



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle

Département d'hygiène et de sécurité industrielle

MÉMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master

Filière : Hygiène, sécurité et environnement
Spécialité : sécurité industrielle et environnement

Thème

**Audit sur les accidents électriques au sein de
SKT**

Présenté et soutenu publiquement par :

SAIM HADDACHE Nesrine

Devant le jury composé de:

Nom et Prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mm SERAT Fatima Zahra	MCB	Université d'Oran 2	Présidente
Mr TAHRAOUI Mohammed	MAA	Université d'Oran 2	Encadreur
Mr NADJI Mohamed Amine	MAA	Université d'Oran 2	Examineur

Année 2023/2024

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude à Dieu Tout-Puissant pour m'avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce mémoire de fin d'études. Sans Sa bénédiction, rien de cela n'aurait été possible.

*Je souhaite également remercier chaleureusement mon encadrant, Monsieur **TAHRAOUI Mohammed**, pour son soutien indéfectible, ses conseils précieux et son accompagnement tout au long de ce projet. Sa guidance et son expertise ont été d'une aide inestimable pour la réalisation de ce mémoire.*

*Je remercie **Mr. BELKACEM Walid** pour son temps, ses suggestions et ses conseils, et je lui souhaite du succès dans sa vie professionnelle.*

Je tiens à adresser mes sincères remerciements aux membres du jury pour leur temps, leurs efforts et leurs précieuses suggestions qui ont contribué à l'amélioration de ce travail.

Je suis profondément reconnaissant envers mes parents pour leur amour, leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants. Leur foi en moi a été une source de motivation inépuisable.

Je remercie également mes grands-parents pour leurs prières, leur sagesse et leur soutien moral. Leur présence dans ma vie a été une grande source de réconfort.

Un grand merci à mes amis pour leur amitié, leurs encouragements et leur soutien tout au long de cette aventure académique. Leurs mots de réconfort et leurs conseils ont été d'une grande aide.

Je souhaite également exprimer ma gratitude envers tous les enseignants de l'Institut de Maintenance et Sécurité Industrielle pour la qualité de leur enseignement et leur dévouement. Leur passion pour l'enseignement et leur expertise ont grandement contribué à enrichir mes connaissances et compétences.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce mémoire. Leur aide, leur soutien et leurs encouragements ont été précieux.

À tous, merci infiniment.

Dédicace

*À mes piliers, mes parents bien-aimés **Khadidja** et **Djilali**, dont l'amour et le soutien ont pavé mon chemin, je dédie humblement ce travail. Que dieu récompense votre dévotion infinie par le plus noble des honneurs.*

*À mon frère **Mohammed el amine**, compagnon de mes jours et de mes nuits, ta présence m'a toujours inspiré à donner le meilleur de moi-même.*

*À mes sœurs **Loubna** et **Israe Soujoud**, sources de lumière et d'inspiration, votre encouragement constant a été le souffle qui a alimenté mes aspirations.*

*À ma grand-mère **Fatna**, qui m'a soutenu tant matériellement que moralement, et à mon grand-père **Abdullah**, que Dieu ait son âme, à ma grand-mère, et à mon grand-père maternel **Zineb** et **Boaza**.*

*À mes tantes **Kheira** et **Aïcha**, à tous mes oncles maternels et paternels, le roc solide dans les tempêtes de la vie, votre soutien inconditionnel a été ma force et mon appui.*

À mes amis, les éclats de joie dans mes moments les plus sombres, votre amitié précieuse a illuminé chaque étape de ce voyage.

À chacun qui a croisé mon chemin, semant des mots de sagesse et d'encouragement, votre impact a été profondément ressenti et chéri.

À tous ceux qui ont cru en moi, même lorsque je doutais de moi-même, votre confiance m'a porté vers de nouveaux horizons.

À vous tous, je vous offre ma plus sincère gratitude et un profond sentiment de reconnaissance. Ce travail est aussi le vôtre.

Résumé

Notre étude porte sur la réalisation d'un audit des accidents électriques au sein de la centrale thermique à cycle combiné de Shariket Kahraba Terga, effectué dans le cadre d'un stage pratique. L'objectif principal est d'évaluer les incidents électriques, d'examiner les procédures de sécurité en vigueur et de formuler des recommandations visant à renforcer la sécurité des opérations. Ce mémoire met en avant la méthodologie utilisée pour cet audit, ce qui permet d'identifier les forces et les faiblesses dans la gestion des risques électriques. Les résultats obtenus mettent en évidence l'importance d'une formation continue pour le personnel ainsi que l'amélioration des pratiques de sécurité.

En conclusion, cet audit constitue un outil important pour encourager l'amélioration continue et assurer un environnement de travail sécurisé, contribuant ainsi à la performance globale de l'entreprise.

Mots clés : audit, risque électrique, habilitation électrique, SKT, amélioration continue, accidents électriques.

Abstract

Our study is about the audit of electrical accidents at the combined cycle power plant in Shariket Kahraba Terga, carried out as part of a practical training course. The main objective is to assess electrical incidents, review existing safety procedures and make recommendations to enhance operational safety. This thesis highlights the methodology used for this audit, which allows identifying strengths and weaknesses in electrical risk management. The results show the importance of continuing training for staff and improved safety practices.

In conclusion, this audit is an important tool to encourage continuous improvement and ensure a safe working environment, contributing to the overall performance of the company.

Keywords: audit, electrical risk, electrical enablement, SKT, continuous improvement, electrical accidents.

ملخص

تدور دراستنا حول تدقيق الحوادث الكهربائية في محطة توليد الطاقة ذات الدورات المشتركة في شركة كهرباء تارقة، والتي تم إجراؤها كجزء من دورة تدريبية عملية. والهدف الرئيسي هو تقييم الحوادث الكهربائية واستعراض إجراءات السلامة القائمة وتقديم توصيات لتعزيز السلامة التشغيلية. تسلط هذه الأطروحة الضوء على المنهجية المستخدمة في هذه

المراجعة، والتي تسمح بتحديد نقاط القوة والضعف في إدارة المخاطر الكهربائية. وتبين النتائج أهمية مواصلة تدريب الموظفين وتحسين ممارسات السلامة.

في الختام، تعد هذه المراجعة أداة مهمة لتشجيع التحسين المستمر وضمان بيئة عمل آمنة، مما يساهم في الأداء العام للشركة.

الكلمات الرئيسية: التدقيق، المخاطر الكهربائية، التمكين الكهربائي، شركة كهرباء تارقة، التحسين المستمر، الحوادث الكهربائية.

