de travail plus sûrs et plus sains pour les employés. Ces technologies couvrent un large éventail de domaines, allant des systèmes de surveillance et de détection des risques aux systèmes avancés d'alerte et de formation. [1].

Par exemple, les capteurs de mouvement et les dispositifs de géolocalisation peuvent surveiller les activités des employés en temps réel, identifier les comportements à risque et émettre des alertes pour prévenir les accidents potentiels. En outre, la réalité virtuelle (RV) et la réalité augmentée (RA) sont de plus en plus utilisées pour créer des simulations d'environnements de travail dangereux. Ces technologies permettent aux employés de se former et de se familiariser avec les procédures de sécurité sans être exposés à des dangers réels. En outre, les outils d'analyse de données et d'intelligence artificielle (IA) aident les entreprises à détecter les tendances et les modèles dans les incidents passés, ce qui permet d'identifier les zones de risque et de mettre en place des mesures préventives spécifiques.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'efficacité de l'intégration des technologies de prévention des accidents dans différents secteurs industriels. Plus précisément, il s'agit de comprendre comment ces technologies sont appliquées dans des contextes spécifiques, tels que les industries du dessalement de l'eau de mer et de l'exploitation pétrolière, et d'analyser leur impact sur la réduction des accidents du travail. Pour ce faire, nous chercherons à identifier les technologies de prévention les plus efficaces dans ces industries, à étudier leur impact sur les taux d'accidents et la gravité des accidents, et à identifier les facteurs qui contribuent à leur succès ou à leur échec dans différents contextes industriels. [2]. [3].

- ✓ Les objectifs de cette étude sont les suivants
- ✓ Identifier et décrire les principales technologies de prévention des accidents utilisées dans les industries du dessalement de l'eau de mer et de l'exploitation pétrolière ;
- ✓ Analyser les statistiques d'accidents avant et après la mise en œuvre de ces technologies afin d'évaluer leur impact ;
- ✓ Recueillir les observations des travailleurs et observer les conditions réelles d'utilisation des technologies pour compléter l'analyse quantitative ;

- ✓ Comparer les taux d'accidents, la gravité des accidents et l'efficacité des technologies entre les deux secteurs industriels étudiés ;
- ✓ Identifier les facteurs qui contribuent à l'efficacité des technologies de prévention dans chaque secteur afin de proposer des recommandations pour l'amélioration continue de la sécurité sur le lieu de travail.

En résumé, cette étude vise à illustrer comment la technologie peut transformer la prévention des accidents sur le lieu de travail, en rendant les lieux de travail plus sûrs et en améliorant la qualité de vie des employés.

# **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail, à leur prévention et aux technologies applique**

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail, à leur prévention et aux technologies appliquées.**

### **Introduction :**

La sécurité au travail a toujours été une préoccupation majeure pour les entreprises, mais avec l'essor des technologies avancées, des solutions innovantes émergentes pour prévenir les accidents et protéger les employés. Le premier chapitre explore comment la technologie a révolutionné la sécurité au travail, en offrant des outils puissants tels que les systèmes de surveillance avancés, les dispositifs portables et l'intelligence artificielle. Ces innovations permettent une détection précoce des dangers, une amélioration des équipements de protection individuelle, et des méthodes de formation immersives comme la réalité virtuelle. En exploitant ces avancées, les organisations peuvent non seulement réduire les risques d'accidents, mais aussi créer des environnements de travail plus sûrs et plus productifs. Dans ce premier chapitre on va découvrir la combinaison de la technologie et de l'expertise en santé et sécurité, notamment grâce au Diplôme NEBOSH, offre une approche proactive pour renforcer la culture de prévention et de protection au sein des entreprises.

### **1. Introduction aux accidents du travail et à la prévention**

#### *1.1 Introduction aux accidents du travail*

Chaque année, plus de 300 000 personnes perdent la vie dans des accidents professionnels à travers le monde, et en Europe, ce chiffre atteint près de 5 000 décès annuels. Outre ces pertes humaines, de nombreuses personnes se retrouvent handicapées suite à ces incidents, et les conséquences économiques pour la société sont également lourdes. Malgré une réduction des risques au cours des 20 à 30 dernières années, le nombre d'accidents reste préoccupant et suscite l'attention des responsables politiques.

Un "accident au travail" se définit comme un événement causant des dommages physiques aux travailleurs, qu'ils soient mineurs, majeurs ou fatals. Les accidents sont des événements qui entraînent une exposition dangereuse, tandis que les blessures sont les dommages corporels résultants [1].

Les accidents simples, souvent considérés comme insignifiants ou courants, touchent généralement une seule personne. Bien qu'ils entraînent principalement des blessures mineures, ils peuvent parfois causer des blessures graves ou même mortelles. Ces accidents peuvent survenir dans toutes les professions, tous les secteurs et tous les pays [2].

# Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

Lors d'une conférence mondiale sur la prévention des accidents et des blessures à Stockholm, l'OMS a défini un accident comme un événement involontaire pouvant causer une blessure, et une blessure comme les conséquences sur la santé d'événements traumatisants, qu'ils soient intentionnels ou non [3].

Les accidents ne mènent pas toujours à des blessures et sont souvent des événements inhabituels et inattendus. Les accidents majeurs semblent plus complexes que les incidents simples car les organisations y consacrent plus de ressources, comme des comités d'enquête plus importants. La priorité des enquêtes devrait être basée sur les types d'accidents [4].

Dans le domaine de la santé et sécurité au travail (SST), un accident est un événement survenu pendant une activité professionnelle et causant une blessure physique ou mentale au travailleur. Les accidents mortels sont ceux qui entraînent le décès de la victime dans l'année qui suit l'accident, tandis que les accidents graves impliquent une absence du travail d'au moins quatre jours complets, causant des dommages considérables aux travailleurs et à leurs familles [5].

Un accident est un incident malheureux qui se produit de manière inattendue et involontaire, entraînant généralement des dommages ou des blessures [6].

En termes juridiques, le terme "accident" suggère que le préjudice n'était pas intentionnel et/ou que l'événement ne peut pas être qualifié autrement.

Ainsi, la prévention des accidents de travail est cruciale non seulement pour protéger la santé des employés, mais aussi pour réduire les coûts économiques et juridiques associés à ces incidents [7].

## ***1.2 Définition des accidents du travail et de leurs conséquences***

### *1.2.1 Définition des accidents du travail dans différents pays développés*

En France, un accident du travail survient lorsqu'un événement imprévu cause une blessure à des personnes pendant qu'elles travaillent ou dans le cadre de leurs tâches, quels que soient le lieu et le moment où elles le font. Les accidents peuvent avoir des répercussions importantes pour les personnes concernées, mais aussi pour la société, l'économie et le cadre juridique. Les accidents et les maladies liés au travail sont couverts par des assurances privées, ce qui signifie que les victimes peuvent recevoir une indemnisation pour atténuer les dommages physiques qu'elles ont subis et compenser la perte de salaire. Si les conditions

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

légales sont réunies, il est également possible d'assimiler les accidents de la route à des accidents du travail.

Il est extrêmement important d'analyser les accidents du travail afin d'en identifier les causes et de prendre des mesures préventives pour éviter qu'ils ne se reproduisent. Ces accidents peuvent entraîner des blessures physiques, des séquelles psychologiques et des problèmes de santé au travail. Les entreprises sont tenues d'engager des frais importants, notamment pour l'indemnisation des victimes et les subventions à la prévention. Les frais de justice peuvent également augmenter si les victimes ou leurs représentants demandent une indemnisation en vertu du droit civil [11].

En Angleterre, on considère qu'il y a un accident de travail lorsqu'une blessure ou une maladie se produit sur le lieu de travail ou pendant l'exécution d'une tâche professionnelle. Il est indispensable que les employeurs fassent part de ces accidents à l'autorité réglementaire compétente. Les employés sont immunisés contre les mesures disciplinaires dans le cas où ils dénoncent un accident ou refusent de travailler dans des conditions dangereuses. Les victimes ont la possibilité de recevoir une compensation qui prend en charge leurs pertes de revenu et leurs frais médicaux [12].

On peut décrire un accident de travail comme étant une situation où quelqu'un se blesse ou tombe malade à cause des conditions professionnelles dans lesquelles il évolue. La santé publique considère ces accidents comme un enjeu majeur, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

En Russie par exemple, une réforme du Code du travail a été effectuée en 2021 pour étendre la définition des risques professionnels et augmenter l'exigence faite aux employeurs de garantir la sécurité ainsi que la santé au travail. Les accidents du travail entraînent de multiples conséquences, incluant des impacts humains, sociaux, financiers et juridiques [13].

D'après la législation en Algérie, un accident de travail est défini comme étant tout événement imprévu entraînant des blessures pour les individus pendant leurs heures de travail, indépendamment du lieu ou du moment où il se produit. Lorsque toutes les conditions légales sont satisfaites, il est également possible de considérer les accidents survenus pendant les trajets comme des accidents professionnels. Il est essentiel pour les entreprises de considérer les coûts financiers liés aux accidents du travail, car elles sont également responsables des indemnités et doivent investir dans des mesures préventives [14].

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

En résumé, il est primordial de prendre une approche proactive et rigoureuse afin d'éviter et de gérer les différentes conséquences importantes des accidents survenant au travail.

### *1.2.2 Les conséquences des accidents de travail*

Les accidents au travail ont un impact dramatique sur la santé et le bien-être des employés, avec des conséquences telles que les maladies, les handicaps et, dans les cas extrêmes, le décès. Même si la plupart des accidents de travail entraînent généralement des blessures mineures, il est possible qu'ils puissent parfois provoquer des conséquences graves qui peuvent se traduire par l'apparition de problèmes de santé à long terme ou d'incapacités permanentes pour les travailleurs.

Les accidents professionnels engendrent à la fois des coûts directs et indirects. Les coûts directs englobent les frais médicaux, la rééducation et les pertes financières découlant de l'incapacité à travailler et à générer un revenu. Les coûts indirects, dont il est plus difficile de faire une estimation précise, incluent la difficulté accrue à trouver un emploi en raison de l'incapacité à occuper des postes exigeants ou nécessitant de longues heures. En outre, il est important de noter que les accidents peuvent avoir des conséquences sur le long terme pour les travailleurs. Cela peut se traduire par une diminution des opportunités de réintégration sur le marché du travail, un ralentissement dans l'évolution professionnelle et une capacité à gagner un salaire réduit [15].

Dans les sociétés modernes, l'impact des accidents du travail sur la santé publique et l'économie est considéré comme un problème majeur. Les répercussions ne se limitent pas aux travailleurs blessés, mais concernent également leurs familles, leurs employeurs et la société dans son ensemble. Une mauvaise santé a un impact négatif sur la capacité à travailler, génère des coûts liés aux congés de maladie, aux soins médicaux et à la réadaptation, et entraîne des problèmes familiaux et professionnels qui, à leur tour, affectent l'efficacité et la productivité.

Les accidents qui se produisent pendant le temps de travail, y compris ceux survenus lors des déplacements professionnels, sont considérés comme des accidents professionnels. Le non-respect des normes de sécurité physique sur le lieu de travail peut avoir pour conséquence des accidents pouvant causer des blessures légères ou graves, l'apparition de maladies professionnelles, l'expérience de douleurs physiques et dans certains cas extrêmes, entraîner la perte d'une vie [16].

### ***1.3 Introduction à la prévention des accidents du travail***

Notre but dans le domaine industriel consiste à éradiquer, anticiper et éviter les risques, menaces et déperditions. De nos jours, les industries modernes créent de nombreuses situations auxquelles les instincts primitifs de l'homme ne peuvent faire face. Étant donné la complexité du contexte industriel, il est primordial de souligner l'importance capitale accordée à la sécurité. Ceci s'explique également par la volonté économique déterminante visant à assurer des conditions de travail sécurisées. Les risques industriels peuvent être causés par des erreurs humaines, des problèmes physiques ou mécaniques. Souvent, les modifications techniques ont le pouvoir d'éviter les conséquences les plus redoutables des erreurs humaines. Cependant, il est essentiel de procéder à une vérification méticuleuse de ces changements afin de garantir qu'ils ne génèrent aucun nouveau risque imprévu [8].

Le concept de prévention en matière de santé a une histoire qui remonte à l'Antiquité tout en restant pertinent dans le monde moderne. Depuis un certain temps, les gens font des efforts pour se protéger et agissent en amont afin d'éviter les maladies. Au fur et à mesure du temps, cette idée s'est transformée en passant de la "protection" à l'"intervention proactive". Il y a eu également un développement de la prévention dans des contextes plus étendus. Un exemple pourrait être dans le domaine de la santé mentale, où il y a eu un changement d'approche préventive visant à empêcher certains troubles vers une approche axée sur la promotion de la santé au niveau communautaire ou social [9].

Il existe également de nombreuses références spécialisées qui définissent clairement le concept de prévention. La notion centrale est que s'opposer ou intercepter une cause permet de prévenir ou atténuer ses conséquences. Des dictionnaires offrent aussi différentes définitions de la prévention, qui incluent "l'action de se prémunir contre quelque chose" ou encore "la pratique d'empêcher un événement indésirable".

En conclusion, il est important de souligner que la prévention dans les secteurs industriel et de la santé a connu une évolution significative. Des approches plus proactives et complètes ont été adoptées afin d'assurer la sécurité et le bien-être des travailleurs [9].

### ***1.4 Contexte et importance de la prévention des accidents de travail***

Depuis l'introduction des réglementations par l'OSHA, certaines entreprises ont mieux réussi que d'autres à prévenir les accidents au travail. Pour ces entreprises, la sécurité et la santé des employés sont devenues aussi cruciales que la production elle-même. Elles ont mis en place des programmes et des techniques de prévention et ont trouvé des moyens efficaces

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

de motiver leurs équipes à adopter des comportements sécuritaires. Souvent, elles ont développé des méthodes adaptées à leur secteur spécifique, comme le programme SAFE de Dupont. Ces succès démontrent comment la sécurité peut être intégrée dans la culture et la philosophie d'une entreprise.

Chaque secteur d'activité a ses particularités, et les méthodes efficaces dans une entreprise ne peuvent pas toujours être directement transposées à une autre sans modifications. Parfois, les entreprises utilisent ces différences comme excuse pour ne pas agir, affirmant que "Notre secteur est unique" ou que "Cela ne fonctionnera pas ici". Cependant, ces excuses reflètent souvent un manque de volonté de donner la priorité à la sécurité. Les principes de prévention des accidents peuvent être appliqués dans n'importe quel contexte industriel, si l'entreprise est véritablement engagée à intégrer la sécurité dans ses activités.

Les avantages de prévenir les accidents au travail sont nombreux :

- ✓ Réduction des primes d'assurance industrielle.
- ✓ Baisse des coûts indirects liés aux accidents.
- ✓ Moins d'inspections et de sanctions.
- ✓ Éviter la mauvaise publicité liée aux accidents graves ou aux décès.
- ✓ Réduction des conflits et des litiges.
- ✓ Moins de retenues sur les salaires pour l'assurance industrielle.
- ✓ Réduction de la douleur et de la souffrance des employés blessés.
- ✓ Moins de cas d'invalidité de longue durée ou permanente.
- ✓ Plus de chances de bénéficier de remboursements de tarification rétrospective.
- ✓ Meilleure acceptation des offres d'emploi et plus d'opportunités de recrutement.
- ✓ Amélioration du moral et de la fidélité des employés.
- ✓ Augmentation de la productivité.
- ✓ Plus grande fierté des employés envers leur entreprise.

En somme, intégrer la prévention des accidents dans les opérations quotidiennes d'une entreprise offre des avantages significatifs, tant sur le plan humain qu'économique [10].

### ***1.5 Evolution historique des approches de prévention des accidents de travail***

Au cours du siècle dernier, l'attention portée à la sécurité au travail a sauvé des milliers de vies. Au début des années 1900, les décès et les blessures graves au travail étaient monnaie courante. Par exemple, dans le comté d'Allegheny en Pennsylvanie, plus de 500 travailleurs

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

mouraient chaque année et 1 500 autres étaient grièvement blessés. À cette époque, entre 18000 et 23000 travailleurs mouraient chaque année à cause d'accidents de travail.

Avec le temps, les efforts pour améliorer la sécurité au travail ont porté leurs fruits. Entre 1933 et 1997, le taux de décès liés au travail a diminué de 90 %, passant de 37 à 4 pour 100 000 ouvriers, malgré une augmentation significative de la population active.

Pourtant, la sécurité au travail reste un enjeu majeur. En 2012, environ 4,93 millions d'accidents de travail nécessitant une assistance médicale ont été enregistrés, avec un coût estimé à plus de 198 milliards de dollars [17].

Au cours du siècle dernier, de nombreuses recherches ont été menées pour comprendre les causes des accidents et développer des stratégies de prévention. Des théories comme la théorie de transfert d'énergie et des modèles tels que le modèle tripod beta ont été élaborés pour prévenir la libération et le transfert d'énergie, cause principale des accidents [18].

En Espagne, entre 1889 et 1893, la Commission de réforme sociale a publié une vaste étude sur les conditions de travail, ce qui a contribué à l'intervention publique en matière de sécurité au travail. À la fin du XIXe siècle et au début du XXe siècle, des normes de sécurité légales ont été établies et des inspections d'usine ont été menées pour assurer leur respect. Les systèmes de compensation des travailleurs ont également été développés pour indemniser les travailleurs blessés et décédés, tout en incitant les employeurs à investir dans la sécurité [19].

Ces systèmes de compensation ont non seulement aidé les travailleurs blessés et leurs familles, mais ont également motivé les employeurs à améliorer les conditions de sécurité pour éviter des coûts supplémentaires. Aux États-Unis, ces lois de compensation ont souvent incité les employeurs à adopter une approche plus proactive et complète de la sécurité, contribuant ainsi à la réduction des accidents de travail depuis 1910 [20].

### ***1.6 Enjeux et défis actuels dans la prévention des accidents du travail***

Aujourd'hui, la prévention des accidents du travail est confrontée à un certain nombre de questions et de défis tels que les progrès technologiques, l'accès à l'information, la planification et la gestion des équipes et les changements dans l'organisation du travail.

Le progrès technologique : Les innovations telles que la numérisation, l'intelligence artificielle, la nanotechnologie et la robotique ont des effets à la fois bénéfiques et problématiques sur la sécurité au travail. Si elles peuvent réduire les risques en automatisant les tâches dangereuses et en facilitant la collaboration à distance, elles soulèvent également des questions sur la sécurité de l'emploi et la protection des données personnelles.

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

Accès à l'information : La saisie manuelle des données peut être inefficace et sujette aux erreurs, ce qui complique l'accès des techniciens aux informations essentielles.

Planification et gestion : Une planification efficace est nécessaire pour affecter les bonnes personnes aux bons postes et répondre aux urgences, mais elle peut être compliquée par la variété des tâches et l'urgence de la situation. La gestion d'équipe, en particulier dans les zones reculées où la connectivité internet est limitée, est essentielle pour garantir la sécurité des travailleurs. Les appareils mobiles peuvent aider à surveiller la santé et la sécurité des employés en temps réel.

Changements dans l'organisation du travail : L'augmentation des heures de travail et les horaires non standardisés brouillent les frontières entre le travail et la vie privée, créant un stress psychologique supplémentaire pour les travailleurs [21], [22].

Exemples concrets :

Surveillance dans les installations offshore norvégiennes : la transition vers des opérations intégrées permet une surveillance accrue des travailleurs en mer, ce qui améliore la sécurité grâce à une supervision en temps réel. Toutefois, cette surveillance constante peut également provoquer un malaise et une aliénation chez les employés, qui se sentent constamment évalués.

Barrières linguistiques et accidents du travail : Dans une usine chimique norvégienne, une mauvaise communication a conduit un soudeur finlandais à mal comprendre une tâche, ce qui a entraîné un grave accident. Ce cas souligne l'importance cruciale d'une communication claire et d'un équipement de protection adéquat [23].