Sommaire

Remerciements	
Dédicace	
Résumé.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des abréviations.....	
Introduction générale	1

CHAPITRE 1 : Introduction à l'audit interne

1.1. Introduction	4
1.2. Bref historique de l'audit	4
1.3. Définition de l'audit.....	7
1.4. les types d'audit	7
1.4.1 Autres formes d'audit	8
1.5. Audit interne	10
1.5.1 Audit interne au sein des entreprises Algériennes.....	11
1.5.2 Définition de l'audit interne.....	12
1.5.3 Missions de l'audit interne.....	13
1.5.4 Objectifs de l'audit interne	13
1.5.5 Les types d'audit interne.....	14
1.5.6 Le champ d'application de l'audit interne	16
1.5.7 Périmètre des missions d'audit interne –rattachement.....	17
1.5.8 Rôles et responsabilités des acteurs.....	17
1.5.9 Déontologie de la fonction d'audit interne	21
1.5.10 La méthodologie de conduite d'une mission d'audit	23
1.5.11 Définition de certains termes utilisés en audit.....	30
1.5.12 Avantages de l'audit interne	31
1.5.13 Inconvénients de l'audit interne	32
1.6. Conclusion	32

CHAPITRE 2 : Présentation de la centrale thermique auditée SKT

2.1. Introduction.....	35
------------------------	----

2.2.	TERGA – Algérie 3 x 400 MW – KA26 Centrale à Cycle Combiné.....	35
2.2.1	Historique et Présentation de la centrale électrique SKT.....	35
2.2.2	Situation géographique de la centrale.....	36
2.2.3	L'importance de la situation géographique de SKT	37
2.2.4	Les conditions climatiques sur lesquelles le site de la centrale a été choisi	38
2.2.5	Objectif de la centrale.....	39
2.2.6	Configuration générale de la centrale SKT.....	39
2.2.7	Composants et systèmes majeurs	41
2.2.8	Risques et mesures de protection dans les Zones Critiques de la centrale thermique	50
2.3.	Conclusion	51

CHAPITRE 3 : Risques et accidents électriques dans la centrale thermiques à cycle combiné SKT

3.1.	Introduction.....	54
3.2.	Le risque électrique	54
3.3.	Définition d'accident électrique.....	55
3.4.	Définition d'incident électrique	55
3.5.	Principaux facteurs d'accidents d'origine électrique	55
3.6.	Critères de classification des accidents.....	55
3.7.	Les types des accidents électriques	56
3.8.	Les causes des accidents électriques	61
3.9.	Domaines de tensions.....	61
3.10.	Les types de courant électrique	62
3.11.	Facteurs psychologiques contribuant aux accidents électriques.....	62
3.12.	L'impact du courant électrique	64
3.13.	Les effets de courant électrique sur l'être humain	64
3.13.1	Les effets du passage du courant alternatif.....	64
3.13.2	Les effets du passage du courant continu	65
3.14.	L'impact des accidents électriques sur la productivité et la psychologie des travailleurs dans les centrales thermiques	65
3.15.	Aspect réglementaire algérien et cadre normatif de la sécurité électrique	66
3.16.	Analyse des accidents électriques dans la centrale	67
3.17.	Conclusion	73

CHAPITRE 4 : Mise en œuvre de l'audit des accidents électriques dans la centrale thermique de Terga

4.1.	Introduction	75
4.2.	Normes et référentiels applicables	76
4.3.	Le déroulement de l'audit.....	80
4.3.1	Phase de préparation.....	80
4.3.2	Phase de Réalisation	80
4.3.3	Phase de Conclusion	81
4.4.	Portée de l'audit	81
4.5.	Plan de l'audit	84
4.6.	Check-list utilisé.....	86
4.7	Le rapport d'audit des accidents électriques au sein de la centrale thermique de Terga SKT	102
4.8.	Conclusion.....	107
	Conclusion générale	108
	Bibliographie.....	110
	Annexes.....	113
	Annexe 01: Questionnaire.....	113

Liste des figures

Figure 1.1 : Interactions des acteurs / environnement du service d'audit	18
Figure 2.1 : la centrale électrique 1200MW de Terga	36
Figure 2.2 : localisation de la centrale SKT	36
Figure 2.3 : Plan général en 3D de la centrale SKT	39
Figure 2.4 : Schéma d'une centrale à cycle combiné.....	41
Figure 2.5 : Schéma de la ligne d'arbre.....	41
Figure 2.6 : Turbine à gaz GT26 Bloc thermique.....	42
Figure 2.7 : Alternateur Alstom (type 50WT21H-120).....	43
Figure 2.8 : Chaudière de récupération et ses composants	44
Figure 2.9 : les transformateurs de la centrale.....	47
Figure 2.10 : les principales Zones Critiques de la centrale thermique.....	49
Figure 3.1 : mécanisme d'électrisation	51
Figure 3.2 : processus d'accident avec contact direct	58
Figure 3.3 : les différentes façons d'électrisation avec des contacts directs	58
Figure 3.4 : mécanisme d'accident avec contact indirect.....	59
Figure 3.5 : les différentes façons d'électrisation avec des contacts indirects	59
Figure 3.6 : effets de courant électrique sur l'environnement et l'être humain.....	64
Figure 3.7 : effets du courant continu	65

Liste des tableaux

Tableau 1.1: champ d'application de l'audit interne	16
Tableau 3.1 : les domaines de tensions (Décret n°88-1056)	61
Tableau 3.2 : les effets du passage du courant alternatif	64

Liste des abréviations

- **A** : Ampère (unité de mesure de l'intensité du courant)
- **AMA** : Aubes mobiles d'admission
- **BT** : basse tension
- **C** : Conformité
- **CCGT** : Combined Cycle Gas Turbine
- **DAC** : Direction de l'Amélioration Continue
- **EV** : EnVironmental burner
- **EPI** : Équipements de Protection Individuelle
- **FRAP** : Feuille de Révélation et d'Analyse des Problèmes
- **GT** : gaz turbine (turbine à gaz)
- **HP** : high pressure (haute pression)
- **HRSRG** : Heat Recovery Steam Generators (Générateurs de vapeur à récupération de chaleur)
- **HT** : haute tension
- **ICS** : Systèmes de Contrôle Industriels
- **IFACI** : Institut Français de l'Audit et du Contrôle Interne
- **IHM** : Interfaces Homme-Machine
- **ISO** : Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)
- **KA26-1 SS** : kombi Anlage (combined cycle power plant), 26 : gaz turbine type/GT26,-1 : block arrangement [1+1+1] (une GT, une HRSRG, une ST), SS : single shaft
- **kV** : Kilovolt
- **LOTO** : Lockout/Tagout
- **LP** : low pressure (basse pression)
- **MP** : medium pressure (moyen pression)
- **NC** : Non-conformité
- **NF** : Norme Française
- **NF C 18-510** : Norme de sécurité électrique (ex-UTE C 18-510)
- **NFPA** : National Fire Protection Association