## **2. Technologies appliquées à la prévention des accidents du travail**

### ***2.1 L'impact de la technologie***

La technologie a fondamentalement changé le mode de fonctionnement des organisations, contribuant souvent de manière significative à un changement de la culture de la sécurité. Qu'il s'agisse de dispositifs GPS, de systèmes d'affichage de pointe ou de dispositifs plus conviviaux tels que les "wearables", tout promet de protéger les employés contre une série de menaces potentielles et de prévenir une variété d'accidents et de blessures. Cette section examine comment la technologie a radicalement façonné la sécurité au travail et comment les entreprises peuvent capitaliser sur ces développements pour créer des environnements de travail plus sûrs.

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

Les experts qui terminent avec succès le diplôme NEBOSH en santé et sécurité au travail sont en mesure de développer une solide expertise dans la gestion efficace de l'intégration de la technologie dans les systèmes de sécurité. L'objectif de ce programme complet est de favoriser une connaissance approfondie des principes de santé et de sécurité, ainsi que la capacité à évaluer les risques tout en respectant les réglementations en vigueur.

Les experts sont capables d'identifier et de mettre en œuvre des solutions de sécurité basées sur la technologie. En utilisant les technologies avancées et en exploitant les connaissances acquises grâce au Diplôme NEBOSH, il est possible pour les organisations d'améliorer leurs mesures de sécurité afin de détecter rapidement tout risque potentiel et prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter un éventuel accident. Cela conduit à des lieux de travail qui sont plus sécurisés, plus efficaces et plus productifs [24].

### *2.1.1 Détection et surveillance améliorées des dangers*

Les progrès technologiques nous permettent aujourd'hui de concevoir des systèmes complexes capables de détecter et de surveiller les risques avec précision. Ces dispositifs sont capables de détecter rapidement les risques potentiels présents sur le lieu de travail. Les organisations peuvent garantir la sécurité des travailleurs en anticipant les problèmes environnementaux grâce à l'utilisation de capteurs avancés et en agissant de manière préventive.

Ces progrès permettent désormais de créer des environnements de travail plus sûrs et de prévenir efficacement les accidents en détectant les émissions de gaz toxiques, les changements de température et d'autres dangers potentiels

### *2.1.2 Amélioration de l'équipement de protection individuelle (EPI)*

La technologie a joué un rôle déterminant dans l'amélioration des équipements de protection individuelle (EPI). Aujourd'hui, les EPI tels que les casques, les lunettes et les gants intelligents peuvent surveiller la fatigue, le niveau de stress et d'autres signes vitaux des employés. En outre, les employeurs peuvent mieux traiter les questions de sécurité sur la base des données en temps réel dont ils disposent, de sorte que tout accident ou blessure potentiel soit évité ou résolu rapidement. Les améliorations en matière d'ergonomie et le dynamisme constant des médecins et des infirmières se traduisent par des avantages pour les employés.

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

### *2.1.3 Méthodes de formation avancées*

La réalité virtuelle (RV) et la réalité augmentée (RA) ont révolutionné la façon dont la formation à la sécurité au travail est dispensée, offrant aux employés l'opportunité de s'immerger dans des simulations réalistes de situations dangereuses sans aucun danger réel. Cette méthode immersive permet aux travailleurs de saisir plus facilement les risques potentiels et les mesures de sécurité à adopter pour les prévenir.

### *2.1.4 Surveillance et communication à distance*

La technologie permet désormais aux employeurs de surveiller la sécurité des travailleurs à distance, même dans des environnements dangereux ou difficiles d'accès. Par exemple, les drones peuvent inspecter des zones inaccessibles ou risquées pour les employés. De plus, des outils comme le suivi GPS et les radios bidirectionnelles facilitent la communication et la surveillance en temps réel, garantissant ainsi la sécurité des travailleurs dans des lieux isolés.

### *2.1.5 Automatisation et robotique*

L'automatisation et la robotique ont transformé la sécurité sur le lieu de travail en réduisant la nécessité pour les humains d'effectuer des tâches dangereuses. Par exemple, les robots peuvent travailler à côté de matières dangereuses et dans des conditions de température extrêmes, ainsi que toute autre tâche répétitive susceptible d'entraîner des accidents et des blessures pour les travailleurs. [25].

## ***2.2 L'impact de la technologie sur la sécurité au travail***

La technologie a radicalement changé l'équilibre de la sécurité des travailleurs. De nouveaux outils et de nouvelles technologies ont été conçus pour protéger les travailleurs et réduire le nombre d'accidents et de blessures. Il s'agit notamment de la reconnaissance des dangers, des EPI intelligents, des nouvelles méthodes de formation, de la surveillance à distance et de l'automatisation.

L'intégration de capteurs et de dispositifs portables permet de reconnaître instantanément les dangers et de s'assurer que les EPI sont utilisés correctement. Les simulations en réalité virtuelle permettent aux employés de mieux apprendre et d'être mieux préparés aux menaces potentielles.

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

La surveillance à distance assure une supervision constante et une réponse rapide aux urgences, tandis que l'automatisation élimine les tâches à haut risque pour les employés. Au fur et à mesure que la technologie progresse, son rôle dans la sécurité au travail deviendra plus important, favorisant une culture de la prévention et de la protection et garantissant la sécurité des travailleurs [26].

### *2.2.1 Technologie de détection des risques et système de surveillance en temps réel*

Les nouvelles technologies offrent des solutions qui minimisent également le taux d'accidents sur le lieu de travail. Ces solutions sont des outils rendus possibles par l'ouverture technologique et la création de nouveaux types de relations de service. Parmi ces technologies, des outils tels que les appareils portables, les drones, la robotique, les applications liées à la sécurité, la réalité virtuelle, le traitement de la vision et l'intelligence artificielle jouent un rôle clé dans l'identification des dangers sur le lieu de travail, protégeant ainsi le travailleur et réduisant le nombre d'accidents sur le lieu de travail. Cela permet d'identifier les dangers en temps réel et de surveiller la sécurité des travailleurs en temps réel. L'utilisation de drones et de robots pour des tâches dangereuses pour le travailleur offre une alternative dans les environnements dangereux. Les technologies de vision par ordinateur et d'intelligence artificielle sont quant à elles dédiées à l'automatisation de la détection des dangers afin d'envoyer des alertes en temps réel, ce qui permet de prédire les accidents du travail et d'assurer l'environnement de travail [28].

Les applications de sécurité mettent l'accent sur une évolution qui place l'employé au centre de l'évaluation et du contrôle des risques, en encourageant l'adoption de normes et de pratiques de sécurité. L'intégration de ces technologies émergentes permet une détection précoce, comme point de départ d'une intervention, ce qui permet de prendre des mesures préventives en temps réel et, en fin de compte, de garantir la prévention des accidents du travail et la sécurité [29].

Ces innovations offrent des solutions efficaces pour protéger les employés, réduire le risque d'accident et améliorer la sécurité au travail dans diverses industries, promouvant ainsi une culture de la prévention et de la protection.

### 3. Utilisation de l'intelligence artificielle pour analyser les données liées aux accidents du travail

L'intelligence artificielle (IA) joue un rôle crucial dans l'identification des accidents du travail et la mise en œuvre de stratégies de prévention. En analysant les données, la technologie peut prédire les incidents et éliminer les risques. Grâce à l'IA, les organisations peuvent également identifier de manière proactive les risques potentiels, prédire les incidents et mettre en place des mesures préventives efficaces pour assurer la sécurité des employés.

Mais là encore, la capacité de l'IA à traiter des quantités massives de données, y compris des rapports d'inspection de sécurité, des journaux d'incidents et des données de capteurs en temps réel, est bien plus efficace que celle des humains. Par conséquent, l'IA peut également identifier des modèles et des tendances complexes, ce qui permet de détecter des risques potentiels pour la sécurité. En trouvant ces modèles, les entreprises peuvent anticiper les risques et prendre des mesures préventives pour éviter les accidents.

#### *3.1 Analyse Prédictive*

Les systèmes d'IA utilisent des algorithmes d'apprentissage pour prédire les incidents futurs sur la base de données historiques. En outre, grâce à la surveillance des schémas et des anomalies, l'IA peut prédire les risques programmés et les conditions de travail dangereuses, ce qui permet de prévenir les accidents avant qu'ils ne se produisent [26].

##### *3.1.1 Surveillance en temps réel*

Les systèmes alimentés par l'IA permettent une surveillance continue en temps réel des conditions de travail et des activités des employés. L'analyse par l'IA des données provenant des dispositifs IoT, des appareils portables et des capteurs permet de détecter les violations de la sécurité, les comportements et les pratiques dangereux, ce qui permet de prendre des mesures immédiates pour prévenir les accidents.

##### *3.1.2 Recommandations en matière d'optimisation de la sécurité*

L'IA révèle des informations utiles sur les risques en identifiant efficacement les comportements problématiques en matière de sécurité et en recommandant des corrections pertinentes basées sur l'analyse des données. En suivant les incidents dangereux et en mettant en évidence les relations de cause à effet, les entreprises peuvent traiter les problèmes de

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

sécurité de manière préventive, dès les premiers stades, et minimiser les situations dangereuses ou les événements indésirables.

### *3.1.3 Formation en Réalité Virtuelle*

Les technologies de l'intelligence artificielle (IA) sont utilisées pour améliorer la formation à la sécurité à l'aide de simulations de réalité virtuelle. En plongeant les employés dans des scénarios immersifs, la formation à la RV alimentée par l'IA leur permet de se projeter sur des dangers potentiels, d'accroître leur sens du danger et de maîtriser l'identification et le contrôle des risques dans leur travail [27].

## **4. Comment exploiter l'intelligence artificielle pour améliorer la formation en réalité virtuelle :**

De nos jours, la protection de la sécurité des employés est une question cruciale pour tous les types d'entreprises. Les accidents du travail, les blessures des employés, les intoxications chimiques et les incendies ont un impact très négatif sur une organisation et sur sa perception dans l'opinion publique. Les organisations se tournent de plus en plus vers les technologies de détection et d'alarme pour lutter contre les risques sur le lieu de travail. L'intelligence artificielle associée à la réalité augmentée devient une technologie de plus en plus populaire. Elle permet aux systèmes de traitement des informations visuelles d'être plus rapides et plus précis que les humains. Si la vision par ordinateur est un sujet largement traité dans de nombreux secteurs, nous allons nous pencher sur le thème abordé par les industriels, en mettant en avant des exemples de réalisations et d'applications concrètes qui contribuent à améliorer la sécurité de leurs employés.

## **5. Les applications de l'IA en réalité virtuelle pour la sécurité comprennent**

Les applications de l'IA RV dans le domaine de la sécurité sont nombreuses et variées. Voici quelques exemples clés :

### ➤ *Surveillance des conditions dangereuses*

L'IA peut détecter les premiers signes de conditions dangereuses telles que les températures extrêmes, les fuites de gaz, l'exposition aux produits chimiques, les incendies et la fumée. En identifiant ces risques à un stade précoce, il est possible d'éviter des incidents environnementaux catastrophiques qui se produisent tous les deux jours aux États-Unis et coûtent 477 millions de dollars par an.

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

### ➤ *Détection des interventions d'urgence*

Les incidents au cours desquels des travailleurs entrent en collision avec des objets en mouvement ou s'enchevêtrent dans des machines peuvent être détectés rapidement grâce à l'IA. En délimitant les zones interdites et en envoyant des alertes aux superviseurs lorsque des personnes pénètrent dans ces zones, il est possible de donner l'alerte rapidement et d'éviter les accidents.

### ➤ *Identifier les comportements ou pratiques à risque*

L'IA peut détecter les comportements à risque tels que les glissades et les chutes, la présence d'armes à feu et les mauvaises pratiques ergonomiques. Grâce à des modèles de vision par ordinateur installés sur des caméras et d'autres appareils, ces comportements peuvent être rapidement détectés et corrigés.

### ➤ *Détecter les infractions en matière d'équipement de protection individuelle (EPI)*

L'IA peut vérifier automatiquement si les employés portent les équipements de protection nécessaires, tels que les casques, les gants, les lunettes, les gilets de sécurité et les ceintures. Cela permet de garantir le respect des normes de sécurité et de minimiser le risque de blessure.

### ➤ *Maintenance prédictive et inspection automatisée*

Les signes d'usure, de détérioration ou de mauvaise manipulation des équipements, ainsi que les risques électriques tels que les fils dénudés ou les circuits surchargés, peuvent être surveillés automatiquement. Des caméras fixes ou des drones dotés d'une technologie de détection des défauts peuvent identifier ces problèmes dans les industries à forte intensité d'actifs.

### ➤ *L'importance de la détection précoce des risques*

La détection et la résolution précoces des risques sont essentielles pour prévenir les accidents et maintenir un environnement de travail sûr. La détection précoce permet d'intervenir rapidement et de corriger les conditions ou pratiques dangereuses avant qu'elles ne se transforment en incidents graves. Par exemple, si un employé sur une plate-forme surélevée ne porte pas sa ceinture de sécurité, les modèles de vision par ordinateur peuvent envoyer une alerte à l'employé et à son superviseur pour qu'ils corrigent le problème avant qu'une chute grave ne se produise.

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

### ➤ *Les méthodes traditionnelles de détection des risques et leurs limites :*

Les méthodes traditionnelles de détection des risques reposent souvent sur des inspections manuelles, des audits de sécurité et des rapports d'employés. Bien que ces méthodes soient parfois efficaces, elles présentent plusieurs limites :

- Sont soumises à une surveillance humaine : Les inspections et les audits peuvent passer à côté de problèmes critiques, surtout s'ils sont effectués par des personnes inexpérimentées ou fatiguées ;
- Demandent beaucoup de travail : Les évaluations manuelles de la sécurité demandent beaucoup de travail, ce qui laisse moins de temps pour des tâches plus productives ;
- Réactive plutôt que proactive : Les dangers ne sont souvent détectés qu'après avoir causé des dommages ou des blessures, ce qui rend la prévention des accidents difficile.
- La technologie de vision par ordinateur, en revanche, permet une détection et des alertes en temps réel, ce qui permet de prendre des mesures correctives immédiates.

Cette approche proactive réduit considérablement le risque d'accidents et de blessures sur le lieu de travail. Par exemple, la vision par ordinateur peut détecter qu'un employé ne porte pas l'équipement de protection individuelle approprié, tel qu'un casque ou des lunettes de sécurité, et lui envoyer une alerte pour qu'il les mette avant le début du travail. Cela permet d'éviter les blessures et de s'assurer que les protocoles de sécurité sont respectés [32].

## **6. Dispositifs de sécurité intégrés aux équipements et machines**

### ***6.1 Engagement des opérateurs de machines et des mécaniciens***

Impliquer systématiquement tous les opérateurs de production et les mécaniciens dans les discussions sur la sécurité des équipements et des processus. Il s'agit là d'une autre clé pour bien comprendre ce qui détermine les tragédies et les pratiques sûres en matière de machines, y compris les conditions de fonctionnement, l'entretien normal et les enquêtes. Il est important de prendre systématiquement le temps de se familiariser avec les habitudes des opérateurs de production ainsi qu'avec leurs préoccupations, les questions à poser comme dans toute entreprise de production industrielle. En effet, ce sont souvent eux qui sont en mesure de repérer les dangers potentiels, qu'il s'agisse de ceux qui risquent d'être ignorés par d'autres ou de ceux qui sont simplement négligés. L'implication des opérateurs dans l'analyse

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

des risques, dès la phase de conception de la machine, implique de prendre en compte les problèmes identifiés par les opérateurs et de les traduire en besoins opérationnels., Par exemple, le démarrage/arrêt, les réglages et le déblocage, dans des conditions de travail correspondant à leur fonction. Les mécaniciens, pour leur part, jouent un rôle clé dans la sécurisation des équipements, en aidant à résoudre les problèmes de verrouillage/étiquetage, de maintenance et d'arrêt d'urgence, et en recommandant de bonnes pratiques de travail. Le retour d'information des opérateurs sur la qualité de l'utilisation des dispositifs de sécurité, résultant de discussions avec eux, est essentiel pour évaluer l'adéquation des dispositifs de protection.

Au cours de ces discussions, l'accent doit être mis sur le signalement - par le biais d'un système formalisé - des incidents, ce qui signifie que les opérateurs de production et les mécaniciens signalent sans délai et en toute transparence tout problème de sécurité ou tout risque d'incident. En maintenant un dialogue ouvert avec les opérateurs de production et les mécaniciens, les responsables de la sécurité des machines peuvent tirer parti du retour d'information en provenance du terrain, répondre aux exigences spécifiques en matière de maintenance et de sécurité, et élaborer des protocoles de sécurité adaptés de manière optimale à ces besoins.

### *6.1.1 Révision périodique des évaluations des risques*

Bien qu'une évaluation complète des risques liés à la sécurité des machines ait déjà été effectuée, il est essentiel de procéder à des révisions périodiques. L'impact de ces révisions périodiques est essentiel pour garantir une base solide de sécurité et d'opérabilité des équipements, permettant aux parties prenantes de la sécurité des machines et de la maintenance d'identifier de nouveaux dangers, d'évaluer les risques et de cibler des mesures de contrôle optimisées et efficaces. Grâce à ces évaluations régulières, ce sont les opérateurs et l'équipe de maintenance, avec leurs propres pratiques et leur expertise, qui contribueront à la sécurité et à l'exploitabilité des machines.

### *6.1.2 Formation et sensibilisation complètes*

Pour garantir la sécurité et le bon fonctionnement des machines, il est important de tenir des registres précis des travaux effectués et d'utiliser des systèmes de notification appropriés. Les inspections, l'entretien, les réparations et les accidents doivent être enregistrés. Ces informations constituent une base de données qui peut être utilisée pour identifier les défaillances récurrentes, suivre l'historique de la maintenance et fournir la

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

preuve que les machines sont conformes aux règles de sécurité. En outre, pour garantir une gestion efficace des risques, il est important que les acteurs concernés respectent les normes et réglementations applicables en matière de sécurité des machines

### *. 6.1.3 Documentation et rapports*

La planification des opérations de maintenance et l'entretien courant doivent être complétés par une surveillance continue par le bureau d'études et la maintenance conditionnelle. Outre le strict respect des règles de Gestion du changement (MOC) et d'intégrité mécanique (IM), cette approche s'appuie sur l'utilisation de capteurs, d'objets connectés et de traitements algorithmiques des données pour suivre en temps réel le fonctionnement des équipements de production et les maintenir en condition opérationnelle. Cette surveillance permet de détecter au plus tôt les anomalies, d'éviter qu'elles ne deviennent des risques majeurs pour la sécurité et d'anticiper les défaillances

### *6.1.4 Examen régulier et amélioration*

L'amélioration continue et la révision permanente des stratégies de sécurité et de maintenance des machines sont d'une importance capitale pour les acteurs de l'industrie. Ils sont tenus de remettre en question et d'améliorer continuellement leurs pratiques. Les responsables de ces domaines doivent être en mesure de vérifier par l'évaluation, de tirer des conclusions des incidents qui se sont produits ou qui ont été évités sans succès, et de prendre en compte le retour d'information des opérateurs et des équipes de maintenance. En développant une culture de l'engagement et du progrès, ils pourront s'assurer que leurs pratiques en matière de sécurité et de maintenance des machines sont maintenues, et donc conformes aux exigences réglementaires, aux normes de l'industrie et alignées sur les réalités opérationnelles. [28].

## **7. Systèmes d'alerte et d'automatisation pour la réduction des risques**

Les alarmes et l'automatisation se sont avérées essentielles pour minimiser les risques dans un certain nombre de secteurs d'activité. Leur rôle principal est de surveiller divers éléments tels que les processus, les personnes et les menaces, ce qui leur permet de fournir des notifications en temps réel sur les dangers potentiels.

Les avancées significatives des systèmes modernes de gestion des alertes ont permis de surmonter les limites des anciens modèles basés sur des règles, en garantissant que les alertes légitimes sont caractérisées avec précision. Ces systèmes modernes évaluent le niveau

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

de risque associé à chaque transaction, profil ou entité cible, en utilisant l'analyse des données en temps réel pour attribuer des scores de risque appropriés.

Ces technologies permettent aux organisations de rester en conformité avec les réglementations et les politiques importantes, tout en prévenant et en combattant les cyber-attaques. L'automatisation garantit une surveillance continue des paramètres de risque définis, en émettant des alertes immédiates dès qu'un problème potentiel est détecté.

Les données et l'évaluation des risques en temps réel facilitent une réponse plus rapide et plus précise, avec une approche proactive de la gestion des menaces potentielles. En fin de compte, l'objectif de l'automatisation de la gestion des risques est de rationaliser les processus, d'éliminer les erreurs humaines et d'accroître la cohérence et la précision des évaluations des risques et de la prise de décision, ce qui, à son tour, améliore la gestion de la conformité. Les systèmes d'alerte précoce jouent également un rôle clé dans l'atténuation des risques de catastrophes, en donnant le temps d'agir. Toutefois, il est essentiel que le SAP soit suivi de mesures correctives appropriées afin de minimiser l'impact, réduisant ainsi les risques et les vulnérabilités. Un SAP efficace est centré sur l'utilisateur, complet, multirisque, et garantit que l'alerte est reçue, comprise et utilisée par les personnes et les secteurs à risque [35].

Que ce soit dans le secteur médical, nucléaire ou aéronautique, l'installation de systèmes d'alarme et d'automatisation minimise les risques. Ces systèmes améliorent la notification des travailleurs en cas d'urgence, renforcent les protocoles de sécurité stricts et augmentent la sécurité sur le lieu de travail. Les systèmes d'alarme et d'automatisation sont essentiels pour réduire les risques, améliorer la sécurité des travailleurs et fournir des informations pertinentes en cas d'urgence. Avec l'essor de l'intelligence artificielle et de la robotique, l'automatisation est également utilisée pour améliorer la sécurité des opérateurs de diverses manières. Cette approche proactive et multidisciplinaire des systèmes d'alarme et d'automatisation illustre l'importance croissante de ces deux technologies dans la sécurité industrielle moderne, en soutenant la gestion rationnelle des risques et en répondant aux menaces émergentes [36].

### ***7.1 Les Avantages de l'Utilisation des Systèmes de Gestion des Alertes pour détection des Risques***

Les systèmes de gestion des alertes offrent plusieurs avantages clés pour atténuer les risques :

## Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées

---

### ➤ Précision accrue :

Les systèmes modernes de gestion des alertes offrent une précision quasi parfaite en filtrant les alertes légitimes, en réduisant les faux positifs et en garantissant que les alertes critiques sont effectivement classées par ordre de priorité.

### ➤ Efficacité accrue :

Ces systèmes automatisent le processus de génération, de filtrage et de hiérarchisation des alertes, ce qui permet aux équipes informatiques de faire face aux situations critiques de manière rapide et efficace. Cette automatisation rationalise la réponse et la coordination des incidents, ce qui permet une résolution plus rapide.

### ➤ Prendre des décisions plus intelligentes :

En adoptant des systèmes de gestion des alertes basés sur des technologies modernes telles que l'IA et l'apprentissage automatique, les organisations peuvent s'adapter de manière proactive aux nouvelles menaces. Ces systèmes d'auto-apprentissage sont très précis et peuvent rapidement identifier les risques émergents, ce qui facilite une prise de décision plus éclairée et une gestion des risques plus efficace. [37].

### ➤ Minimiser la fatigue des alertes :

Les anciens systèmes d'alerte basés sur des règles peuvent provoquer une lassitude due à une surcharge d'alertes, dont beaucoup s'avèrent être des faux positifs. Les systèmes modernes de gestion des alertes réduisent considérablement ces faux positifs, ce qui permet aux équipes informatiques de se concentrer sur les alertes critiques et d'éviter des pertes financières et de réputation inutile.

### ➤ Surveillance en temps réel :

Les systèmes de gestion des alertes assurent une surveillance continue et en temps réel des menaces, des individus, des processus et d'autres entités critiques. Cette capacité garantit que les alertes sont générées et prises en compte rapidement, améliorant ainsi les efforts globaux de réduction des risques.

### ➤ Conformité et alignement réglementaire :

Ces systèmes aident les organisations à rester en conformité avec les politiques et les réglementations en vigueur en exploitant les données pour prévenir et combattre efficacement les cyber-attaques. En corrélant les menaces et en vérifiant les risques par rapport aux listes de surveillance mondiales et en garantissant la conformité réglementaire, les systèmes de gestion des alertes facilitent une gestion plus structurée de la conformité [35].

## **Chapitre I : Introduction aux accidents du travail à leur prévention aux technologies appliquées**

---

Ces avantages combinés permettent aux entreprises de renforcer leur posture de sécurité, d'améliorer leur capacité à anticiper et à répondre aux menaces, tout en maintenant une conformité rigoureuse avec les normes réglementaires en constante évolution.

### **Conclusion**

Enfin, le chapitre 1 a mis en évidence l'impact transformateur de la technologie sur la prévention des accidents du travail. Des systèmes de surveillance avancés aux équipements de protection individuelle (EPI) intelligents, la technologie offre des solutions innovantes pour renforcer la sécurité des employés et minimiser le risque d'accident. Grâce à des outils tels que les capteurs, les drones, la réalité virtuelle et l'intelligence artificielle, les entreprises peuvent détecter les dangers en temps réel, optimiser les pratiques de sécurité et proposer des formations immersives. L'intégration de ces technologies, associée à une expertise en gestion de la sécurité telle que celle offerte par le diplôme NEBOSH, permet aux organisations de créer des environnements de travail plus sûrs, plus efficaces et plus productifs. L'adoption de ces avancées technologiques est essentielle au développement d'une culture proactive de prévention et de protection, garantissant ainsi la sécurité des travailleurs.

# Chapitre II : Description du site d'étude

## Chapitre II : Description du site d'étude

### Introduction

Le dessalement de l'eau de mer est d'une importance primordiale dans la gestion des ressources hydriques, surtout dans les zones arides ou celles où il y a une limite à l'accès à l'eau douce. Il est vrai que les océans représentent environ 70% de la surface de la Terre. Toutefois, l'eau salée des océans ne peut être utilisée à des fins de consommation ou d'irrigation sans subir un traitement préalable. Afin de rendre l'eau de mer consommable ou appropriée pour une utilisation agricole et industrielle, il est indispensable d'éliminer le sel ainsi que les autres impuretés qui s'y trouvent au moyen d'un procédé connu sous le nom de dessalement.

On peut trouver principalement trois méthodes de dessalement, qui sont l'osmose inverse, la distillation par évaporation et la distillation à plusieurs effets. Bien que la distillation soit également efficace dans certaines situations, l'osmose inverse est couramment utilisée en raison de sa consommation plus faible d'énergie. Le dessalement de l'eau de mer présente plusieurs atouts, en particulier en répondant au besoin croissant d'une source supplémentaire d'eau potable dans les zones souffrant de la rareté des ressources hydriques. Cependant, l'utilisation excessive d'énergie et de ressources ainsi que les préoccupations environnementales relatives à la gestion des déchets salins et à son impact sur les écosystèmes marins peuvent être une conséquence néfaste de cette pratique. Avec la croissance démographique et les changements climatiques qui continuent d'exercer une pression de plus en plus importante sur les ressources en eau, il est peu probable que le dessalement ne demeure pas crucial pour assurer la sécurité hydrique mondiale malgré ces obstacles. Avec le temps qui passe, les énergies fossiles se détériorent et ne peuvent pas être renouvelées sur une période de temps suffisamment longue pour l'humanité. Les principales ressources non renouvelables d'énergie sont constituées par le pétrole et le gaz fossile. Étant un élément fossile, le gaz naturel joue un rôle crucial dans l'économie mondiale en raison de sa polyvalence et de sa valeur. Sa composition est majoritairement constituée de méthane, mais elle comprend également d'autres gaz tels que l'éthane, le propane, le butane et le dioxyde de carbone. Cette source d'énergie est souvent utilisée pour produire de l'électricité, chauffer les bâtiments résidentiels et commerciaux, ainsi que dans divers secteurs industriels. En général, le gaz naturel est extrait des gisements souterrains en utilisant la méthode de forage, souvent en partenariat avec l'industrie pétrolière. Une fois extrait, le gaz est acheminé soit par pipeline, soit sous forme de gaz liquide (GNL) pour être distribué à l'échelle mondiale.

Comparativement à d'autres sources d'énergie fossile, le gaz naturel présente des avantages en termes de propreté puisqu'il émet moins de dioxyde de carbone et de polluants atmosphériques lorsqu'il est brûlé. En outre, sa combustion améliorée en fait une alternative intéressante pour substituer les carburants plus nuisibles à l'environnement. Néanmoins, bien que ses avantages soient incontestables, l'utilisation du gaz naturel suscite des préoccupations environnementales en raison notamment des émissions de méthane qui sont très nuisibles pour le climat. En outre, il est possible que le contenu présente des dangers pour les écosystèmes locaux et les communautés.

Quant à l'or noir ou le pétrole, il est considéré comme l'une des ressources les plus précieuses et influentes de l'économie mondiale moderne. C'est une substance complexe d'origine naturelle, principalement composée d'hydrocarbures, qui est extraite des profondeurs de la Terre grâce à des techniques de forage et d'extraction sophistiquées. Depuis son découverte et son utilisation généralisée pendant la révolution industrielle, le pétrole a joué un rôle vital dans l'avancement technologique, économique et social à l'échelle mondiale. Il est la principale source d'énergie primaire utilisée pour alimenter les transports, l'industrie et l'agriculture, ainsi que pour produire divers produits essentiels comme les plastiques et les médicaments.

### **1. Introduction de la direction régionale In Amenas**

La Direction Régionale In Amenas, fait partie de la division production de l'activité Exploration & Production (E&P) de SONATRACH. Elle est chargée de la production du pétrole des champs In Amenas, et de la gestion de toutes les divisions qui lui sont rattachées.

#### **1.1 Situation géographique**

La Direction Régionale In Amenas se situe dans le Sud-Est du pays, à 1600 km au Sud-Est D'Alger dans la partie centrale du bassin d'Illizi. In Amenas est le centre de la daïra depuis la réforme territoriale de 1984. Il comprend les communes d'In Amenas, de Bordj d'Omar Driss et de Debdeb.

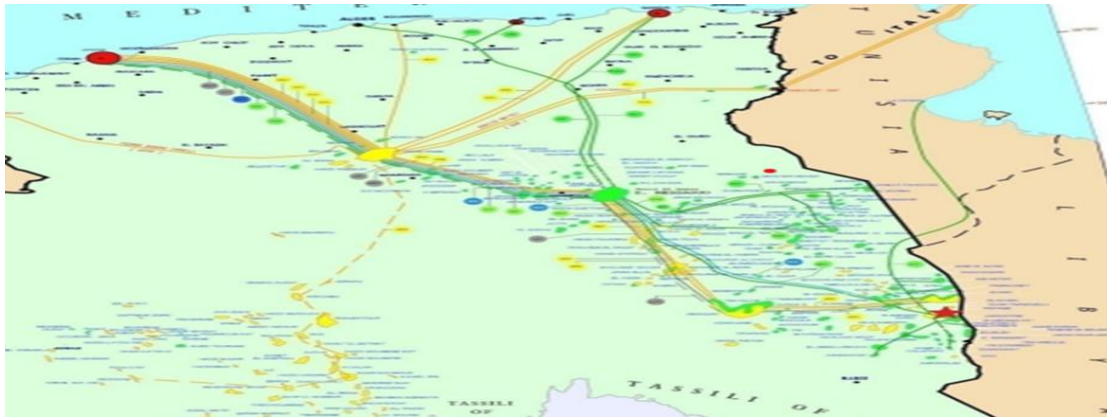


Figure 1- Situation du champ dans le paysage énergétique Algérien

L'altitude moyenne est plus ou moins 560 m par rapport au niveau de la mer. La superficie des champs producteurs de pétrole brut, gaz de la région est de 30 000 km<sup>2</sup>. Le plan suivant donne une idée de l'implantation des différents sites.

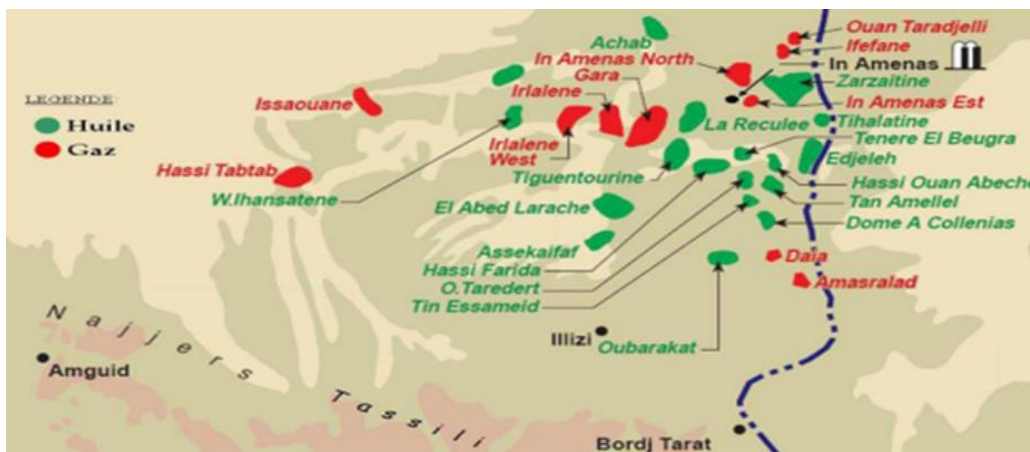
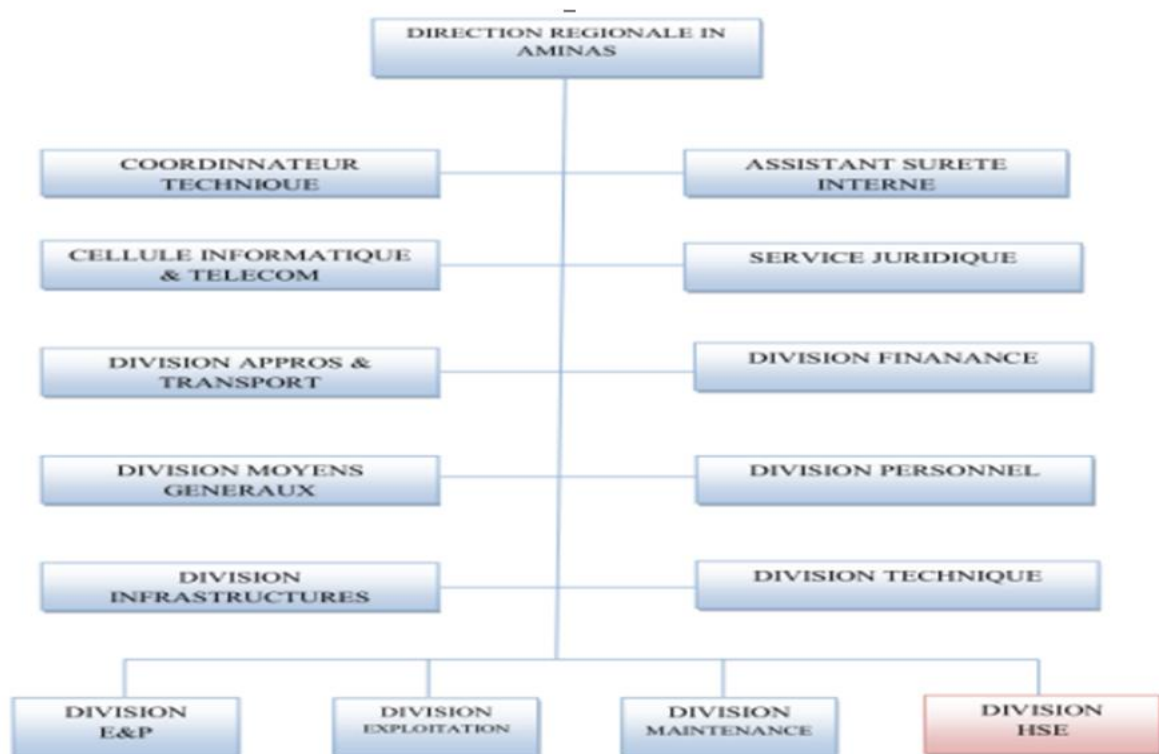


Figure 2- Plan de situation des champs d'In Amenas

## 1.2 Organigramme de la Direction Régionale In Aménas



**Figure 3-**Organigramme de la Direction Régionale In Aménas

### 1.3 Description générale des installations

Le champ d'In Aménas regroupe un grand nombre de puits, et de sites actifs tels que Plusieurs unités de traitement d'huile et plusieurs zones de stockage d'huile. Le but de la direction est d'exploiter les gisements d'huile et de gaz des différents champs et D'assurer les tâches suivantes :

- ✓ La collecte de la production
- ✓ La séparation
- ✓ Le stockage
- ✓ L'expédition.

La région d'In Aménas est connue par sa capacité de production d'huile. Elle produit en Moyenne :

- ✓ 1 600 m<sup>3</sup>/j d'huile
- ✓ 1 647 500 Sm<sup>3</sup>/j de gaz

Plusieurs techniques de récupération d'huile sont utilisées dans la région de In Amenas : Récupération primaire (puits éruptifs) et récupération secondaire (gaz-lift, maintien de pression par injection d'eau et pompage électrique).

La production de l'huile, du gaz et de l'eau est constituée des groupes d'unités suivants :

Vingt centres de séparations et/ou de stockages d'huile (Nord et Sud), récoltant L'huile brute des puits et effectuant la séparation de l'huile stabilisée, du gaz et de L'eau. Certaines de ces unités assurent le stockage de l'huile stabilisée avant son expédition.

Un dégazolineur, supprimant l'eau et l'huile contenu dans le gaz avant de le réinjecter dans les puits comme gaz-lift.

Une station de filtration et d'injection d'eau dans des puits producteurs d'huile pour assurer la production de ces puits (récupération secondaire).

### **1.4 Description générale des installations du champ DL**

#### ***1.4.1 Les centre de séparation et de collecte d'huile***

La séparation de l'huile, de l'eau et du gaz s'effectue au sein des nombreux centres de Séparation et de collecte (10 centres de séparation) réunis sur le champ DL. Beaucoup de centres de séparation sont similaires. Les centres de séparation sont constitués :

Si nécessaire, d'un séparateur FWKO à la sortie de chaque puits à fort WOR afin De minimiser le % d'eau libre avant la séparation. L'eau récupérée est dirigée vers les bourbiers.

D'un système de manifolds d'arrivée qui collecte et dirige l'effluent issu du Séparateur FWKO (huile, gaz, un peu d'eau) vers la batterie de séparation. Suivant La pression des puits, le brut est acheminé par le manifold vers le séparateur HP ou BP.

Une batterie de séparation séparant les différentes phases (huile, eau et gaz) Présentes dans le mélange d'entrée. Dans le cas des puits HP, le brut est introduit Dans le premier étage (haute pression) où il subit une détente en libérant une Grande partie du gaz dissous. La séparation de l'eau, du gaz et de l'huile se fait par Différence de densité. Le gaz est évacué par le haut vers la récupération et l'eau est Envoyée au bourbier. Le brut sortant par le bas sous contrôle de niveau est acheminé vers un 2ième étage de séparation à basse pression (le brut des puits à basse pression est dirigé directement du manifold vers le séparateur BP). Dans cet étage il subit une nouvelle détente pour libérer le gaz et l'eau encore présents. Le gaz est envoyé à récupération et l'eau envoyée au bourbier.