- **NO_x** : oxydes d'azote
- **ONSE** : Observatoire National pour la Sécurité Électrique
- **PDCA** : Planifier, Réaliser, Évaluer, Améliorer (cycle de gestion)
- **PLC** : Programmable Logic Controllers
- **QCI** : Questionnaire du contrôle interne
- **RCA** : Analyse des Causes Racines
- **RCI** : Référents Contrôle Interne
- **S&ST** : Santé et Sécurité au Travail
- **SAI** : Service d'Audit Interne
- **SCADA** : Supervisory Control and Data Acquisition
- **SEV** : Sequential EnVironmental
- **SGE** : Système de Gestion Environnementale
- **SKT** : Shariket Kahraba Terga
- **SMQ** : Système de Management de la Qualité
- **SONELGAZ** : Société Nationale de l'Electricité et du Gaz
- **SONATRACH** : Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures
- **SPA** : Société par Actions
- **ST** : steam turbine (turbine à vapeur)
- **TBT** : très basse tension
- **TET** : températures d'entrée des turbines à gaz
- **U_c** : Tension de contact
- **V** : Volt
- **Z_{ch}** : Impédance du corps humain
- **Z_i** : Impédance interne
- **Z_p** : Impédance de la peau

Introduction générale

Les accidents électriques représentent une menace sérieuse dans de nombreuses industries, notamment dans le secteur de l'énergie. Leur impact peut être dévastateur, entraînant des blessures graves, des décès, ainsi que des dommages matériels significatifs. Les centrales électriques, où l'électricité est produite à grande échelle, sont particulièrement vulnérables à ces risques en raison de la complexité des installations et de la puissance des équipements utilisés. Une défaillance dans les systèmes électriques ou une erreur humaine peut entraîner des incidents graves, mettant en danger la vie des travailleurs et provoquant des interruptions coûteuses de la production d'énergie.

La centrale électrique SKT, en Algérie, n'échappe pas à ces préoccupations. En tant qu'un des principaux fournisseurs d'énergie du pays, cette centrale joue un rôle crucial dans la satisfaction des besoins énergétiques de la population et de l'industrie. Toutefois, son importance stratégique rend la gestion des risques électriques encore plus cruciale. Les incidents électriques au sein de SKT peuvent entraîner des répercussions non seulement sur la sécurité des employés, mais aussi sur la fiabilité de l'approvisionnement en électricité de vastes régions.

Afin de minimiser ces risques et d'assurer un environnement de travail sûr, il est essentiel de mener des audits réguliers sur les accidents électriques. Un audit permet d'identifier les causes profondes des incidents passés, d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention et de protection en place, et de proposer des améliorations concrètes. Dans le cadre de cette étude, on se concentre sur un audit exhaustif des accidents électriques au sein de SKT.

L'audit de SKT Terga vise à analyser les données disponibles sur les incidents électriques, à examiner les procédures et les protocoles de sécurité actuels, et à identifier les lacunes potentielles dans la prévention des accidents. Cela inclut une évaluation rigoureuse des équipements, des formations du personnel, des pratiques de maintenance et de l'ensemble des systèmes de gestion de la sécurité électrique. En outre, l'étude s'efforcera de comprendre les facteurs humains et organisationnels qui peuvent contribuer aux accidents, comme les erreurs de manipulation, le non-respect des protocoles de sécurité, ou les conditions de travail stressantes.

Notre travail se divise en quatre chapitres :

- Le premier chapitre sera consacré au volet théorique, il présentera l'audit interne, son historique, ses objectifs et la méthodologie de sa réalisation.
- Le deuxième chapitre présentera la centrale SKT, et ses unités de production.
- Le troisième chapitre montre les différents risques et accidents électriques pouvant survenir dans la centrale.
- Pour finir, le quatrième chapitre exposera les constats d'audit et le rapport d'audit et nous discuterons les résultats pour identifier les pistes d'amélioration et proposer des mesures correctives.

CHAPITRE 1 : Introduction à l'audit interne

1.1. Introduction

Dans un environnement économique et technologique en constante évolution, les entreprises sont confrontées à des défis de plus en plus complexes. Elles doivent non seulement répondre aux exigences réglementaires, mais aussi gérer les risques liés à leurs opérations, tout en assurant leur performance et leur rentabilité. L'audit interne se positionne comme un élément clé de la gouvernance d'entreprise, jouant un rôle crucial dans l'évaluation et l'amélioration des processus internes, ainsi que dans la prévention des risques.

L'audit interne est une activité indépendante et objective qui fournit à la direction et aux parties prenantes des évaluations fiables sur l'efficacité des contrôles internes, la gestion des risques et les processus de gouvernance. Il ne se limite pas à la vérification des états financiers, mais englobe l'ensemble des activités de l'organisation, contribuant ainsi à l'amélioration continue des opérations.

Ce chapitre vise à présenter les concepts fondamentaux de l'audit interne, ses objectifs, et les principes qui le régissent. Nous explorerons également les normes et méthodologies qui encadrent cette pratique, en mettant en lumière son importance pour l'atteinte des objectifs stratégiques de l'entreprise. Une bonne compréhension de l'audit interne est essentielle pour appréhender les chapitres suivants, qui aborderont des applications spécifiques, notamment dans la gestion des risques électriques et la prévention des accidents dans des environnements industriels complexes tels que les centrales thermiques.

L'objectif est de fournir une base solide sur laquelle les pratiques d'audit pourront être appliquées de manière efficace, en assurant non seulement la conformité et la sécurité, mais aussi la performance et la durabilité à long terme de l'organisation.

1.2. Bref historique de l'audit

Le terme « audit » vient du latin « audire », qui signifie « entendre », car dans l'Antiquité les auditeurs écoutaient les rapports oraux des fonctionnaires aux propriétaires ou à ceux ayant autorité et confirmaient l'exactitude des rapports. Au fil des ans, le rôle a évolué pour vérifier les documents écrits également.

❖ Avant 1840

Les pratiques antérieures d'audit, bien que non bien documentées, sont la preuve de l'existence de l'audit. L'audition a été trouvée pour être présente dans la civilisation antique

de la Chine, de l'Égypte et de la Grèce sous forme d'activités antiques vérifiant. Les activités de contrôle trouvées dans la Grèce antique semblent être les plus proches de l'audit actuel.

Les premiers auditeurs enregistrés étaient les espions du roi Darius de la Perse antique (522 à 486 av.). Ces auditeurs ont agi comme « les oreilles du roi » en vérifiant le comportement des satrapes provinciaux (un gouverneur provincial dans l'ancienne Perse).

En 1494, Luca Pacioli publie le livre sur le système de comptabilité à double entrée utilisé par les marchands de Venise. Il s'agit du premier livre sur la comptabilité.

❖ **Années 1840 - 1920**

La vérification moderne a commencé en 1844, lorsque le Parlement britannique a adopté la Joint Stock Companies Act. Pour la première fois, la loi exigeait que les administrateurs fassent rapport aux actionnaires par l'intermédiaire d'un état financier vérifié, le bilan. En 1844, le vérificateur n'était pas tenu d'être comptable ou indépendant, mais en 1900, une nouvelle loi sur les sociétés a été adoptée qui exigeait un vérificateur indépendant.

La première organisation de comptables publics fut la Society of Accountants à Édimbourg, créée en 1854. L'American Association of Public Accountants a été créée en 1887 et est devenue plus tard l'American Institute of Certified Public Accountants (AICPA).

Jusqu'en 1930, l'audit était axé sur les transactions. Autrement dit, il s'est concentré sur les procédures suivies pour traiter une transaction; ces procédures se fondaient en grande partie sur des preuves internes.

❖ **Années 1920 - 1960**

La pratique américaine a évolué depuis la fin du XIXe siècle vers un processus de collecte des preuves concernant les actifs et les passifs ou ce que l'on appelle souvent une vérification du bilan. En raison de la présentation d'un nombre important de rapports financiers trompeurs qui ont contribué au krach boursier de 1929.

Les U.S. Securities Acts de 1933 et 1934 ont créé la Securities and Exchange Commission (SEC), qui régissait les principales bourses aux États-Unis. Ces lois ont grandement influencé la vérification dans le monde entier.

Les sociétés qui souhaitent négocier des actions sur les bourses américaines devaient établir des états financiers vérifiés ainsi que des bilans. En outre, à cause des problèmes antérieurs liés aux rapports financiers trompeurs des années 1920, l'accent a été mis sur l'équité de la présentation de ces états financiers et le rôle du vérificateur était de vérifier l'équité de la présentation.

❖ Années 1960 - 1990

Les auditeurs avaient notamment pour tâche de s'assurer que les états financiers étaient présentés de façon juste. Le rôle des vérificateurs en ce qui concerne la vérification des états financiers est demeuré globalement le même que pour l'exercice précédent.

Dans les années 1970, on a observé un changement d'approche de la vérification des comptes, qui est passée de « vérifier les transactions dans les livres » à « s'appuyer sur le système ». Ce changement est dû à l'augmentation du nombre de transactions résultant de la croissance continue de la taille et de la complexité des entreprises. Par conséquent, les vérificateurs avaient, au cours de cette période, beaucoup plus largement recours aux contrôles internes des sociétés dans leurs procédures d'audit. Lorsque le contrôle interne de la société était efficace, les vérificateurs réduisaient le niveau d'essais détaillés sur les substances.

Au début des années 1980, les méthodes d'audit ont été réajustées et l'évaluation des systèmes de contrôle interne s'est révélée un processus coûteux ; les auditeurs ont donc commencé à réduire le travail sur leurs systèmes et à utiliser davantage les procédures analytiques. Le développement, au milieu des années 80, de la vérification fondée sur les risques en est une extension. La vérification fondée sur les risques est une approche de vérification où un vérificateur se concentre sur les domaines qui sont plus susceptibles de contenir des erreurs.

❖ Années 1990 - Présent

Au début des années 2000, on a assisté à divers scandales comptables comme ceux de World Com, Enron, Tyco, etc. En réponse à la chute d'Enron, le Sarbanes-Oxley acte 2002 a été adopté, ce qui a apporté diverses dispositions sur la responsabilité tant pour la direction que pour les vérificateurs. La loi Sarbanes-Oxley a étendu les fonctions de l'auditeur pour vérifier le caractère adéquat des contrôles internes sur l'information financière.

Ces scandales comptables ont également conduit à la chute d'Arthur Andersen, l'un des 5 grands cabinets d'audit de l'époque, en raison de son rôle dans le scandale Enron.

Bien que les objectifs généraux de la vérification pour la période actuelle demeurent les mêmes, c'est-à-dire le fait de donner de la crédibilité aux états financiers, des changements importants ont été apportés à la pratique de la vérification suite à une réforme importante dans divers pays.

1.3. Définition de l'audit [1]

Un **audit** est une analyse menée par un ou plusieurs experts, avec un œil impartial et si possible indépendant, sur un aspect précis de l'entreprise.

L'auditeur va évaluer, investiguer, mais aussi vérifier et contrôler des éléments précis. Un audit peut être ordonné dans le but de vérifier que l'entreprise respecte des règles ou des normes en vigueur. Un audit peut également être déclenché afin de réaliser un état des lieux d'un service ou d'un département complet d'une entreprise. **L'audit est un outil d'amélioration bien plus qu'un outil de sanction**, qui permet de détecter les points forts et les points faibles, et de mesurer les efforts à réaliser pour parvenir à des résultats meilleurs.

1.4. Les types d'audit

Type d'audit	Description
Audit interne	L'audit interne est un processus d'évaluation indépendant, réalisé au sein d'une organisation, pour examiner et améliorer l'efficacité des opérations, des contrôles internes, et de la gestion des risques. Il vise à conseiller la direction et à renforcer la gouvernance et les processus internes.
Audit externe	L'audit externe est une évaluation indépendante des états financiers d'une organisation, effectuée par un tiers extérieur. Son objectif est de vérifier la véracité et la conformité des états financiers avec les normes comptables en vigueur, afin de fournir une opinion impartiale aux parties prenantes externes.
Audit de certification	L'audit de certification est un processus clé permettant de garantir la conformité des organisations et des entreprises aux normes et aux spécifications en vigueur. Il s'agit d'une évaluation indépendante et objective menée par des experts qualifiés. Elle permet de vérifier que les politiques, les procédures et les pratiques de l'entité auditée sont conformes aux exigences de la norme visée.
Audit réglementaire	L'objectif d'un audit réglementaire est de vérifier qu'un projet est conforme à la réglementation et aux normes.
Audit continu	Un audit continu est un processus interne qui examine les pratiques comptables, les contrôles des risques, la conformité, les systèmes de technologie de l'information et les procédures opérationnelles sur une base continue. Les audits continus sont généralement axés sur la technologie et conçus pour automatiser la vérification des erreurs et la vérification des données en temps réel.
Audit du fournisseur	Un audit du fournisseur est effectué pour une entreprise qui vise à obtenir une évaluation