- ✓ Le brut est acheminé vers les bacs de stockage.
- ✓ Une batterie test, dédiée au test des puits

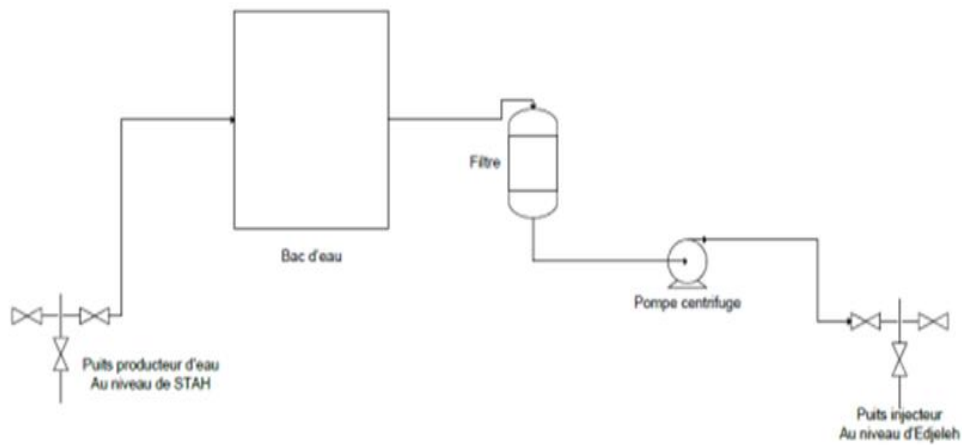


Figure 4-Vue de face du Cs 5

#### 1.4.2 L'unité de Maintien de Pression MPDL

Au fur et à mesure de l'exploitation du gisement la pression de ce dernier diminue ainsi que la production. Pour cela, on procède au système de récupération secondaire, soit par injection d'eau ou de gaz. Cette injection nous permet de maintenir la pression du gisement et par conséquent d'augmenter le taux de récupération final. Au niveau du périmètre d'Edjeleh, une injection d'eau dans le gisement a été installée à travers 51 puits injecteurs pour permettre le maintien de la pression du gisement et d'assurer le drainage de l'huile vers les puits producteurs. Le schéma général de production et d'injection est illustré ci-de



Figure 5-Schéma général de production et d'injection d'eau

L'eau injectée dans les puits provient de STAHL avec un débit de 4 500 m<sup>3</sup>/j. Elle est stockée Dans deux bacs de 5000m<sup>3</sup> chacun avant d'être amenée à une pression de 65 bars et 190m

### 1.4.3 L'unité de Récupération des Gaz Torchés RGTE

Le gaz-riche provenant des centres de séparation est acheminé à l'RGTE via des gazoducs qui convergent tous vers un manifold. Ce gaz contient une quantité importante d'eau et parfois même du pétrole brut alors il passe par un grand séparateur pour enlever les traces de brut puis dans le compresseur centrifuge à 4 étages entraîné par la Turbine SIEMENS SGT-600 afin d'être comprimé (à 65bar), en suite il subira un refroidissement pour récupérer le condensat. Le gaz comprimé est envoyé vers l'unité de Déshydratation où il subira un traitement physico-chimique afin de le dessécher complètement en utilisant du : Tri-Ethylène Glycol (TEG) qui jouera le rôle d'une éponge grâce à son affinité avec les molécules d'eau (il en faut : 3,4m<sup>3</sup> /h pour 40.000 m<sup>3</sup> /h de gaz). Il y aura un contact du TEG avec le GAZ dans une colonne sous des conditions précises alors il aspire l'eau et le TEG devient riche en eau qui sera évacué vers un four chauffé à l'environ de 203° C, en sachant que la Température (T°) d'ébullition du TEG est de 275°C et celle de l'eau 100°C, cette dernière s'évapore dans l'air par une cheminée et le TEG est régénéré et circule en circuit fermé. Ce gaz sera réinjecté sous terre au niveau des puits comme gaz-lift pour drainer l'huile du gisement et augmenter la pression des puits producteurs

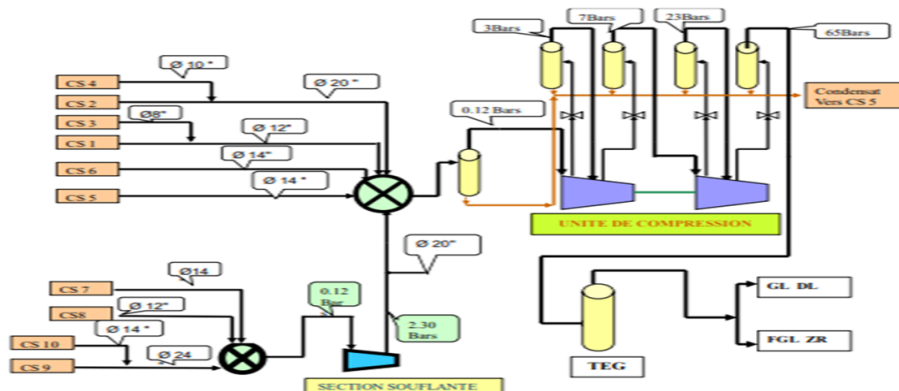


Figure 6-Schéma descriptif du procès de RGTE

### 2. Introduction de l'unité de dessalement d'eau de mer –Skikda

L'infrastructure de dessalement de Skikda revêt une importance capitale pour la région. Elle est située dans la province de Skikda, en Algérie, et assure la distribution d'eau potable à une population en constante croissance. Il utilise des technologies de dessalement de l'eau de mer avancées pour transformer l'eau salée en eau douce, adaptée à la consommation humaine et aux besoins industriels. La création de cette unité de dessalement est le résultat d'une collaboration entre les autorités locales, les organismes gouvernementaux et des partenaires internationaux spécialisés dans le domaine du bassin versant. Son rôle est de témoigner de son engagement envers la sécurité hydrique et le développement durable, en proposant une solution efficace aux défis liés à la pénurie d'eau dans la région. En plus d'être un élément clé de l'approvisionnement en eau potable, l'unité de dessalement de Skikda joue un rôle économique et social important. Les emplois locaux sont générés, le développement industriel est stimulé et la stabilité des communautés est assurée grâce à un accès fiable à une ressource essentielle.

#### 2.1 Situation géographique

L'installation de dessalement d'eau de mer de Skikda se trouve dans la ville de Skikda, une commune algérienne, dans la région de l'Est algérien. Skikda est située sur la côte méditerranéenne, ce qui en fait un site privilégié pour un stationnement de dessalement d'eau de mer. En particulier, l'usine de dessalement se trouve sur la côte de la ville de Skikda, à 5 km au nord-est de la ville, et dans la zone industrielle de Sonatrach. Elle offre de l'eau potable conforme aux normes de qualité les plus élevées pour la consommation de la population d'environ 1 000 000 personnes.



**Figure7**-Situation géographique de l'unité de dessalement d'eau de mer Skikda

## 2.2 Le procès de l'unité de dessalement de Skikda

### 2.2.1 Données opérationnelles de l'usine de dessalement de Skikda à Skikda

Mise en application : juin 2009

La production quotidienne peut atteindre 100 000 m<sup>3</sup>/jour.

Potentiel annuel : 36 500 000 m<sup>3</sup>/an.

La demande de la population est de 34 000 000 m<sup>3</sup>/an.

La demande de Sonatrach est de 2 500 000 m<sup>3</sup>/an.

Nombre de travailleurs : 40 individus divisions en: administration, Emploi, qualité, santé, sécurité et environnement.

### 2.2.2 Processus d'exploitation de l'usine de dessalement de l'eau

1. Filtres multimédia
2. Filtres à cartouche
3. Prétraitement chimique
4. Pompes haute pression
5. Cadre d'osmose inverse
6. Échangeur de pression
7. Pompes de recirculation
8. Nettoyage chimique
9. Traitement chimique final
10. Reminéralisations et eau produite

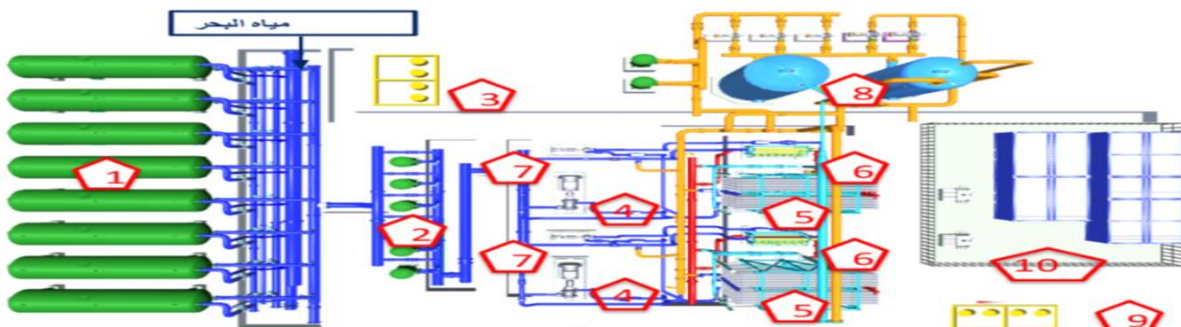
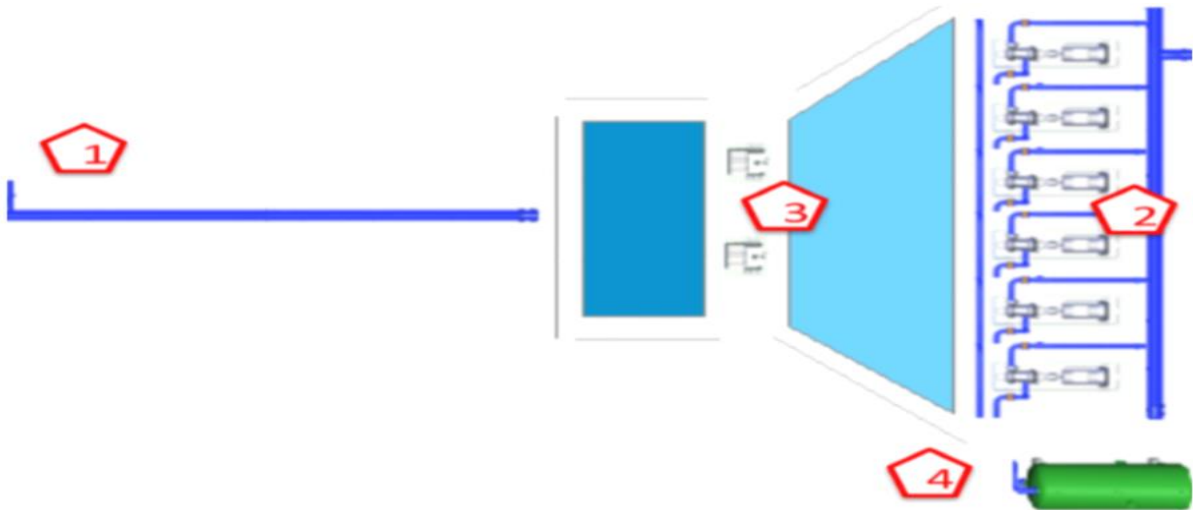


Figure 8- Processus d'exploitation de l'usine de dessalement de l'eau

### 2.2.3 Tour de collecte d'eau de mer

### Description de l'équipement

- 1 (1) Tour de collecte d'eau de mer.
- 2 (6) pompes centrifuges d'une capacité : 2000 m<sup>3</sup>/heure
- 3 (2) filtres rotatifs
- 4 (1) Système de vide pour pompes d'amorçage

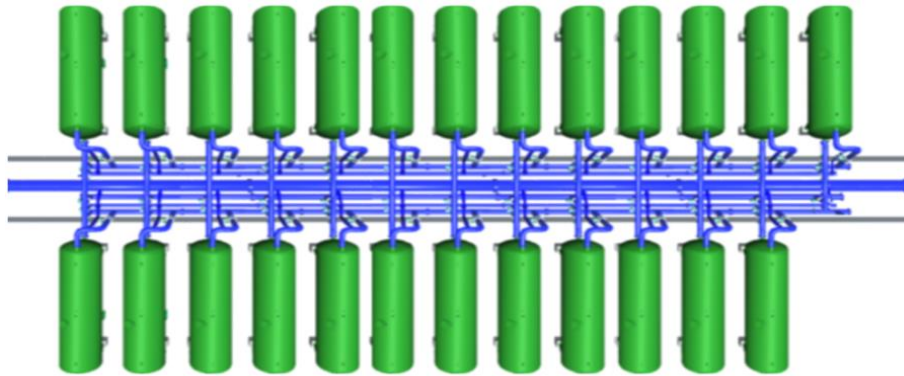


**Figure 9**-Tour de collecte d'eau de mer

#### 2.2.4 Prétraitement : filtres de premier étage

##### Caractéristiques de l'équipement

- ✓ Un total de 25 filtres multimédia comprenant diverses couches d'antracite (charbon), de sable et de gravier, réparties à des hauteurs et des granulométries variées.
- ✓ Il a pour mission de capturer les pollutions colloïdales à un niveau de filtration de 150 microns.
- ✓ Possibilité d'effectuer des contre-lavages via
  - Moment de l'opération.
  - Différence de pression.
  - Débit réduit.



**Figure 10**-filtre de premier étage

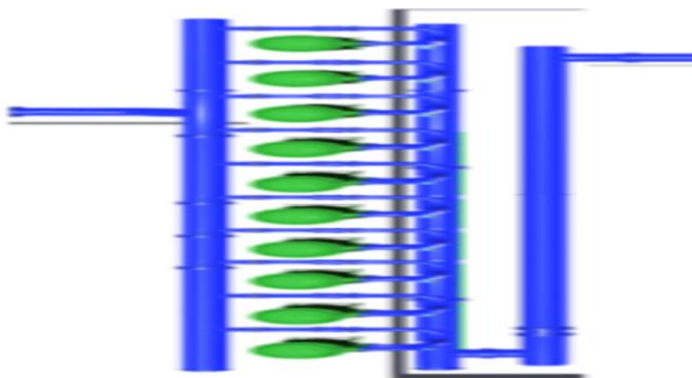
### 2.2.5 Prétraitement des filtres à cartouche

#### *Description de l'équipement*

1 (10) unités de filtres à cartouches, chaque unité contenant 247 cartouches

2 Sa fonction est de retenir les pollutions colloïdales et spéciales à un niveau de filtration de 5 microns. 3 bars pression de filtration maximale DPIT 2.15 6 bar

4 Le volume maximum de filtration est de 1000 m<sup>3</sup>/heure



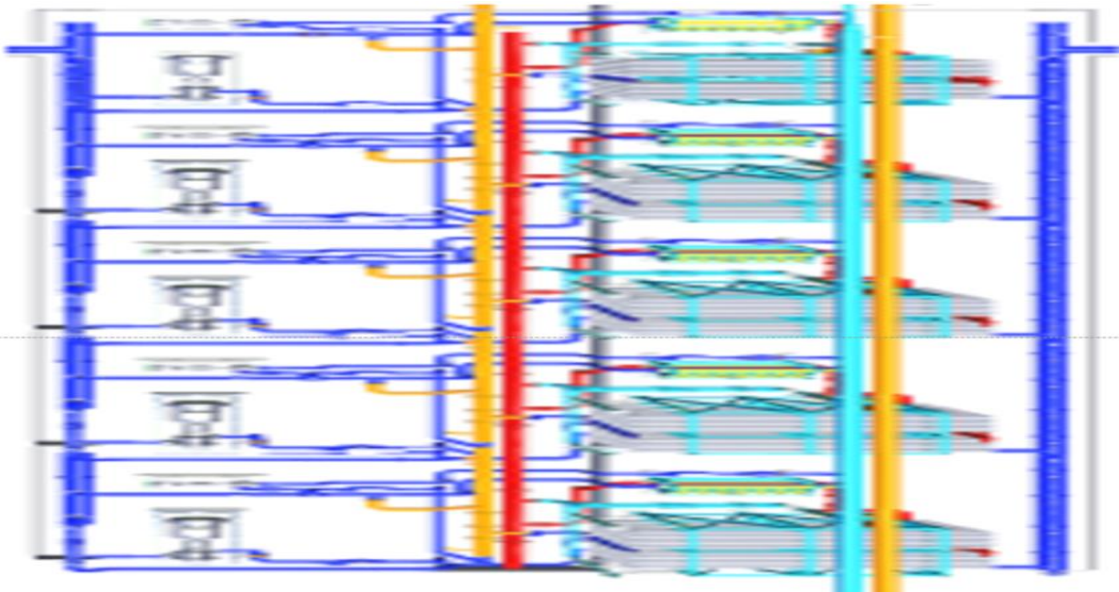
**Figure 11**- filtres à cartouche

### 2.2.5 Osmose inverse

#### Description de l'équipement

- ✓ (5) structure d'osmose inverse est équipée de tuyaux haute pression et de semi-membranes perméable.

- ✓ Taux de conversion 45%.
- ✓ Production nominale 4 165 m<sup>3</sup>/heure.
- ✓ Pression de service maximale 75,4 Bar
- ✓ Il se compose d'équipements mécaniques Suivant :
  - 5 pompes hautes pression
  - 5 pompes de surpression
  - 5 unités de valorisation énergétique (ERI).

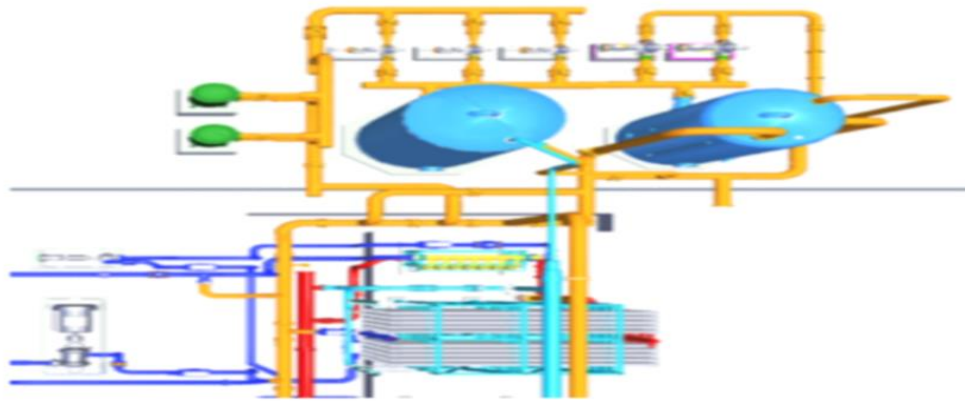


**Figure12-** structure d'osmose inverse

### 2.2.6 Nettoyage chimique des membranes d'osmose inverse

#### Description de l'équipement

1. (3) pompes pour le transport des produits chimiques.
2. (2) pompes de recirculation ou confus
3. (1) Un réservoir de préparation des produits chimiques de type acide alcalinité et biocides.
4. (1) Un réservoir contenant l'eau filtrée retirée
5. (2) unités de filtre à cartouche avec filtration 3 microns
6. (1) Système de chauffage



**Figure 13-** membrane d'osmose inverse

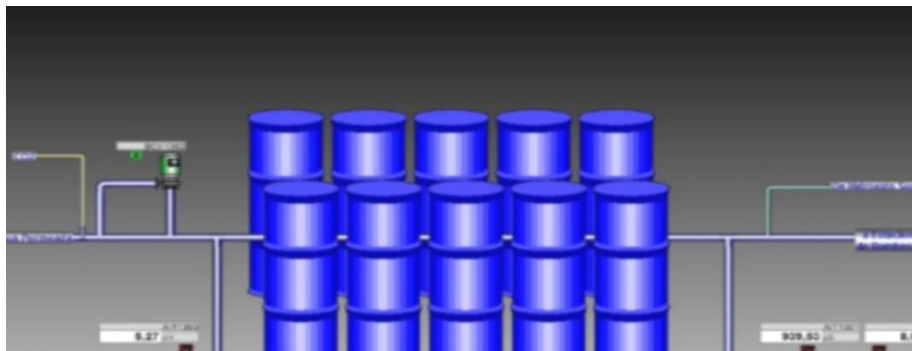
### 2.2.7 Centre de traitement

#### Description de l'équipement

1. Système d'injection de CO<sub>2</sub>
2. 10 tours de carbonate de calcium.
3. Pompes à injection d'hydroxyde de sodium.



**Figure 14-** système d'injection de CO<sub>2</sub>



**Figure 15-** tours de carbonate de calcium.

### 2.2.8 Après traitement

#### Description de l'équipement

1. (03) Pompes de charge pour eau produite d'une capacité de 40 000 m<sup>3</sup>/jour
2. (01) Pompes de charge pour eau produite d'une capacité de 20 000 m<sup>3</sup>/jour
3. Pression de service maximale 12 bar
4. Réservoir d'une capacité de 500 m<sup>3</sup>

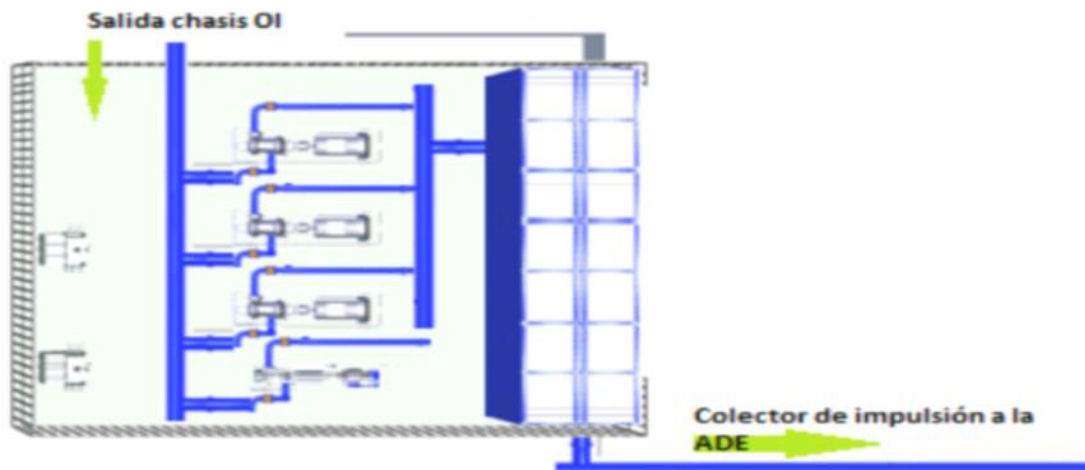


Figure 16-system d'après traitement

### 2.2.9 Domaine des produits chimiques

#### Description de l'équipement

1. Antifouling.
2. Antitartre
3. Acides sulfuriques.
4. L'hypochlorite de sodium.
5. Minéraux bisulfates de sodium.
6. Dioxyde de carbone.
7. Calcites.
8. Hydroxyde de sodium.



**Figure 17**-system des produits chimiques

### **2.3 Eau dessalée et bonnes pratiques**

- ✓ Contribuer à la durabilité de l'eau dans la région.
- ✓ Réduisez la consommation d'énergie.
- ✓ Effets de la solution saline.
- ✓ Innovation en recherche, développement et innovation.
- ✓ Améliorer les processus.
- ✓ Formation continue sur la maintenance des équipements.
- ✓ Formation continue dans le domaine du dessalement de l'eau.
- ✓ Logiciel de CMMS.
- ✓ Numérisation et automatisation du système de gestion.
- ✓ Certifié avec la norme : Système de Management Environnemental ISO 9001
- ✓ Certifié ISO 14001 (système de gestion environnementale)
- ✓ Certifié ISO 50001 (Système de Management de l'Énergie)

#### **2.3.1 Activités sociales et environnementales**

L'usine de dessalement contribue à de nombreux événements et activités, qu'ils soient étatiques ou nationaux. Elle entretient une coopération étroite avec diverses institutions en concluant des accords et en apportant son assistance :

Université de Skikda

Institut de formation supérieure

Opération Sohar où l'usine - Majis exploitée par OSWS, a fait don de plus de 1500 membranes osmose inverse.

Réalisation des travaux de reboisement

Nettoyage de plage.

Gérer et approvisionner les camions citernes en eau potable aux résidents, aux cliniques médicales et aux hôpitaux lors des inondations en novembre 2023.

### **Conclusion**

Pour satisfaire les besoins énergétiques mondiaux, il est crucial de se concentrer sur la désalinisation de l'eau et l'exploitation des réserves de gaz et de pétrole. Cela joue un rôle majeur dans la gestion des ressources naturelles.

Les régions arides où celles qui manquent d'eau douce ont la possibilité de recourir au dessalement comme solution pour accéder à une autre source d'eau potable. Toutefois, la désalinisation présente des problèmes en ce qui concerne les coûts énergétiques et l'impact sur l'environnement. Afin d'assurer la durabilité et l'accessibilité du dessalement, il est primordial de favoriser les avancées technologiques.

Compte tenu du fait que les industries, les transports et les ménages requièrent une importante quantité d'énergie, il est impératif pour l'économie mondiale de poursuivre l'utilisation du gaz naturel et du pétrole. Toutefois, l'utilisation de ces ressources présente des inconvénients pour l'environnement, surtout en raison de la pollution qu'elle entraîne et sa contribution au changement climatique.

Globalement, bien que le dessalement de l'eau puisse constituer une solution envisageable à la demande croissante d'eau douce, il est impératif de persévérer dans les efforts visant à le perfectionner pour augmenter son efficacité et sa durabilité. Il est crucial de prendre en charge la gestion de l'extraction du gaz et du pétrole avec une conscience écologique dans le but de minimiser leur empreinte environnementale tout en favorisant la transition vers des sources d'énergie plus durables.

# Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

## Chapitre 3 : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

### Introduction

Assurer la sécurité des employés est une priorité pour toutes les entreprises. Les accidents de travail, les incidents liés à la sécurité, les déversements chimiques et les incendies ont non seulement un coût financier élevé mais peuvent également nuire à la réputation des entreprises. Face à ces risques, de nombreuses entreprises adoptent des technologies émergentes pour prévenir les accidents et améliorer la sécurité sur le lieu de travail. Dans ce chapitre, nous examinons comment différentes technologies de prévention des accidents sont utilisées dans deux secteurs distincts : la désalinisation de l'eau de mer et l'exploitation pétrolière. Nous analyserons les méthodes de collecte des données, l'efficacité des technologies et les résultats obtenus à travers des données quantitatives et qualitatives.

### 1. Méthode

#### *1.1 Méthodes de Collecte des Données*

Pour évaluer l'efficacité des technologies de prévention des accidents, nous avons utilisé plusieurs méthodes de collecte des données :

- ✓ Observations sur Site : Visites des installations pour observer directement l'application et l'efficacité des technologies de sécurité.
- ✓ Entretiens avec le Personnel : Discussions approfondies avec les travailleurs pour recueillir leurs perceptions et expériences sur l'utilisation des technologies.
- ✓ Analyse des Rapports d'Incidents : Examen des rapports d'incidents pour identifier les tendances et les impacts des technologies de sécurité.
- ✓ *1.2 Technologies Évaluées*

Dans cette section, nous allons explorer les diverses technologies déployées pour renforcer la sécurité dans deux industries cruciales : la désalinisation de l'eau de mer et l'exploitation pétrolière. Nous verrons comment chaque secteur utilise ces technologies pour prévenir les accidents et assurer un environnement de travail sécurisé.

### 1.3 Évaluation de l'Efficacité des Technologies

#### 1.3.1 Analyse Quantitative

Pour évaluer quantitativement l'efficacité des technologies, nous avons analysé les statistiques d'accidents :

- ✓ Statistiques d'Accidents : Nous avons comparé les données sur les accidents avant et après l'implémentation des technologies.
- ✓ Taux d'Accidents : Nous avons calculé les taux d'accidents pour chaque industrie en utilisant la formule suivante :

Formule pour le Taux d'Accidents :  $\text{Taux d'Accidents} = (\text{Nombre Total d'Accidents} / \text{Nombre Total d'Heures Travaillées}) \times 1000$

- ✓ Comparaison des Taux d'Accidents : Nous avons comparé les taux d'accidents entre les deux industries pour évaluer leurs performances en matière de sécurité.

#### 1.3.2 Analyse Qualitative

Pour compléter l'analyse quantitative, nous avons également mené une analyse qualitative :

- ✓ Entretiens avec le Personnel : Les retours d'expérience des travailleurs nous ont permis de comprendre l'impact des technologies de sécurité sur leur quotidien.
- ✓ Observations sur Site : Nos visites sur les sites nous ont permis d'évaluer l'efficacité des technologies dans des conditions réelles.

### 1.4. Études de Cas

Nous avons analysé un cas spécifique d'accident pour comprendre comment les technologies de prévention ont contribué à la réduction des risques et des dommages, en utilisant la méthodologie du modèle 2-4 (Annexe 2).

## 2. Résultats

### 2.1 Installation pétrolier

#### 2.1.1 Description de procès

L'unité de Récupération des Gaz Torchés RGTE :

Le gaz-riche provenant des centres de séparation est acheminé à l'RGTE via des gazoducs qui convergent tous vers un manifold. Ce gaz contient une quantité importante d'eau et parfois même du pétrole brut alors il passe par un grand séparateur pour enlever les traces de brut puis dans le compresseur centrifuge à 4 étages entraîné par la Turbine

SIEMENS SGT-600 afin d'être comprimé (à 65bar), en suite il subira un refroidissement pour récupérer le condensat. Le gaz comprimé est envoyé vers l'unité de Déshydratation où il subira un traitement physico-chimique afin de le dessécher complètement en utilisant du : Tri Éthylène Glycol (TEG) qui jouera le rôle d'une éponge grâce à son affinité avec les molécules d'eau (il en faut : 3,4m<sup>3</sup> /h pour 40.000 m<sup>3</sup> /h de gaz).



**Figure 18-L'avenir du gaz (manifold et ballonne de séparation 20-B-001) (Le 29-05-2024- à 10 :00AM)**

Il y aura un contact du TEG avec le GAZ dans une colonne sous des conditions précises alors il aspire l'eau et le TEG devient riche en eau qui sera évacué vers un four chauffé à l'environ de 203° C, en sachant que la Température (T°) d'ébullition du TEG est de 275°C et celle de l'eau 100°C, cette dernière s'évapore dans l'air par une cheminée et le TEG est régénéré et circule en circuit fermé. Ce gaz sera réinjecté en terre au niveau des puits comme gaz-lift pour drainer l'huile du gisement et augmenter la pression des puits producteurs.

Description des installations et du procès :

Unité RGTE L'unité de Récupération des Gaz Torchés d'EDJELEH a pour but la récupération, la compression, la déshydratation des gaz associés produit par les puits d'huile d'EDJELEH et la réinjection de ce gaz sous forme de gaz-lift. Le gaz en provenance des (10) centres de séparation d'HUILE d'EDJELEH est acheminé vers l'unité RGTE. L'unité se divise en deux sections : la section soufflante et la section compression.

*La section soufflante (11-k-001) :* Le but de cette section est d'augmenter la pression du gaz provenant des quatre centres de séparation éloignés CS7, CS8, CS9 et CS10 par le compresseur 11-K-001 de 0,1 barg à 2,3 barg, le gaz est refroidi par la suite dans les aéro-réfrigérants 11-E-001 A/B à une température de 45°C puis envoyé vers la section compression.

*La section de compression (20-k-001) :* Le gaz provenant de la section soufflante ainsi que le gaz des centres de séparation CS1, CS2, CS3, CS4, CS5 et CS6 est envoyé vers le ballon 20-B-001.

- 1er étage de compression :

Le gaz sortant du ballon 20-B-001 est aspiré à une pression de 0,1 barg par le premier étage de compresseur, comprimé jusqu'à 2,6 barg puis refroidi à une température de 55°C par les aéro-réfrigérants 20-E-001A/B. Le liquide formé est récupéré au niveau du ballon 20-B-002.

- 2ème étage de compression :

Le gaz sortant du ballon 20-B-002 est aspiré avec une pression de 1,9 barg par le deuxième étage de compresseur, comprimé jusqu'à 7,8 barg puis refroidi jusqu'à une température de 55°C par les aéro-réfrigérants 20-E-002A/B. Le liquide formé est récupéré au niveau de ballon 20-B-003.

- 3ème étage de compression :

Le gaz sortant du ballon 20-B-003 est aspiré avec une pression de 7,1 barg par le troisième étage de compresseur, comprimé jusqu'à 23,9 barg puis refroidi à une température de 55°C par les aéro-réfrigérants 20-E-003A/B. Le liquide formé est récupéré au niveau de ballon 20-B-004.

- 4ème étage de compression :

- Le gaz sortant du ballon 20-B-004 est aspiré avec une pression de 23.1 barg par le quatrième étage de compresseur, comprimé jusqu'à 65.5 barg puis refroidi jusqu'à la température de 55°C par les aéro-réfrigérants 20-E-004 A/B. Le liquide formé est récupéré au niveau de ballon 20-B-005. Le gaz obtenu sera envoyé vers l'unité de déshydratation.



*Figure 19-La section de compression et soufflant (Le 29-05-2024-à10 :00AM)*



*Figure20-La section de aéro-réfrigérants (Le 29-05-2024-à10 :00AM)*

*La section déshydratation par tri-éthylène-glycol 20-v-001*

Elle est composée de deux sections :

- Une section de déshydratation du gaz.

- Une section de régénération et de stockage du glycol.

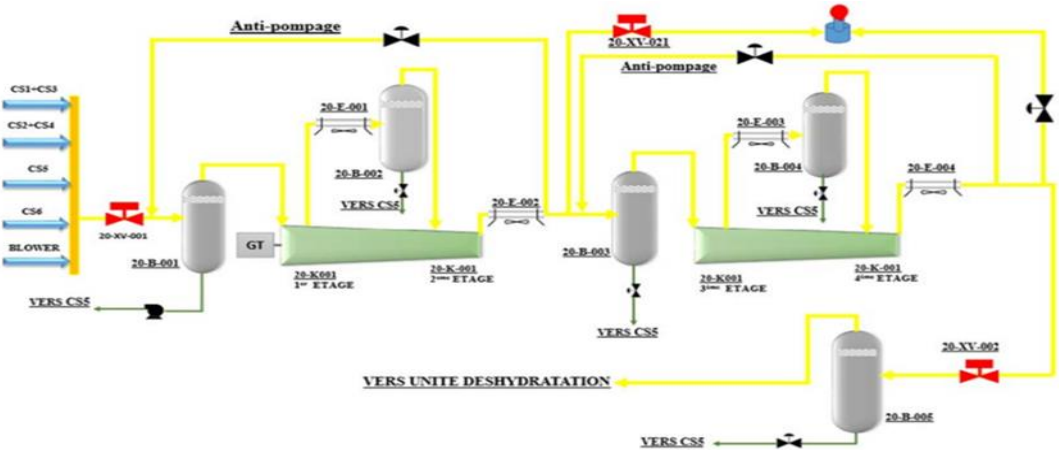


Figure 21-Schéma de circulation de fluides





**Figure 22-***La section déshydratation par tri-éthylène-glycol 20-v-001 (Le 29-05-2024- à 10 :00AM)*

### 2.1.2-Technologies Évaluées

Le système de détection de gaz et de flamme est conçu pour fournir un avertissement précoce des fuites de gaz potentielles ou des risques d'incendie. Il assure la sécurité des personnes et des installations en détectant les gaz toxiques, inflammables ou explosifs, ainsi que les flammes. Ces systèmes fonctionnent même dans les circonstances les plus difficiles, protégeant les employés et facilitant les activités quotidiennes. À l'intérieur de l'usine, le gaz naturel est filtré et retourné aux puits de pétrole.

Après observation et vérification à l'intérieur de l'unité de refroidissement au gaz naturel à partir de la sortie du compresseur et jusqu'à son arrivée à l'unité de Déshydratation, une absence totale de chacun des éléments suivants :

- ✓ Absence complète de tous les types de capteurs à l'intérieur de l'unité de réfrigération, en particulier le capteur de fumée et le capteur de fuite de gaz.
- ✓ Extincteurs mobiles de 5 kg et de 50 kg à poudre uniquement en l'absence de Système d'extinction automatisé plus efficaces
- ✓ Extinction de l'eau par le réseau d'incendie : RAIs

### 2.1.3 Évaluation de l'efficacité du système

- Analyse quantitative

Statistiques sur les accidents :

En fait, il n'y avait pas de système de sécurité et de prévention avant ou après l'incident, ce qui est l'une des erreurs qui peuvent causer une récurrence de l'incident et augmenter la probabilité qu'il se produise. Par conséquent, aucun changement n'a été apporté avant ou après l'incident. Le taux d'accidents :

Formule pour le Taux d'Accidents :  $\text{Taux d'Accidents} = (\text{Nombre Total d'Accidents} / \text{Nombre Total d'Heures Travaillées}) \times 1000$

$$\begin{aligned}\text{Taux d'accidents} &= (3 / (730 \times 24)) \times 1000 \\ &= 0.171 \text{ Na/ans}\end{aligned}$$

### ➤ Analyse Qualitative

Les entretiens ont été conduits avec des employés de différents niveaux hiérarchiques afin d'obtenir une perspective complète. Chaque entretien a duré environ 30 minutes et a été structuré autour de questions ouvertes pour encourager des réponses détaillées. Les réponses ont ensuite été analysées thématiquement pour identifier les tendances et les points de vue communs.

Question 1 : Pouvez-vous décrire les principales technologies de prévention des accidents de travail utilisées dans votre entreprise ?

Réponse des employés : Il existe des systèmes de détection, des systèmes d'extinction d'incendie, ainsi que des systèmes permettant de dépression des lignes de production en cas d'urgence. Mais il y a un problème à l'intérieur du groupe frigorifique à gaz, car il ne dispose d'aucun système pour détecter les fuites de gaz ou les incendies et le processus d'extinction est effectué manuellement.

Question 2 : Comment évaluez-vous l'efficacité de ces technologies dans votre environnement industriel spécifique ?

Réponse des employés : Sur 10, il a été noté 6 car plusieurs modifications peuvent être ajoutées à la chaîne de production.

Question 3 : Quels sont les principaux indicateurs de performance que vous utilisez pour mesurer l'impact de ces technologies sur la sécurité au travail ?

Réponse des employés : Il existe des systèmes avancés de détection et d'avertissement qui peuvent arrêter l'ensemble de l'unité de production pour éviter ou réduire les pertes en cas d'urgence. Mais d'un autre côté, certains capteurs émettent de fausses alarmes qui provoquent parfois des problèmes. Certains d'entre eux manquaient à l'appel au sein de l'unité précédemment citée.

Question 4 : Quels défis avez-vous rencontrés lors de l'implémentation et de l'utilisation de ces technologies ?

Réponse des employés : Nous n'avons rencontré aucun défi dans le système de sécurité car il s'agit d'un système automatisé avancé qui fonctionne automatiquement en plus de la présence d'un guide d'utilisation du système et des responsables du système qui surveillent et assurent son efficacité 7/7-24/ 24

Question 5 : Comment assurez-vous que vos employés comprennent l'importance des technologies de sécurité et qu'ils les utilisent correctement ?

Réponse des employés : Des opérations continues de simulation et de sensibilisation sont menées afin de garantir le respect et le respect des règles à respecter en cas d'urgence.

Question 6 : Existe-t-il des technologies spécifiques qui ont eu un impact significatif sur la réduction des accidents dans votre entreprise ?

Réponse des employés : Non, il n'existe pas aucun système de détection ou extinction. Juste un système d'extinction manuellement a poudre

Question 7 : Comment intégrez-vous les retours d'expérience des employés dans l'amélioration continue de vos pratiques de sécurité ?

Réponse des employés : Les travailleurs ont formulé des recommandations, Basé sur les commentaires concernant la fourniture d'équipements de protection individuelle et les recommandations concernant les modifications apportées à la conception des installations.

Question 8 : Quels sont les principaux enseignements que vous avez tirés de l'évaluation des technologies de sécurité dans votre entreprise ?

Réponse des employés : Le service de prévention et de sécurité industrielle est d'une grande importance, et la priorité de la sécurité doit être assurée en même temps que la priorité de la production.