fournisseur	objective de la conformité de ses entrepreneurs ou fournisseurs aux termes, conditions et intention des contrats ou accords entre deux entités.
Audit du client	La vérification des clients consiste en un examen détaillé de la façon dont les clients perçoivent l'entreprise concernée, examinent les besoins de chaque client et évaluent le rôle que joue l'entreprise dans chacune des activités du client.
Audit du magasin	Un audit de magasin évalue la santé d'un point de vente au détail à l'aide de données concrètes. Les détaillants, les employés ou un tiers parcourent le magasin ou le magasin couvert par l'audit contextuel pour recueillir des informations sur ce qui fonctionne, ce qui se vend et ce qui ne se vend pas.
Audit de la qualité	Un audit qualité est le processus d'examen systématique d'un système qualité effectué par un auditeur qualité interne ou externe ou une équipe d'audit.
Audit du projet	Un audit de projet est un examen formel d'un projet, souvent destiné à évaluer la mesure dans laquelle les normes de gestion de projet sont respectées. Les vérifications sont généralement effectuées par un service de vérification spécialement désigné, le Bureau de gestion des projets, un comité de gestion agréé ou un vérificateur externe.
Audit fiscal	les audits fiscaux sont effectués de manière aléatoire, en personne ou par courrier. Cet audit permettra de déterminer s'il y a des anomalies dans la déclaration d'impôt déposée par l'entreprise. Cela signifie que les taxes déclarées doivent être exactes, car un paiement excessif ou des erreurs d'information peuvent vous attirer des ennuis avec le FISC.

1.4.1 Autres formes d'audit [2]

- ✓ **Audit combiné** : un audit de combiné est un audit du (des) système (s) de management d'une organisation portant sur un ensemble de deux critères d'audit/norme au minimum réalisé en même moment.
- ✓ **Audit croisé** : les audits croisés est une bonne pratique de l'audit de première partie ou audit interne. Il s'agit d'un échange de temps entre deux organismes : un organisme **A** réalise les audits qualité pour / chez l'organisme **B** et inversement.
L'avantage de ce type d'est de pouvoir obtenir une objectivité accrue et une capacité d'analyse plus importante grâce à la neutralité de l'auditeur (qui vient d'une autre entreprise).

- ✓ **Audit seconde partie** : les audits de seconde partie sont réalisés par des tiers ayant un intérêt à l'égard de l'organisme, comme les clients ou d'autres personnes agissant en leur nom comme les cabinets d'audit, conseil ;
Ils sont aussi appelés audit fournisseur lorsqu'il s'agit de vérifier la conformité des achats chez le fournisseur lui-même. Ces audits sont assez courants dans le secteur automobile pour s'assurer de la conformité des pièces fournies par le fournisseur ou pour résoudre un défaut détecté. Il peut s'agir d'un audit système, processus, produit.
- ✓ **Audit tierce partie**: les audits de tierce partie sont réalisés par des organismes d'audit externes et indépendants tels que ceux qui octroient l'enregistrement ou la certification de conformité à l'ISO 9001 ou à l'ISO 14001.
- ✓ **Audit à blanc** : un audit à blanc est un audit interne qui est réalisé quelques semaines avant le premier audit de certification. Il a pour objectif de préparer l'audit de certification. En effet, il se réalise dans les mêmes conditions qu'un audit de certification généralement avec un auditeur extérieur à l'organisme : un consultant ou par l'organisme certificateur lui-même.
Cependant il est plus court qu'un audit de certification. Par exemple, il est d'une journée pour un audit de certification de 3 jours.
- ✓ **Audit d'initial** : l'audit dit « initial » est un audit tierce partie, c'est-à-dire un audit de certification mené par un organisme indépendant accrédité. Les règles définies par l'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) cadrent l'organisation de celui-ci.
 - **1ère étape** : Revue documentaire et examen de la définition du système de management.
 - **2ème étape** : Audit sur site qui permet d'évaluer la mise en application effective de votre système de management.

Il s'agit du tout premier audit qui permettra d'obtenir le certificat initial. En général, l'audit à blanc précède l'audit initial. Il s'agit d'une grande répétition de l'audit initial. Il est à noter que l'auditeur qui réalise cet audit est un auditeur qui a reçu la formation nécessaire et qui est enregistré comme auditeur **ICA** ou auditeur **IRCA**.

À la fin de l'audit initial, l'auditeur propose la certification de l'entreprise au comité de certification de l'organisme certificateur qui entérinera la décision de certification. Alors, l'organisme certificateur délivre le certificat pour 3 ans.

- ✓ **Audit de renouvellement** : c'est l'audit qui intervient 3 ans après l'audit initial et ensuite tous les 3 ans. Il permet de renouvellement le certificat de l'entreprise pour 3 ans.
L'audit de renouvellement se déroule comme un audit initial.
- ✓ **Audit de suivi** : l'audit de suivi est un audit de certification qui intervient un an après un audit initial ou un audit de renouvellement. Il est plus court qu'un audit initial ou de renouvellement car il s'agit de s'assurer de la bonne tenu du système de management et limiter les risques de dérives entre deux audits de renouvellement.
Un audit de suivi a lieu **+1** an après un audit de renouvellement et **+2** ans après un audit de renouvellement.
- ✓ **Audit complémentaire** : un audit complémentaire peut être demandé lorsque l'audit de l'organisme certificateur met en avant une non-conformité majeure. Celle-ci met en péril le maintien du certificat, ce qui induit un audit supplémentaire de la part du certificateur pour vérifier la mise en place du plan d'action qui permettra de lever la non-conformité.
Il est à noter que ce type d'audit est assez rare.

1.5. Audit interne

Audit, de sa racine latine signifie "écouter" dans le sens d'une analyse et une opinion sur une situation quelconque. Interne, car l'audit est exercé par du personnel salarié de l'entreprise. L'audit interne est à la fois une fonction nouvelle, une fonction universelle et une fonction permanente, avec des particularités singulières et qui ne se confondent avec aucun précédent historique. La fonction d'Audit Interne a fait son apparition pendant la crise économique de 1929 aux Etats-Unis, dans le but d'assister les réviseurs externes dans le contrôle des comptes des entreprises et de s'assurer sur la validité desdits comptes et sur l'application des règles comptables. Au début, l'audit est uniquement comptable et financier et ne peut être effectué que par des cabinets d'audit externe, des organismes de vérification indépendants avec pour seule mission la certification des états financiers des entreprises. Ainsi, face à la pression de la récession économique après 1930, il était question de réduire les charges des entreprises, de réduire le montant des dépenses et ces travaux nécessitent des tâches préparatoires notamment des inventaires, des analyses des comptes, sondages, etc... Et n'étant pas permanents et réguliers au sein des entreprises, les cabinets d'audit externe avaient suggéré à ces dernières de confier ces travaux préparatoires à son personnel. Ainsi, apparurent les "auditeurs internes" puisqu'ils effectuaient des travaux d'audit, au sens où l'on l'entendait alors, mais internes puisque membres à part entière des

entreprises. Ces auditeurs participaient aux travaux courants des auditeurs externes sans toutefois en établir les synthèses et les conclusions. Ils étaient appelés "Petits mains», "sous-traitants" des auditeurs externes. Ils étaient d'une importance capitale parce qu'ils permirent d'atteindre l'objectif initialement fixé qui était l'allègement des charges des entreprises. Même après la crise économique, on continua à les utiliser puisqu'ils avaient acquis la connaissance et la pratique de méthodes et outils appliqués au domaine comptable, et au fur et à mesure, leur champ d'application augmenta avec des objectifs modifiés...

En France, la fonction d'Audit Interne est née dans les années 60 mais connue du grand public en 1980.

Il faut aussi noter, en Grande Bretagne et aux Etats-Unis, après la deuxième guerre mondiale, les dirigeants de quelques grandes organisations avaient pris conscience de l'importance et de la nécessité d'un contrôle organisé, structuré et indépendant, en raison de quatre (4) besoins :

- ✓ Le développement et la croissance des activités.
- ✓ La complexité des phénomènes économiques et administratifs.
- ✓ La multiplication des délégations toujours plus étendues de la responsabilité.
- ✓ La prévention et minimisation des risques opérationnels.

En Afrique en général et en Afrique Francophone en particulier, la fonction d'Audit Interne était très peu connue dans les années 80, et sa création n'était que dans les filiales et succursales de certaines entreprises et multinationales occidentales (France, USA, Canada, Grande Bretagne...).

Au Tchad, l'évolution de la fonction d'Audit Interne s'est produite dans un environnement économique morose à savoir les pressions du marché financier, les exigences de la qualité de l'information financière, et n'est implémentée qu'au début des années 2000.

Aujourd'hui, la fonction d'Audit Interne élargi son champ d'intervention et domaine d'action de la fonction comptable et financière à toutes les autres fonctions, à toutes les directions, à tous les départements et services, à tout le processus de l'entreprise.[3]

1.5.1 Audit interne au sein des entreprises Algériennes

En 1995, la fonction d'audit interne est devenue prérogative de l'entreprise en vertu de l'ordonnance 95/25. En 2007, l'instruction du ministère de l'industrie et de promotion de l'investissement (MIPI) a ordonné la mise en place d'une structure d'audit interne au niveau

de chaque entreprise publique algérienne. Il est à noter que ce nouveau regain d'intérêt pour l'audit interne a permis l'essor de cette fonction dans plusieurs entreprises 228 publiques en dépit qu'il n'existe pas jusqu'à maintenant une base légale imposant une fonction d'audit interne au sein des entreprises.

Le 25 septembre 1995, l'ordonnance 95/25 portant gestion des capitaux marchands de l'Etat a levé l'obligation légale de l'article 40 de la loi 88-01 tout en laissant l'initiative à l'entreprise dans ce domaine en vertu de l'article 28 qui stipule toutes les dispositions contraires à la présente ordonnance sont abrogées et notamment la loi n°88-01 du 12 janvier 1988 portant loi d'orientation sur les entreprises publiques économiques à l'exception de ses titres 3 et 4 Le 30 janvier 2007, l'instruction du ministère de l'industrie et de promotion de l'investissement MIPI n°079/SG/07 ordonne la mise en place au niveau de chaque entreprise publique économique (EPE) d'une structure d'audit. De ce fait, la fonction d'audit interne a connu ces dernières années un développement notable dans certaines entreprises publiques algériennes mais elle n'a pas encore atteint sa maturité en comparaison avec les pays occidentaux telle que la France et les Etats-Unis et même par rapport à nos voisins le Maroc et la Tunisie Meziane.

Il a été aussi constaté au niveau des entreprises STARR et GIPLAIT, le risque de contournement du système paie (les besoins des dirigeants en matière d'informations sur la paie ne sont pas définis). Il a été relevé aussi que certaines entreprises ne respectent pas les normes de production, à titre d'exemple, pour l'entreprise GIPLAIT, la date de fabrication, la date de péremption ne sont pas mentionnées sur le sachet de lait Il a été constaté également que les entreprises choisies, hormis les entreprises INATEL et Sonatrach , l'intensité de la concurrence est faible.[4]

1.5.2 Définition de l'audit interne

- ❖ **Selon l'IFACI** : « L'Audit Interne est une activité indépendante et objective qui donne à une organisation une assurance sur le degré de maîtrise de ses opérations, lui apporte ses conseils pour les améliorer, et contribue à créer de la valeur ajoutée. » [5]
- ❖ **Selon la norme ISO 19011:2018, lignes directrices pour l'audit des systèmes de management**: « l'audit interne est un processus systématique, indépendant et documenté permettant d'obtenir des preuves d'audit et de les évaluer objectivement pour déterminer dans quelle mesure les critères d'audit sont remplis.» [6]

- ❖ **D'après HubSpot** : « l'audit interne est un processus qui vise à apporter à une entité l'assurance de la maîtrise de ses opérations et des conseils pour les optimiser. Il s'inscrit dans une démarche d'amélioration continue et peut être réalisé dans tous les types d'organisations, publiques ou privées. L'audit interne est mené par des auditeurs internes et répond à des normes internationales, contribuant ainsi à l'optimisation de la gouvernance et à l'amélioration des procédures de contrôle. » [7]
- ❖ **Selon dictionnaire Larousse** : « l'audit interne désigne un contrôle des opérations comptables, financières et de gestion effectué par une personne ou un service dépendant de l'entreprise ou de l'organisation auditée. »

1.5.3 Missions de l'audit interne

La mission de l'audit interne est d'accroître et préserver la valeur de l'organisation en donnant avec objectivité une assurance, des conseils et des points de vue fondés sur une approche par les risques.