Question 9 : Y a-t-il des domaines spécifiques où vous cherchez à innover ou à améliorer vos technologies de prévention des accidents à l'avenir ?

Réponse des employés : Tout est sous contrôle car il y a une équipe intégrée qui travaille la nuit pour assurer le bon déroulement, que ce soit au niveau de la production ou de la sécurité.

### 2.1.4 Études de Cas

#### **Scénario d'accident :**

Le 26/01/2021 aux environs de 22h 47 un percement suivi d'une rupture totale a eu lieu au niveau de la manchette 8'' sortie gaz aéro-réfrigérant 20-E-004 A/B du 04ème étage du compresseur centrifuge 20-K-001 (La pression de refoulement est de 65 bars) au niveau de l'Unité RGTE – Section Compression (Champ EDJELEH) de la Direction Régionale In Amenas. Le bruit de sifflement causé par le percement de la ligne a été localisé par l'équipe en poste nuit (XP et HSE). Le technicien tableau a commencé la séquence de l'arrêt volontaire lorsque l'alarme de vibration et le bruit de l'éclatement a été entendu. De ce fait, un arrêt d'urgence de l'unité a été effectué à 22 h 51 m 12 s par bouton poussoir (arrêt et dépressurisation). L'incident n'a engendré aucune blessure ou perte humaine. Néanmoins, l'éclatement a causé le détachement d'un fragment de la ligne, aplatie qui est devenu semblable à un projectile en percutant dans sa trajectoire l'échelle et le caillebotis. L'incident est classé potentiellement majeur Niveau 1, conformément à la grille de classification du référentiel d'investigation des Accidents et Incidents du Groupe SONATRACH.

Dans d'autres circonstances, en présence du nuage de gaz et les étincelles générées par la projection du bout de métal sur l'échelle, une explosion aurait pu être fatale. La cause évidente de l'incident est :

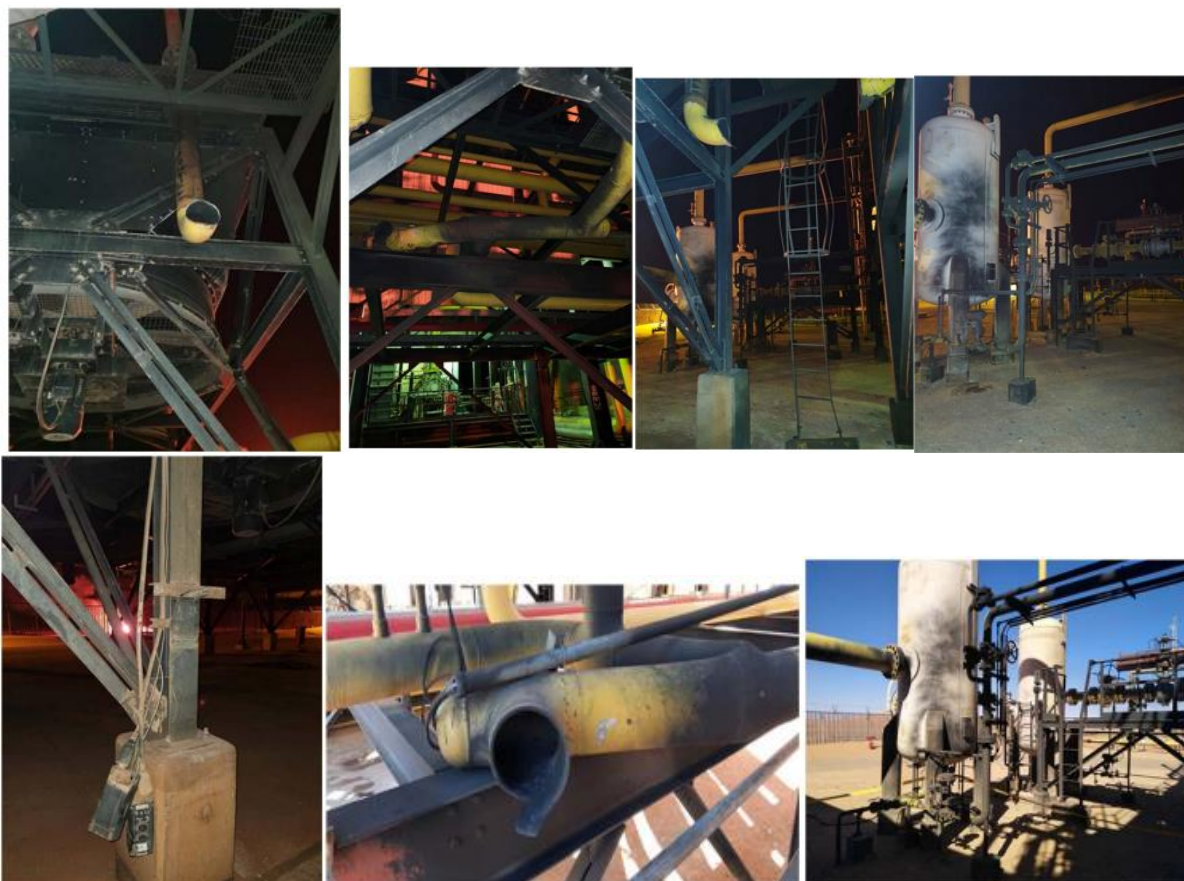
Perte d'épaisseur significative imputée à la corrosion/érosion interne.

D'autres facteurs aggravants ont contribué à cette situation, à savoir :

- Un couplage galvanique bimétal (Acier inoxydable /Acier au carbone) en l'absence de joint isolant, situation demeurant depuis la réception de l'unité (engineering) ;
- Des arrêts répétitifs et prolongés de l'unité ont engendré la stagnation du milieu corrosif dans les zones mortes ;
- La forme de la manchette en U favorise la stagnation de liquides (engineering) ;

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

- Le traitement par inhibiteur de corrosion CHIMEC 1038 au niveau du 4<sup>ème</sup> étage n'est pas prévu depuis le démarrage de l'unité (incompatibilité entre CHIMEC et glycol) ;
- Déficience en matière d'inspection et de suivi préventif de l'intégrité de l'installation.



*Figure 23-les photos d'accident de l'éclatement (rapporte d'investigation)*

### Chronologie des évènements :

*Tableau 1- Chronologie des évènements*

Heure	Evènement
Aux environs de 22 h 47:	Un sifflement anormal a été entendu par l'agent HSE en poste nuit au niveau de l'unité. En prospectant la source de ce bruit, l'agent a localisé un percement sur la ligne de sortie de l'aéroréfrigérant.
22 h 48 :	L'agent a alerté l'équipe XP en poste nuit, qui s'est déplacée pour confirmer la fuite et évaluer son ampleur.
22 h 49:	De retour à la salle de contrôle, le technicien tableau a décidé de procéder à un arrêt volontaire de l'unité.
22 h 50m 46 s:	Début de la séquence de l'arrêt volontaire (diminution de la vitesse de la turbine de 5970 à 5950 RPM)
22 h 51 m 03 s :	Ouverture de la vanne de torche
22 h 51 m 09 s:	Apparition d'alarmes vibration sur les 4 aéros ( signe de la rupture franche de la ligne).
22 h 51 m 12 s:	L'Arrêt d'urgence de l'unité a été actionné par bouton poussoir.
22h 58 m 44 s	Dépressurisation totale de l'unité
Aux Environs de 23h 00m	Arrivée des équipes de renfort de la base de vie EDJELEH.
01h 33 m	Arrêt de la section soufflante.
02h 00	Fin d'alerte.

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

*Tableau 2- Résultats de l'analyse de l'accident (RGTE) par le modèle 2-4*

<b>A</b>	<b>Conditions dangereuses (conditions physiques et nature des équipements de travail (problèmes techniques))</b>
A1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un couplage galvanique bimétal (Acier inoxydable /Acier au carbone) et oublie de joint isolant, situation demeurant depuis la réception de l'unité (engineering).</li> </ul>
A2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Un couplage galvanique bimétal (Acier inoxydable /Acier au carbone) en l'absence de joint isolant, situation demeurant depuis la réception de l'unité (engineering).</li> </ul>
A3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des arrêts répétitifs et prolongés de l'unité ont engendré la stagnation du milieu corrosif dans les zones mortes.</li> </ul>
A4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La forme de la manchette en U favorise la stagnation de liquides (engineering).</li> </ul>
A5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le traitement par inhibiteur de corrosion CHIMEC 1038 au niveau du 4<sup>ème</sup> étage n'est pas prévu depuis le démarrage de l'unité (incompatibilité entre CHIMEC et glycol).</li> </ul>
A6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capteurs de mauvaise qualité pour les fuites de gaz et la température</li> <li>- Manque d'éclairage à l'intérieur de l'établissement</li> </ul>
A7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'heure de l'accident pendant le quart de nuit et pendant la phase d'arrêt volontaire.</li> </ul>
A8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corrosion du tube (Présence de composants corrosifs (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, autre)</li> </ul>
A9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La partie chargée de refroidir le gaz n'est pas intégrée au système d'extinction d'incendie (FIRE AND GAZ SYSTEME)</li> </ul>
A10	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La partie chargée de refroidir le gaz n'est pas intégrée au système d'extinction d'incendie (FIRE AND GAZ SYSTEME)</li> </ul>
<b>B</b>	<b>Action humaine dangereuse (Problèmes humains)</b>
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation d'équipements incompatibles avec la qualité de travail requise</li> </ul>
B2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de technologie de contrôle des équipements (en termes de sécurité et de prévention)</li> </ul>
B3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manque d'information et de culture en matière de prévention et de sécurité au travail.</li> </ul>
B4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absence de connaissances suffisantes et nécessaires sur les risques potentiels sur le lieu de travail, malgré la formation.</li> </ul>
B5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erreurs commises par les fonctionnaires dans l'estimation et le calcul de la structure du pipeline et des moyens de le protéger contre la corrosion.</li> </ul>
B6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insuffisance de l'inspection et du contrôle préventif de la sécurité des installations</li> </ul>

<b>D</b>	<b>Déficiences du système de gestion de la sécurité</b>
D1	- La politique nationale de sécurité pour les installations pétrolières et gazières n'a pas été mise en œuvre dans cette organisation, qui assure la sécurité des personnes, des installations de production et de l'environnement.
D2	- Les responsables des unités de production n'ont pas investi dans des systèmes de sécurité sur le lieu de travail.
D3	- Absence d'évaluation correcte des risques professionnels au sein de l'organisation, qu'il s'agisse des travailleurs, des installations de production ou de l'environnement.
D4	- Les recommandations et les avertissements relatifs aux risques formulés par les responsables ne sont pas pris au sérieux.
D5	- Absence de mise en œuvre des corrections apportées par les responsables de la sécurité et de la production en ce qui concerne les gazoducs.
<b>E</b>	<b>Défaillance de la culture de sécurité (Problèmes organisationnel)</b>
E1	- Manque d'intérêt pour la sécurité au sein de l'organisation
E2	- Absence de responsabilité claire en matière de sécurité sur le lieu de travail.
E3	- Faible intégration de la sécurité dans la gestion générale.
E4	- Investissement insuffisant dans les mesures de sécurité.
E5	- Manque d'implication de la direction dans les questions de sécurité
E6	- Manque de formation sur les dangers et les risques.
E7	- Absence de préparation aux situations d'urgence

### ***3. Discussion et Recommandations : RGTE***

L'une des choses les plus importantes que nous puissions faire pour développer l'installation est de bénéficier du retour d'information des employés et d'utiliser l'expertise et les recommandations pour éviter de nous répéter et de subir des pertes. Nous avons donc travaillé avec des ingénieurs, des techniciens et le professeur qui supervise le projet pour formuler quelques recommandations, comme suit :

- ✓ Réparer la partie endommagée selon les règles et normes en vigueur proposées par le Bureau d'études MAHL ;

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

---

- ✓ Arrêter la corrosion due au couplage galvanique bimétallique en installant des kits de joints isolants ou en investissant dans un tube en acier inoxydable ;
- ✓ Réparer l'éclairage à l'intérieur de l'unité ;
- ✓ Équiper les travailleurs de nuit de kits d'éclairage ADF portables pour éviter les étincelles ;
- ✓ Procéder à une inspection urgente de l'unité pour évaluer l'étendue de la corrosion, en faisant appel aux services d'un laboratoire et d'inspecteurs de l'ENACT si nécessaire ;
- ✓ Développer un plan d'inspection approprié, basé sur le risque et la criticité ;
- ✓ Doter la direction et la structure technique de moyens humains (effectifs et qualifications), matériels (équipements et instruments de mesure) et organisationnels (répartition des tâches et des interventions) ;
- ✓ La maintenance des installations doit être planifiée et préparée pour éviter les arrêts prolongés, faute de quoi toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour maintenir l'intégrité des installations (évacuation complète, dépréciation, renforcement des contrôles aux points critiques) ;
- ✓ Il est possible d'investir dans un système de caméra avancé utilisé dans les grandes entreprises qui nécessite une détection immédiate des fuites de gaz pour éviter les fuites et des capteurs de bonne qualité pour détecter la fumée
- ✓ Inclure des systèmes de sécurité instrumente, en particulier pour la lutte contre les incendies, afin de minimiser l'exposition des travailleurs au feu ou aux accidents lorsqu'ils se produisent (par exemple, des extincteurs automatiques...) ;
- ✓ Intégrer des programmes de simulation en trois dimensions pour la formation et la sensibilisation afin d'améliorer l'assimilation et la productivité ;
- ✓ Des capteurs fixes peuvent être ajoutés pour les gaz toxiques ou explosifs ;
- ✓ Effectuer régulièrement des exercices de simulation et de sensibilisation, en particulier pour les travailleurs directement exposés ;
- ✓ S'assurer de la précision et de la sécurité de l'équipement de sécurité personnel et de son efficacité dans l'exécution de la tâche requise ;

### 2.2 L'unité de dessaladora

Pour obtenir de l'eau potable à partir d'une source salée, le processus de dessalement de l'eau de mer comporte plusieurs étapes clés.

#### *Prétraitement :*

- ✓ Le pompage : L'eau de mer est pompée de la mer Méditerranée vers l'usine de dessalement.
- ✓ Filtration grossière : À ce stade, l'eau est souvent filtrée pour éliminer les grosses particules telles que les algues et le sable.
- ✓ Prétraitement chimique : Pour empêcher la formation de dépôts minéraux et préserver les membranes, des produits chimiques sont utilisés pour traiter l'eau avant qu'elle ne traverse les membranes d'osmose inverse.
- ✓ Osmose inverse : Sous l'effet d'une forte pression, l'eau est forcée de passer à travers des filtres qui capturent le sel et d'autres substances indésirables, permettant ainsi à l'eau pure de s'écouler.

#### *Post-traitement :*

- ✓ Stabilisation du pH : Le pH de l'eau douce obtenue peut être régulé afin d'éviter la corrosion des tuyaux et d'assurer la compatibilité avec les systèmes de distribution.
- ✓ Désinfection : Pour garantir l'intégrité microbiologique de l'eau en éliminant les bactéries, une méthode de désinfection à base de chlore est généralement utilisée.

#### *Stockage et distribution :*

- ✓ Stockage : Avant d'être distribuée, l'eau dessalée est stockée dans des réservoirs.
- ✓ La distribution : Un réseau de canalisations est utilisé pour transporter l'eau vers les habitations, les industries et les agriculteurs, qui sont les utilisateurs finaux :

Pour éviter tout impact négatif sur l'environnement, il est important de gérer correctement les concentrés de sel et les autres déchets générés par le processus de dessalement.

#### 2.2.1 Technologies Évaluées

- ✓ Il existe des systèmes pour détecter et mesurer le pourcentage de gaz dans l'environnement ;

- ✓ Système d'extinction d'incendie à poudre ;
- ✓ Dispositifs de sécurité individuels aux performances moyennes.

### 2.2.2 Évaluation de l'efficacité du système

L'observation et l'inspection du lieu de travail ont montré qu'il n'y avait pas de système de sécurité et de prévention avant ou après l'accident, ce qui est l'une des erreurs susceptibles d'entraîner la répétition de l'accident et d'augmenter la probabilité qu'il se produise. Par conséquent, aucune modification n'a été apportée avant ou après l'accident.

- Analyse quantitative

Statistiques sur les accidents

Taux d'Accidents : Calcul des taux d'accidents pour chaque industrie

Formule pour le Taux d'Accidents :  $\text{Taux d'Accidents} = (\text{Nombre Total d'Accidents} / \text{Nombre Total d'Heures Travaillées}) \times 1000$

$$\text{TAUX D'ACCIDENTS} = (1 / (730 * 24)) * 1000$$

$$= 0.057$$

- Analyse Qualitative

Question 1 : Pouvez-vous décrire les principales technologies de prévention des accidents utilisées dans votre entreprise ?

Réponse de l'employé : il existe des systèmes de détection manuels sans assistance manuelle pour l'abaissement, ainsi que des systèmes d'extinction d'incendie manuels, mais il manque plusieurs systèmes tels que des capteurs installés, des systèmes d'extinction d'incendie automatiques et des équipements de protection individuelle de haute qualité, en particulier dans les espaces confinés ou semi-confinés.

Question 2 : Comment évaluez-vous l'efficacité de ces technologies dans votre environnement industriel spécifique ?

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

---

Réponse de l'employé : Sur 10, j'ai obtenu 5 car de nombreuses modifications peuvent être apportées, dont certaines sont nécessaires, en particulier le système de lutte contre l'incendie, étant donné qu'il s'agit d'un environnement inflammable qui peut exploser à tout moment.

Question 3 : Quels sont les indicateurs de performance clés que vous utilisez pour mesurer l'impact de ces technologies sur la sécurité au travail ?

Réponse de l'employé : Il existe des systèmes de détection et d'alarme avancés qui peuvent arrêter l'ensemble de l'unité de production afin d'éviter ou de minimiser les pertes en cas d'urgence. Mais d'un autre côté, dans certaines situations, comme le nettoyage et le déchargement, lorsqu'un travailleur doit pénétrer dans ces environnements, 80 % de sa sécurité repose sur l'assistant et les outils nécessaires au processus, et c'est là que le bât blesse.

Question 4 : Quelles difficultés avez-vous rencontrées dans la mise en œuvre et l'utilisation de ces technologies ?

Réponse de l'employé : comme je l'ai dit précédemment, aucun équipement de protection de haute qualité n'est requis, ce qui entraîne un niveau élevé de risque et de peur pour le travailleur.

Question 5 : Comment vous assurez-vous que vos employés comprennent l'importance des techniques de sécurité et les utilisent correctement ?

Réponse de l'employé : Des simulations et une sensibilisation continue sont censées être effectuées pour s'assurer que les règles à suivre en cas d'urgence sont respectées et appliquées. Cependant, la demande n'est faite qu'à de longs intervalles, ce qui oblige le travailleur à oublier la demande et les recommandations à suivre en cas d'accident.

Question 6 : Existe-t-il des technologies spécifiques qui ont eu un impact significatif sur la réduction des accidents dans votre organisation ?

Réponse de l'employé : Non, il n'y a pas de système de détection ou d'extinction. Il n'y a qu'un système d'extinction manuel utilisant de la poudre.

Question 7 : Comment intégrez-vous le retour d'information des employés dans l'amélioration continue de vos pratiques de sécurité ?

Réponse de l'employé : Sur la base de leurs commentaires, les employés ont formulé des recommandations sur la fourniture d'EPI de qualité et sur l'amélioration de la formation et des lacunes en matière de sensibilisation.

Question 8 : Quels sont les principaux enseignements que vous avez tirés de l'évaluation des technologies de sécurité de votre organisation ?

Réponse de l'employé : La prévention des accidents du travail et la sécurité sont très importantes et la sécurité doit être considérée comme une priorité au même titre que la production.

Question : La prévention des accidents du travail et la sécurité sont très importantes : Y a-t-il des domaines spécifiques dans lesquels vous envisagez d'innover ou d'améliorer les technologies de prévention des accidents à l'avenir ?

Réponse de l'employé : Oui, nous souhaitons développer des modules spécifiques pour minimiser les risques dans certains processus, tels que le nettoyage, le déchargement et le transport de matières dangereuses.