Il peut s'agir de missions d'assurance ou de missions de conseil :

- ❖ **La mission d'assurance** consiste en un examen objectif d'éléments probant, en vue de fournir une évaluation objective et indépendante des processus de gouvernance, de management des risques et des contrôles.
- ❖ **La mission de conseil** a pour objectif de répondre à une attente spécifique d'un commanditaire en vue de lui apporter un avis, un conseil, une assistance ou une formation.

La mission doit être caractérisée lors de sa phase de préparation afin que le travail soit orienté pour répondre au type de mission défini.

1.5.4 Objectifs de l'audit interne

Les vérifications internes ont pour but de cerner les faiblesses des processus et de l'environnement de contrôle de l'organisation à l'interne afin qu'elles puissent être corrigées le plus rapidement possible pour éviter tout préjudice à l'organisation ou à ses intervenants. Par conséquent, le plan de vérification interne d'une organisation devrait être axé sur les risques ou, en d'autres termes, être conçu pour examiner les secteurs qui présentent le plus grand risque pour l'entreprise. Le plan de vérification interne devrait également comprendre une composante des besoins stratégiques d'un organisme. De même, chaque objectif de vérification interne devrait être aligné sur le plan de vérification.

1.5.5 Les types d'audit interne

L'audit interne, en tant que fonction essentielle au sein des organisations, se décline en plusieurs types, chacun adapté à des objectifs spécifiques et à des domaines d'évaluation distincts. Ces différents types d'audit permettent de couvrir un large spectre d'activités, allant de l'examen des processus financiers et opérationnels à l'évaluation des systèmes de gestion des risques, en passant par la conformité réglementaire et la gouvernance d'entreprise. Comprendre ces divers types d'audit interne est crucial pour saisir la manière dont cette discipline contribue à la création de valeur, à l'amélioration continue, et à la pérennité de l'organisation. Dans cette partie, nous examinons les différents types d'audit interne, en mettant en évidence leur importance respective et leur rôle dans la gestion efficace des opérations et des risques.

❖ Audit de conformité

Une entreprise peut être tenue de respecter les lois locales, les exigences de conformité, les réglementations gouvernementales, les politiques externes ou d'autres restrictions. Pour démontrer la conformité à ces règles, une entreprise peut charger un comité d'audit interne d'examiner, de compiler les informations appropriées et de fournir un avis global sur l'état de l'exigence de conformité.

❖ Audit financier interne

Les sociétés cotées en bourse sont tenues d'effectuer certains niveaux d'audit financier externe, dans le cadre desquels un tiers totalement indépendant donne son avis sur les documents financiers de la société. Les entreprises peuvent souhaiter approfondir les conclusions de l'audit ou effectuer un audit financier interne en prévision d'un audit externe. De nombreux tests entre un auditeur interne ou externe peuvent être similaires ; la nature de l'indépendance sépare les deux types d'audits pour les audits financiers.

❖ Audit environnemental

Les entreprises étant de plus en plus soucieuses de l'environnement, certaines prennent des mesures pour évaluer l'impact de leur activité sur la planète. Cela se traduit par un audit interne qui porte sur la manière dont une entreprise s'approvisionne en matières premières de manière sûre, minimise les gaz à effet de serre pendant la production, utilise des méthodes de distribution respectueuses de l'environnement et réduit sa consommation d'énergie. Les entreprises qui s'appuient sur un triple bilan peuvent effectuer des audits environnementaux internes dans le cadre de leur rapport annuel.

❖ Audit technologique/informatique

Un audit informatique peut avoir différents objectifs. L'audit interne peut être le résultat d'un procès externe, d'une plainte d'une entreprise ou d'un objectif d'amélioration de l'efficacité. Un audit interne axé sur la technologie examine les contrôles, le matériel, les logiciels, la sécurité, la documentation et la sauvegarde/restauration des systèmes. L'objectif est probablement d'évaluer l'exactitude générale des systèmes informatiques et les capacités de traitement.

❖ Audit de performance

Un audit interne axé sur la performance accorde moins d'attention aux processus qu'au résultat final. L'entreprise aura probablement défini des objectifs ou des mesures de performance qui peuvent être liés à des primes de performance ou à d'autres incitations. Par conséquent, un auditeur interne évalue le résultat d'un objectif qui peut ne pas être facilement quantifiable.

Par exemple, une entreprise peut souhaiter avoir élargi son recours à des fournisseurs diversifiés ; l'auditeur interne, indépendamment de tout processus d'achat, sera chargé d'analyser l'évolution des habitudes de dépenses de l'entreprise depuis que cet objectif a été fixé.

❖ Audit opérationnel

Un audit opérationnel est généralement effectué lorsque des employés clés quittent l'entreprise ou lorsqu'une nouvelle direction prend les rênes d'une entité. L'entreprise peut vouloir évaluer la manière dont les choses sont faites et si les ressources sont utilisées plus efficacement. Au cours d'un audit interne opérationnel, l'auditeur examinera si le personnel et les processus actuels répondent à la mission, à la valeur et aux objectifs d'une entreprise.

❖ Audit de construction

Les sociétés de développement, d'exploitation, immobilières ou de construction peuvent effectuer des audits de construction pour garantir non seulement le développement physique approprié d'un bâtiment, mais également une facturation appropriée du projet tout au long de la vie du projet. Cela comprend principalement le respect des conditions contractuelles avec l'entrepreneur général, les sous-traitants ou les fournisseurs indépendants, si nécessaire.

Il peut également s'agir de s'assurer que l'entreprise a effectué les paiements appropriés, les a perçus et que les rapports internes du projet concernant l'achèvement du projet sont corrects.

❖ **Enquêtes spéciales**

Dans certains cas, il peut être judicieux pour un comité d'audit interne d'évaluer une circonstance particulière qui ne se produira qu'une seule fois. Il peut s'agir de recueillir un rapport sur l'efficacité d'une fusion récente, de l'embauche d'un employé clé ou d'une plainte du personnel. Lors de la sélection des personnes pour l'audit d'enquête spéciale, une entreprise doit être particulièrement attentive à sélectionner des membres possédant l'expertise et l'indépendance appropriées.

Selon la structure de l'organisation, l'audit interne peut être préparé par le conseil d'administration ou par la haute direction... [8]

1.5.6 Le champ d'application de l'audit interne

Selon ISO 19011:2002: Le champ représente l'étendue et les limites d'un audit. Le champ décrit les lieux, les unités organisationnelles, les activités et les processus audités ainsi que la période de temps couverte.

En pratique le mot « périmètre » est quelquefois utilisé pour décrire les limites dans les entités auditées sur un thème donné.