### 2.2.3 Études de Cas

#### **Scénario d'accident :**

Le 19/05/2022 à 11h30, le travailleur effectuait un processus de purification dans le réservoir de stockage des déchets de traitement de l'usine de dessalement de Skikda. Le site est espace confinée et contient les gaz suivants : H<sub>2</sub>S-CH<sub>4</sub>/CO/O<sub>2</sub>.

Le travailleur a perdu connaissance suite à l'inhalation de gaz H<sub>2</sub>S à 11h36. Le travailleur a commencé à se sentir nauséeux et étourdi et a perdu connaissance.

À 11 h 40, l'assistant envoie un signal de détresse à l'unité d'intervention, mais son collègue effectue une courte descente pour tenter de sauver son collègue, mais la distance à parcourir est trop importante.

Le second travailleur est tombé à 11 h 43, après avoir tenté de sauver son collègue, mais la distance à laquelle il se trouvait était suffisante pour que le gaz toxique l'atteigne. Les sauveteurs sont intervenus et les deux travailleurs ont été secourus à la dernière minute. Cependant, le premier travailleur a développé une maladie chronique et des problèmes de santé dus à d'autres facteurs qui ont aggravé la situation, à savoir :

- ✓ Une carence en oxygène dans l'organisme sur une longue période.

Un certain nombre d'autres facteurs ont été pris en compte, notamment

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

- ✓ L'absence d'exercices de sensibilisation et de simulation permettant de reconnaître la plupart des dangers présents sur le site.
- ✓ L'absence de systèmes efficaces de détection des gaz toxiques et de ventilation.
- ✓ Absence d'un responsable de la sécurité industrielle pour assurer la sécurité des travailleurs pendant le processus.
- ✓ Non-respect des consignes de prévention et de sécurité
- ✓ Non-respect des recommandations du permis de travail.
- ✓ Non reconnaissance du risque lié à la présence de gaz toxiques et inflammables.

*Tableau 3- Résultats de l'analyse de l'accident par le modèle 2-4*

<b>A</b>	<b>Conditions dangereuses (conditions physiques et nature des équipements de travail (problèmes techniques))</b>
A1	- Espace semi-confiné
A2	- La qualité des capteurs ne répond pas aux normes requises
A3	- L'heure du déjeuner approche et le travail s'arrête à 12h00.
A4	- Présence de gaz toxiques et explosifs
A5	- Absence de l'agent de prévention responsable de la sécurité du travail sur le lieu de travail
A5	- Absence des pictogrammes qui pressent les dangers et les risques
<b>B</b>	<b>Action humaine dangereuse (Problèmes humains)</b>
B1	- Utilisation d'équipements non conformes
B2	- Absence de contrôles techniques sur les équipements
B3	- Manque d'information et de culture de la prévention et de la sécurité au travail
B4	- Absence de connaissances suffisantes et nécessaires sur les dangers

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

	potentiels sur le lieu de travail
B5	- Absence d'évaluation des risques professionnels au sein de
B6	l'organisation
	- Manque de personnel qualifié travaillant dans l'installation
<b>C</b>	<b>Facteurs individuels</b>
C1	- Défaut d'information des employés de l'usine de dessalement sur
C2	les risques du lieu de travail
	- Les employés ne sont pas correctement formés
C3	- Les employés sont incapables de gérer les crises et de prendre les
C4	bonnes décisions dans un court laps de temps lors d'un incident.
C5	- Non-participation irresponsable au service de sécurité
	- Manque de connaissances et de sensibilisation des employés
	exposés aux dangers des espaces confinés.
<b>D</b>	<b>Déficiences du système de gestion de la sécurité</b>
D1	- L'absence de mise en œuvre de la politique nationale de sécurité
	définie par l'entreprise
D2	- Manque d'investissement des responsables des unités de
	production dans les systèmes de sécurité sur le lieu de travail.
D3	- Absence d'évaluation correcte des risques professionnels au sein de
	l'organisation, entraînant une absence d'évaluation correcte des
	risques et de la sécurité individuelle des travailleurs.
D4	- Absence de mise en œuvre des recommandations d'évaluation des
	risques fournies à la direction par les responsables de la production
	et de la sécurité afin d'assurer l'approvisionnement
D5	- Manque d'investissement dans le facteur humain par le biais de la
	formation professionnelle.
	- Manque d'investissement dans des équipements de protection

D6	individuelle de haute qualité
D7	- Absence de système de gestion de crise
<b>E</b>	<b>Défaillance de la culture de sécurité (Problèmes organisationnel)</b>
E1	- Indifférence à l'égard de la sécurité au sein de l'organisation.
E2	- Absence de responsabilité claire en matière de sécurité sur le lieu de travail.
E3	- Faible intégration de la sécurité dans la gestion générale.
E4	- Investissement insuffisant dans les mesures de sécurité.
E5	- Manque d'implication de la direction dans les questions de sécurité
E6	- Manque de formation sur les dangers et les risques.
E7	- Manque de préparation aux situations d'urgence

### 3. Discussion et Recommandations : DISALADORA

L'une des choses les plus importantes que nous puissions faire pour développer l'installation est de bénéficier du retour d'information des employés et d'utiliser l'expertise et les recommandations pour éviter de nous répéter et de subir des pertes. Nous avons donc travaillé avec des ingénieurs, des techniciens et le professeur qui supervise le projet pour formuler quelques recommandations, comme suit :

- ✓ Des capteurs de détection de fuites de gaz et des capteurs de flamme ont été ajoutés : En cas d'incendie ou d'automatisation, le système de contrôle intervient rapidement pour maîtriser l'incident ;
- ✓ Il est possible d'investir dans un système de caméra avancé utilisé dans les grandes entreprises qui nécessite une détection immédiate des fuites de gaz pour éviter les fuites et des capteurs de bonne qualité pour détecter la fumée ;
- ✓ Investir dans des équipements de sécurité personnelle intelligents pour prendre suffisamment de mesures et d'informations afin de prendre des mesures préventives pour assurer la sécurité et augmenter le niveau de sécurité au sein de l'installation ;

- ✓ Inclure des systèmes de sécurité instrumente, en particulier pour la lutte contre les incendies, afin de minimiser l'exposition des travailleurs au feu ou aux accidents lorsqu'ils se produisent (par exemple, des extincteurs automatiques...);
- ✓ Intégrer l'intelligence artificielle pour contrôler les paramètres de production afin de garantir un fonctionnement sans heurts et un meilleur contrôle, réduisant ainsi le nombre d'accidents ;
- ✓ Intégrer des programmes de simulation en trois dimensions pour la formation et la sensibilisation afin d'améliorer l'assimilation et la productivité ;
- ✓ Utilisation de méthodes professionnelles de détection et de validation des gaz ;
- ✓ Des capteurs fixes peuvent être ajoutés pour les gaz toxiques ou explosifs ;
- ✓ Effectuer régulièrement des exercices de simulation et de sensibilisation, en particulier pour les travailleurs directement exposés ;
- ✓ S'assurer de la précision et de la sécurité de l'équipement de sécurité personnel et de son efficacité dans l'exécution de la tâche requise ;
- ✓ Un modèle de travail peut être proposé pour effectuer ces opérations de nettoyage et de drainage à l'aide d'une pompe automatique ;
- ✓ Ajouter des panneaux d'orientation et d'information (pictogramme)

### ***4. Analyse des Résultats***

#### ***4.1 Comparaison des Performances***

Désalinisation vs. Exploitation Pétrolière : Comparaison des taux d'accidents, de la gravité des incidents et de l'efficacité des technologies.

En ce qui concerne ce qui existe entre les deux installations, nous pouvons trouver des différences, des similitudes et des priorités, qui seront expliquées dans le tableau suivant.

*Tableau 4- Comparaison des Performances*

	<b>Éléments communs</b>	<b>Divers éléments</b>	<b>Des éléments positifs qui ont été travaillés</b>
<p>INSTALLATION PETROLAIRE</p>	<p>-Dans les deux installations, l'investissement nécessaire dans la sécurité du lieu de travail n'a pas été fait pour garantir que la sécurité de la production soit intégrée aux mesures de sécurité standardisées ou individuelles.</p> <p>-Les deux entreprises ont ignoré les recommandations de la société concernant les problèmes portés à l'attention de la direction et, même après l'accident, les leçons n'ont pas été tirées des erreurs précédentes, ce qui constitue un véritable problème qui doit être résolu.</p>	<p>-Le principal problème était l'inadéquation du plan de construction qui, dans la plupart des cas, était désordonné et mal conçu.</p> <p>-Absence de services d'urgence et d'incendie à proximité de l'unité</p> <p>- Absence de centre médical en cas d'urgence (le centre le plus proche se trouve à environ 60 km)</p>	<p>-Il existe des exercices périodiques et des simulations de scénarios d'accidents du travail.</p>

### Chapitre III : Évaluation et Analyse des Technologies de Prévention des Accidents

	<p>-Priorité à la production au détriment de la sécurité des travailleurs, des ressources de production et de l'environnement.</p> <p>-le manque d'équipements de détection et d'extinction</p> <p>-Absence d'intégration de la technologie dans les parties sensibles des deux installations, alors qu'elle est disponible dans le reste des installations.</p>		
<p>INSTALLATION DISALADORA</p>		<p>- Absence de technologies modernes pour le nettoyage et l'élimination des substances dangereuses</p> <p>Absence d'exercices de simulation et de campagnes de sensibilisation à l'échelle de</p>	<p>-Le taux d'accidents est faible, mais cela peut se produire facilement, et cela est dû au fait que de telles opérations sont effectuées périodiquement et pendant une longue période.</p> <p>-La présence de secours et de</p>

		l'entreprise -Absence de plan de gestion de crise	pompiers à proximité de l'unité - Centre médical en cas d'urgence
--	--	--	--

### 4.2 Identification des Facteurs de Succès (*petrol+disaladora*)

Pour déterminer les facteurs qui contribuent à l'efficacité des solutions dans le cadre d'une approche de gestion des risques professionnels, il est important de prendre en compte plusieurs éléments clés. Voici quelques-uns des facteurs clés qui peuvent affecter l'efficacité des solutions :

➤ *Technologie et normes de conception :*

Une technologie et des normes de conception efficaces sont essentielles pour optimiser l'efficacité des solutions. Cela inclut l'utilisation de matériaux et d'équipements de haute qualité, y compris l'investissement dans des capteurs et des systèmes de gestion et de contrôle des incidents (systèmes de détection et d'extinction des incendies viables et efficaces). Avec l'inclusion de moyens technologiques modernes dans le système de sécurité, tels que des systèmes d'intelligence artificielle et des systèmes de détection et d'extinction plus avancés

➤ *Culture organisationnelle :*

Une culture organisationnelle qui met l'accent sur la sécurité, la prévention et la formation est essentielle pour améliorer l'efficacité des solutions. Cela comprend la formation des employés sur les risques et les dangers, en plus d'impliquer les gestionnaires dans les questions de sécurité à travers des programmes réguliers de sensibilisation et de sensibilisation aux risques professionnels potentiels et aux maladies professionnelles auxquelles le travailleur peut être exposé dans l'exercice de sa tâche et en prenant les mesures nécessaires pour les atténuer.

➤ *Matériaux et équipements :*

L'utilisation de matériaux et d'équipements de haute qualité est essentielle pour améliorer l'efficacité des solutions. Cela inclut l'utilisation d'équipements résistant à la corrosion, ainsi que d'équipements de surveillance et de sécurité appropriés

➤ *Formation et préparation :*

La formation des employés sur les risques et les dangers, ainsi que sur la préparation aux situations d'urgence, est essentielle pour améliorer l'efficacité des solutions. Cela comprend une formation sur les procédures de sécurité, ainsi que la préparation des employés aux situations d'urgence. Comme des programmes de formation virtuelle qui offrent une expérience très proche de la réalité pour plus de productivité et une bonne compréhension des cas

➤ *Responsabilité et participation :*

Une responsabilité claire en matière de sécurité sur le lieu de travail, ainsi que l'implication des gestionnaires dans les questions de sécurité, sont essentielles pour améliorer l'efficacité des solutions. Cela implique d'avoir des procédures de sécurité claires, ainsi que d'impliquer les gestionnaires dans la mise en œuvre de ces procédures.

➤ *Investir dans la sécurité :*

Un investissement adéquat dans les mesures de sécurité est essentiel pour améliorer l'efficacité des solutions. Cela comprend l'investissement dans les équipements de sécurité ainsi que la formation des employés.

➤ *Gestion des émissions :*

Une gestion efficace des émissions de gaz à effet de serre est essentielle pour maximiser l'efficacité des solutions. Cela inclut la mise en œuvre de systèmes de traitement des émissions pour compléter les stratégies de réduction des émissions, en particulier les émissions gazeuses et les gaz résultant de la combustion de produits chimiques toxiques (inhibiteurs de corrosion, etc.) tels que l'alcool glycolique.) En plus du traitement des gaz toxiques ou de l'ajout de turbine à vapeur modernes pour produire de l'électricité à partir des vapeurs de gaz (RGTE) et d'équipements d'extraction de gaz (Desaladora).

➤ *Collaborations et partenariats :*

La collaboration et les partenariats avec d'autres parties prenantes, telles que les fournisseurs et les clients, sont essentiels pour maximiser l'efficacité des solutions. Il s'agit

notamment d'établir des partenariats pour partager les connaissances et les ressources, ainsi que de collaborer pour optimiser les processus.

### Conclusion

Les résultats obtenus, les données, les rapports d'accidents du travail et l'expérience antérieure nous permettent de conclure plusieurs points importants :

- Ces dernières années, dans l'exploitation des installations pétrolières, le maintien de la technologie en termes d'investissement dans la prévention et la sécurité au travail est obligatoire en raison du développement récent dans le domaine de la production, ce qui nécessite en même temps le développement de méthodes de prévention ;
- L'investissement dans le facteur humain par le biais de la formation périodique et de la simulation est essentiel dans le domaine de la production et de la sécurité au travail, afin d'acquérir de l'expérience, de minimiser les erreurs techniques et d'augmenter les rendements de production.

L'une des tâches les plus importantes des travailleurs du service de prévention et de sécurité est de veiller à ce que les travailleurs soient tenus à l'écart des sources de danger sur le lieu de travail en partageant les machines automatisées dans les travaux dangereux tels que la lutte contre les incendies, le nettoyage et le déchargement, tout en veillant à ce qu'elles soient régulièrement entretenues pour garantir leur efficacité.

### Conclusion générale

L'utilisation des technologies a un impact significatif dans la prévention des accidents professionnels, notamment dans les domaines de la désalinisation de l'eau et de l'industrie pétrolière selon cette étude. Nous avons examiné comment les avancées technologiques telles que les capteurs de mouvement, la réalité virtuelle et augmentée, ainsi que les outils d'analyse de données et l'intelligence artificielle peuvent renforcer la sécurité sur le lieu de travail tout en réduisant les risques pour le personnel. Selon cette étude, l'utilisation de ces technologies offre une détection et une évaluation des dangers plus performantes. De plus, elle permet d'éviter les accidents potentiels en temps réel grâce à l'identification des comportements à risque.

De plus, les simulations en réalité virtuelle ou augmentée offrent aux travailleurs l'opportunité de recevoir une formation plus immersive et sécurisée concernant les procédures de sécurité. Cela contribue à diminuer les dangers liés à l'apprentissage pratique. Les résultats de l'analyse comparative des données avant et après la mise en œuvre de ces technologies ont démontré une réduction significative à la fois des taux d'accidents et de la gravité des incidents. Cela atteste sans aucun doute que ces solutions préventives sont efficaces dans les environnements industriels étudiés.

En outre, les travailleurs ont également fait valoir leurs expériences et ont souligné l'importance d'une meilleure prise en compte des conditions de travail réelles, ce qui a renforcé l'efficacité pratique et favorisé l'acceptation des technologies préventives.

En somme, cette étude affirme que l'intégration des technologies de prévention d'accidents représente une avancée majeure dans la surveillance de la sécurité au travail. Toutefois, pour assurer une efficacité maximale, il est essentiel de personnaliser ces technologies en fonction des spécificités propres à chaque secteur industriel et d'encourager une approche proactive de la sécurité. Le but des recommandations est d'optimiser l'utilisation de ces technologies en les ajustant continuellement aux besoins particuliers de chaque domaine industriel. Pour améliorer constamment, il est essentiel d'investir dans la formation continue des employés et de prendre en compte leur expérience pour orienter notre approche.

### Reference bibliographies:

- [1] Dyreborg, J., Lipscomb, H. J., Olsen, O., Törner, M., Nielsen, K., Lund, J., & Zohar, D. (2015). Protocol: Safety Interventions for The Prevention of Accidents At Work. *Campbell Systematic Reviews*, 11(1), 1-70.
- [1] Inrs. (2017, 01 10). Accidents Du Travail Et Maladies Professionnelles. Récupéré Sur Inrs : <https://www.inrs.fr/demarche/atmp/principales-definitions.html>
- [2] Saguaroconveyor, The Importance of Proper Mine Safety, And How It's Done <https://saguaroconveyor.com/the-importance-of-proper-mine-safety-and-how-its-done/>, Consulté Le (05-2024)
- [2] Atousante. D'un Accident Du Travail, Maladies Professionnelles. La Santé Au Travail, [:https://www.atousante.com/accidents-travail/definition-accident-travail-trajet](https://www.atousante.com/accidents-travail/definition-accident-travail-trajet)
- [2] Jørgensen, K. (2016). Prevention Of “Simple Accidents at Work” With Major Consequences. *Safety Science*, 81, 46-58.
- Andersson, R., & Menckel, E. (1995). On The Prevention Of Accidents And Injuries: A Comparative Analysis Of Conceptual Frameworks. *Accident [3] Analysis & Prevention*, 27(6),
- [3] Saguaroconveyor, The Importance of Proper Mine Safety, And How It's Done Récupéré sur: <https://saguaroconveyor.com/the-importance-of-proper-mine-safety-and-how-its-done/>, Consulter Le (05-2024) 757-768.
- [4] Karanikas, N. (2015). An Introduction of Accidents' Classification Based on Their Outcome Control. *Safety Science*, 72, 182-189.
- [5] Ivascu, L., & Cioca, L. I. (2019). Occupational Accidents Assessment by Field of Activity And Investigation Model For Prevention And Control. *Safety*, 5(1), 12.
- [6] Bonilla-Escobar, F. J., & Gutiérrez, M. I. (2014). Injuries Are Not Accidents: Towards A Culture of Prevention. *Colombia Medica*, 45(3), 132-135.
- [7] Harms-Ringdahl, L. (2013). Guide to Safety Analysis for Accident Prevention.
- [8] Akbar, S. (2006, January). Industrial Safety and Accidents Prevention. (Vol. 42460, Pp. 17-23).
- [9] Andersson, R., & Menckel, E. (1995). On the Prevention of Accidents and Injuries: A Comparative Analysis Of Conceptual Frameworks. *Accident Analysis & Prevention*, 27(6), 757-768.

- [10] Reese, C. D. (2011). *Accident/Incident Prevention Techniques*.
- [12] Ameli.Fr. (2024, 03 01). *Accident Du Travail Ou De Trajet D'un Salarié : Les Principes Clés*. Récupéré Sur Ameli.Fr: <https://www.ameli.fr/entreprise/vos-salaries/accident-travail-trajet/definition> : <https://www.ameli.fr/entreprise/vos-salaries/accident-travail-trajet/definition>
- [13] Dia, S. A., Mohamed, A. S., Gaye, F. S., Ndoye, E. H. O., Fall, M. C. G., Soumah, M. N., & Ndiaye, M. (2018). *Caractéristiques Des Accidents Du Travail Et Devenir Des Victimes : A Propos De 133 Cas Déclarés Auprès De La Caisse De Sécurité Sociale De Dakar (Sénégal)* *The Pan African Medical Journal*, 30, 156.
- [15] Doctrine, (2018), *La Première Plateforme D'intelligence Juridique En Afrique*, Récupéré Sur Doctrine : <https://legal-doctrine.com/edition/les-accidents-de-travail-en-algerie/>
- [16] Mazzolini, G. (2020). *The Economic Consequences Of Accidents At Work*. *Oxford Bulletin Of Economics And Statistics*, 82(5), 1068-1093.
- [17] Babovic, P. (2009). *Occupational Accidents As Indicators Of Inadequate Work Conditions And Work Environment*. *Acta Medica Medianae*, 48(4), 22-26.
- [18] Hofmann, D. A., Burke, M. J., & Zohar, D. (2017). *100 Years Of Occupational Safety Research: From Basic Protections And Work Analysis To A Multilevel View Of Workplace Safety And Risk*. *Journal Of Applied Psychology*, 102(3), 375.
- [19] Fu, G., Xie, X., Jia, Q., Li, Z., Chen, P., & Ge, Y. (2020). *The Development History Of Accident Causation Models In The Past 100 Years: 24model, A More Modern Accident Causation Model*. *Process Safety And Environmental Protection*, 134, 47-82.
- [20] Silvestre, J. (2008). *Workplace Accidents And Early Safety Policies In Spain, 1900–1932*. *Social History Of Medicine*, 21(1), 67-86.
- [21] Silvestre, J. (2010). *Improving Workplace Safety In The Ontario Manufacturing Industry, 1914–1939*. *Business History Review*, 84(3), 527-550.
- [22] Resco, (16-02-2021), *Top 5 Challenges In Health & Safety Protection And How To Deal With Them*, Resco: <https://www.resco.net/blog/top-5-challenges-in-health-safety-protection/>
- [23] Ishn, (July 25, 2022) *Safety Management Ishn*: <https://www.ishn.com/articles/113417-challenges-in-safety-management-history-and-program-issues>, Consulter Le (05-2024)

- [24] Hovden, J., Albrechtsen, E., & Herrera, I. A. (2010). Is There A Need For New Theories, Models And Approaches To Occupational Accident Prevention? *Safety Science*, 48(8), 950-956.
- [25] Chubb, Technologies To Improve Workplace Safety  
Récupéré Sur Chubb: <https://www.chubb.com/us-en/businesses/resources/4-technologies-to-improve-workplace-safety.html>, Consulter Le (05-2024)
- [26] Saguaroconveyor, The Importance Of Proper Mine Safety, And How It's Done  
Récupéré Sur : <https://saguaroconveyor.com/the-importance-of-proper-mine-safety-and-how-its-done/>, Consulter Le (05-2024)
- [27] Identecsolutions, Mining Safety And High Productivity  
Récupéré Sur : <https://www.identecsolutions.com/mining-safety>, Consulter Le (05-2024)
- [28] Chooch, How To Use Computer Vision Ai For Detecting Workplace Hazards  
Récupéré Sur : <https://www.chooch.com/blog/computer-vision-ai-safety-technology-to-detect-workplace-hazards/>, Consulter Le (05-2024)
- [29] Sheilds, (September 20, 2023), The Impact Of Technology On Workplace Safety  
Récupéré Sur Sheilds : <https://www.sheilds.org/blog/impact-technology-workplace-safety/>
- [30] Surehire, (2004), Provider Of Occupational Testing  
Récupéré Sur Surehire: <https://surehire.com/blog/2023/03/28/6-reasons-safety-training->
- [32] Ptchronos, (April 6, 2023), Risk Management 101: A Guide To Making Industrial Machinery Safety Your Top Priority Ptchronos: <https://www.ptchronos.com/blog/how-to-ensure-safe-machine-operation>
- [33] Sendquick, (December 19, 2022), How Alert Management Contributes To Improved Risk Mitigation;  
<https://www.sendquick.com/how-alert-management-contributes-to-improved-risk-mitigation/>
- [34] Reciprocity, (November 9, 2023), Risk Management Automation: What It Is And How It Can Improve Your Cybersecurity?  
Récupéré Sur Reciprocity : <https://reciprocity.com/blog/what-is-risk-management-automation/>
- [35] Preventionweb, (27-29 January 2016), Undrr Is The Lead Un Agency For The Coordination Of Disaster Risk Reduction, Preventionweb Récupéré Sur: [https://www.preventionweb.net/files/45270\\_unisdrnews2wg1earlywarningandhazard.pdf](https://www.preventionweb.net/files/45270_unisdrnews2wg1earlywarningandhazard.pdf)

- [36] Datasolutions, Impact of Ai Realtime Alerting For Risk Mitigation Use Cases  
Récupéré Sur Data solutions: <https://datasolutions.tdsynnex.com/Impact-Of-Ai-Realtime-Alerting-For-Risk-Mitigation-Use-Cases/>, Consulté Le (05-2024)
- [37] Bousfot, W. (2023). " Contribution A L'investigation Des Accidents De Travail Dans Les Entreprises Algériennes." Thèse De Doctorat, Université Chahid Mostefa Ben Boulaid - Batna 2, Algérie
- [38] M. Bouharik S, (29/05/2018) Demarche Analytique Des Risques Lies Aux Atmospheres Explosives (Cas : Bac De Stockage D'huile Brute) Mémoire De Fin D'études Iap
- [39] Sonatrach. (08-02-2022/13-02-2022), Rapport D'investigation De L'unité Rgte.Dp In Aminas.
- [40] Dessaladora, (2024), Ppt Plan Dessaladora Skikda, Consulté Le (05-2024) 10-35

## **Annexe1-Modèle 2-4**

### **1. Présentation de modèle 2-4**

Le modèle 2-4 de la causalité des accidents, développés par Gui Fu en 2005, repose sur la théorie des modèles d'accident précédemment développés par Heinrich en 1931, Bird en 1966 et Reason en 1990, ainsi que sur la théorie du comportement organisationnel.

Le modèle 2-4 est développé dans le même cadre que les autres modèles, dans le but d'analyser et de comprendre les origines des accidents et des incidents. Selon Wang et Yan (2019), le concept selon lequel un accident est causé par des interactions entre des facteurs de causalité présents à tous les niveaux du système sociotechnique, allant du gouvernement aux individus impliqués dans l'organisation.

### **2. Etapes et formalismes graphiques associés au modèle 2-4**

D'abord, il convient de noter que l'appellation 2-4 indique que ce modèle est constitué de deux niveaux (organisationnel et individuel), chacun divisé en quatre étapes qui représentent le cycle logique des causes suivantes d'AT (figure I) :

- ✓ Causes immédiates, qui sont des causes directes dus aux conditions et actes dangereux
- ✓ Causes indirectes, qui résument des connaissances en matière de sécurité, la sensibilisation à la sécurité, les habitudes de sécurité, l'état psychologique et l'état physiologique ;
- ✓ Causes radicales inhérentes aux problèmes dans le système de gestion de la sécurité ;
- ✓ Causes racines inhérentes à la culture de sécurité.

Selon la figure I, le processus d'AT commence par l'apparition d'un acte dangereux, ce qui met en évidence les causes indirectes et immédiates du niveau individuel, qui impactent le système de prévention des AT, et plus spécifiquement son système de gestion de sécurité (niveau organisationnel). Cette dernière repose sur deux principes fondamentaux, à savoir : la culture de sécurité, l'organisation de la sécurité et les procédures de gestion la sécurité.

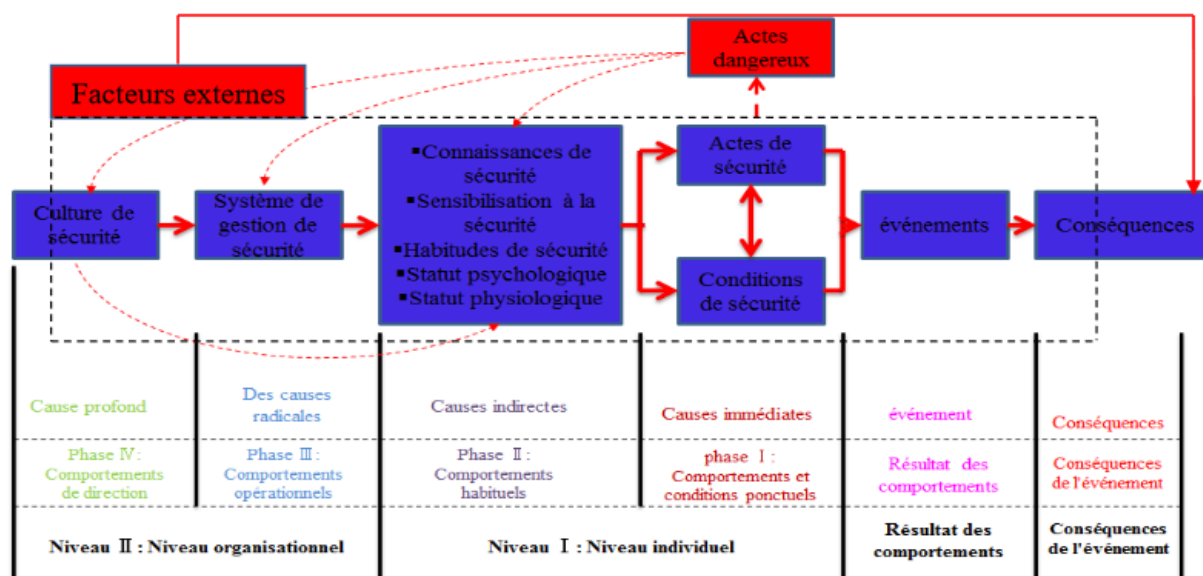


Figure I- Fondements du modèle 2-4 d'analyse des AT

Tableau - Extrait des études explorant la prévention des accidents de travail

Titre	Journal	Ref.Biblio	Outil et but de l'étude
Active work zone safety: Preventing accidents intrusion sensing technologies	Frontiers in built environment	Awolusi et al., (2019)	Une combinaison de revue exploratoire et d'expérimentation pour évaluer les technologies de détection d'intrusion pour la sécurité des zones de travail pour le but de fournir des informations sur les capacités de ces technologies.
Technological innovations, organizational change and workplace accident prevention.	Safety Science	Harrison et al., (2003)	Générer de nouveaux postulats sur la relation entre la façon dont le changement technologique est géré, les transformations organisationnelles conduisant à une plus grande participation des travailleurs, l'introduction d'un programme de santé et de sécurité et la survenue d'accidents du travail et de maladies professionnelles.
Wearable sensing devices: Potential impact & current use for	Professional safety	Nnaji et al., (2020)	L'utilisation des dispositifs de détection portables (WSD) et les données archivistes. Pour

incident prevention			analyser leur impact.
Applied Technologies in Minimizing Accidents in Construction Industry	Procedia environmental sciences	Lee, W. H. et al, (2016)	L'utilisation d'une revue des études de recherche et de la littérature existantes, et proposition de nouvelles mesures susceptibles pour prévenir les accidents.
Device for preventing work accidents	IEEE Transactions on Biomedical Engineering	Jose Maria Martinez Sanchez (2014)	Le document décrit un dispositif de sécurité qui mesure la conductance ou la réponse galvanique de la peau pour prévenir les accidents du travail.
Efforts To Prevent Work Accidents with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method	World Science	Septiana Widi Astuti et al., (2022)	L'utilisation de la méthode d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (FMEA) pour identifier et prévenir les accidents de travail
Advanced technologies for enhanced construction safety management: investigating Malaysian perspectives	Construction Engineering and Management- asce	Martin Skitmore et al.,	L'étude souligne la nécessité de nouvelles politiques, procédures et pratiques basées sur la technologie pour révolutionner l'avenir du paysage de la sécurité dans la construction
Rapid demountable platform (RDP)—A device for preventing fall from height accidents	Accident Analysis & Prevention	Cheung, E., & Chan (2012)	Un nouveau dispositif nommé Rapid Demountable Platform (RDP) qui a été développé pour minimiser les accidents de chute en hauteur lors des travaux construction.
Detecting Health & Safety Hazards through AI and Edge Computing on Mobile Devices	Conference on Embedded Computing (MECO) IEEE.	Panagiotou, C et al., (2023)	Une solution basée sur AI qui utilise un modèle entraîné pour identifier les risques de sécurité dans les environnements de travail et fonctionne sur des appareils mobiles. utilisant spécifiquement des flux vidéo de haute qualité capturés par les smartphones modernes.
Application of Sensor Technology for Warning Unsafe Conditions from Moving Objects above Construction Workers	Conference on Engineering Innovation (ICEI) IEEE.	Vankey He et Vachara Peansupap (2018)	Utilisation d'un système d'avertissement de capteur (SW system) basé sur le concept de l'Internet des objets (IoT) et des capteurs GPS, pour détecter les distances non sécurisées entre les objets en mouvement et les

			travailleurs.
Smart Protective Equipment for an accessible work environment and occupational hazard prevention	Science & Engineering (Confluence). IEEE	Sánchez, M. et al., (2020)	Présentation d'une solution EPI intelligente utilisant des capteurs sur un casque et une ceinture pour surveiller l'état et l'environnement d'un travailleur, contribuant ainsi à prévenir les accidents grâce à une surveillance continue des risques
System architecture to bring smart personal protective equipment wearables and sensors to transform safety at work in the underground mining industry	Rudarsko-geološko-naftni zbornik	Vancho Adjiski et al., (2019)	Amélioration de la sécurité dans les mines souterraines en combinant une technologie intelligente avec des EPI et des capteurs, conduisant ainsi à des mines de nouvelle génération grâce à la numérisation.
High Security Alert System for Industrial Atmospheric Parameters	Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC) IEEE.	Bhavana, N et al., (2023)	L'utilisation de la technologie vidéo dans les inspections de sécurité sur le lieu de travail offre des avantages tels que des données impartiales et précises sur les accidents, une analyse approfondie et l'identification de pratiques sûres et d'approches de gestion des risques.
System and method to predict, prevent, and mitigate workplace injuries	U.S. Patent and Trademark Office.	Baek, S et al., (2022)	Proposition d'un système de gestion de la prévention et de la sécurité pour protéger les travailleurs.
Cloud Based Workplace Safety Inspection for Food Industry	IJRASET	S. Manikandan (2023)	L'utilisation de la technologie vidéo dans les inspections de sécurité sur le lieu de travail offre des avantages tels que des données impartiales et précises sur les accidents pour les éviter.

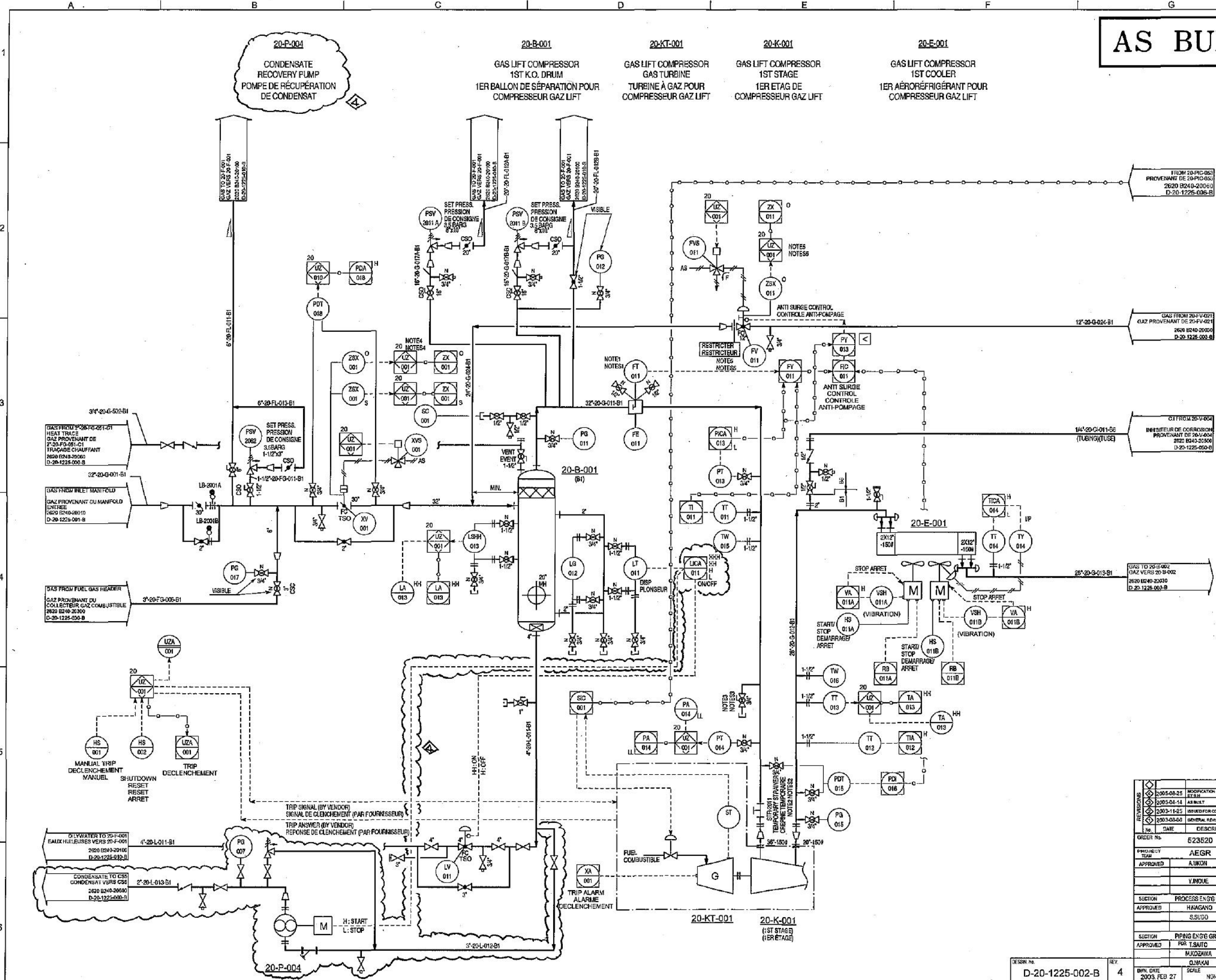
**Annexe2-P&ID de La section de compression**



**AS BUILT**

THIRD ANGLE PROJECTION No. RECD **A1**

2620 B240-20020



- NOTES
1. TAP VALVES FOR PITOT TUBE TO BE SUPPLIED BY INST.
  2. SUCTION STRAINER.
  3. LOW POINT DRAIN.
  4. COMPRESSOR START PERMISSIVE SIGNAL TO BE GIVEN.
  5. 20-FV-011 ACCESSORY.
- NOTES
1. VANNES DE PRISE POUR TUBE DE PITOT DEVANT ETRE FOURNIES PAR LE GROUPE D'INSTRUMENTATION.
  2. CREPINE ASPIRATION.
  3. DRAIN POINT BAS.
  4. SIGNAL PERMISSIF DE DEMARRAGE COMPRESSEUR A DONNER.
  5. 20-FV-011 ACCESSORY.

REV.	DATE	DESCRIPTION	REFERENCE NO.	BY	CHKD	APPD	RECD
1	2005-08-25	MODIFICATION APPROVED					
2	2005-04-14	AS BUILT					
3	2003-11-25	UNIFIED FOR CONST.					
4	2003-03-04	GENERAL REVISION					

ORDER NO.	523520	CUSTOMER	SONATRACH
PROJECT	AEGR	AMOUNT DIVISION ENC	
APPROVED	ALIKOH	PROJECT	RECUPERATION DES GAZ TORCHES DU CHAMP D'JELEH (AEGR)
SECTION	PROCESS ENG GR		PIPING & INSTRUMENTATION (P&ID) COMPRESSOR 1ST STAGE
APPROVED	HAGANO		
SECTION	PIPING ENG GR		SCHÉMA DE TUYAUTERIE ET D'INSTRUMENTATION (P&ID) DU COMPRESSEUR 1ER ETAGE
APPROVED	MUJAZAWA		
DESIGN NO.	D-20-1225-002-B	DWG NO.	2620 B240-20020
REV.	4	SCALE	NONE
DATE	2003 FEB 27		