Tableau 1: champ d'application de l'audit interne

Domaine d'audit	Description
Sécurité	Évaluation des mesures de sécurité sur site, y compris la prévention des accidents et des incidents.
Conformité	Vérification du respect des réglementations locales, nationales et internationales, ainsi que des normes de sécurité.
Efficacité opérationnelle	Analyse des opérations pour identifier les inefficacités et proposer des améliorations dans les processus de production.
Gestion des risques	Évaluation de la gestion des risques financiers, opérationnels et environnementaux, y compris les risques liés aux équipements.
Performance énergétique	Audit des systèmes et pratiques pour optimiser la consommation d'énergie et réduire les coûts, tout en respectant les normes environnementales.

Maintenance des équipements	Vérification des procédures de maintenance préventive et corrective pour assurer la fiabilité des installations.
Gestion des ressources humaines	Évaluation des pratiques de gestion des ressources humaines, y compris la formation et la sécurité des employés.
Impact environnementale	Analyse de l'impact des opérations de la centrale sur l'environnement et conformité avec les réglementations environnementales.
Systemes d'information	Audit des systèmes d'information utilisés pour le contrôle et la surveillance des opérations, y compris la cybersécurité.
Planification et budgétisation	Évaluation des processus de planification stratégique et budgétisation pour s'assurer qu'ils soutiennent les objectifs de l'organisation.

1.5.7 Périmètre des missions d'audit interne –rattachement

L'audit interne assure des missions potentiellement sur l'ensemble des entités de l'établissement, relatives à toutes les fonctions, et tous les processus à l'exception de :

- ❖ Les processus de formation (modalités et contenus des enseignements).
- ❖ Les travaux de recherche, la démarche de l'audit ne s'apparentant pas à une quelconque évaluation scientifique.

L'audit interne est rattaché fonctionnellement au Comité d'audit selon l'entreprise ou l'organisation et il doit être rattaché à un niveau hiérarchique suffisamment élevé pour assurer son indépendance et son autorité tel que la Direction Générale.

1.5.8 Rôles et responsabilités des acteurs

Le dispositif d'assurance de la qualité du contrôle interne s'articule autour de plusieurs acteurs au cœur desquels l'auditeur interne intervient. Il s'appuie sur les audités et les animateurs du contrôle interne pour mener à bien ses missions et rend compte de ses activités au comité d'audit qui lui même valide le programme de travail sous forme de plan d'audit.

- Arbitrer des recommandations en cas de désaccord entre l'auditeur et l'audité.

❖ **Le conseil d'administration**

✓ **Ses missions :**

- a. Approuver la charte d'audit.
- b. Installer le comité d'audit, comité spécialisé en charge du suivi des questions relatives à l'information financière, au contrôle interne et à la gestion des risques.

✓ **Le comité d'audit**

- ✓ **Sa composition :** le comité d'audit doit être composé d'au moins trois membres, avec une préférence pour un nombre impair pour faciliter la prise de décision.

✓ **Ses missions :**

- Veiller à l'efficacité et à l'indépendance effective de l'audit interne.
- Arrêter le plan d'audit, proposé par le Directeur de l'audit interne pour répondre au niveau de contrôle demandé par le Président /directeur de l'organisation ou l'entreprise concerné.
- Examiner, notamment sur la base des éléments communiqués par la Direction de l'audit interne, l'efficacité des systèmes de contrôle interne et de gestion des risques de l'entreprise.
- Examiner la correcte mise en œuvre des recommandations.
- Donner son avis sur l'adéquation entre missions et moyens de la Direction de l'audit interne.

Le Président du Comité d'Audit ou la personne qu'il a délégué, rend compte de l'activité du comité d'audit une fois par an au conseil d'administration de l'entreprise.

- ✓ **Son fonctionnement:** Le Comité d'Audit se réunit deux fois par an, sur convocation du Directeur de l'audit. Des réunions supplémentaires peuvent être organisées suite à la demande de l'un de ses membres ou de la gouvernance de l'établissement, demande adressée à son Président.

Le Comité d'Audit ne peut valablement délibérer que lorsque 3 membres sont présents (Physiquement ou par visioconférence). Un membre du comité empêché d'assister à une séance peut donner à un autre membre de son choix, mandat pour voter en son nom.

Les décisions du comité sont prises à la majorité simple des membres présents ou représentés. En cas de partage des voix, le président a voix prépondérante.

Chaque réunion fait l'objet d'un compte rendu écrit préparé par le Directeur de l'Audit interne et signé par le président du comité. Les décisions prises sont validées dans une période d'un mois après l'émission du compte rendu.

✓ **Les audités et responsables des entités auditées**

La bonne tenue d'une mission d'audit est également conditionnée par l'esprit constructif des audités. Les responsables de l'entité auditée devront donc :

- ✓ Aider les auditeurs dans l'exécution de leur mission en leur apportant toute l'information et la documentation nécessaire à la bonne compréhension du sujet.
- ✓ Porter une attention particulière aux constats, recommandations et apporter toutes les contributions et commentaires utiles pour en valider la pertinence.
- ✓ Elaborer les plans d'actions dans les règles de l'art (en respectant le caractère mesurable de leur achèvement et la pertinence en réponse à la recommandation) et s'engagent à les mettre en œuvre dans les délais pour lesquels ils se sont engagés.
- ✓ D'informer en toute transparence et sincérité de l'avancement des plans d'actions lors des évaluations demandées par le SAI.
- ✓ Les audités sont tenus de fournir aux auditeurs toutes les informations demandées. Les documents et informations confiés à l'audit interne durant la mission sont traités conformément au niveau de confidentialité requis, selon le type de documents.

✓ **Les acteurs du contrôle interne (DAC, référents CI)**

✓ **Direction de l'Amélioration Continue (DAC)**

- Anime le réseau des RCI et s'assure de la mise en œuvre effective de la feuille de route du contrôle interne.
- Forme les membres du réseau en fonction de leurs besoins.
- Propose des outils et des méthodes opérationnels pour franchir les étapes avec succès.
- Appuie l'appropriation de la démarche, de l'avancée des travaux et de ses résultats par l'ensemble des équipes.
- Stimule le groupe en créant du lien avec et entre les différents interlocuteurs pour garantir l'attractivité du réseau.

✓ **Référents Contrôle Interne (RCI)**

- Sont rattachés à une structure telle qu'une direction, service ou composante et en sont les relais principaux pour le déploiement du contrôle interne.

- Sont des experts sur les sujets inhérents à leur structure.
 - Mentionnent cette fonction dans leur fiche de poste, même si elle n'est pas exclusive.
- ✓ **Leurs missions spécifiques sont de**
- Déployer et maintenir le dispositif de contrôle interne sur leur périmètre, tel que défini par la feuille de route validée.
 - Participer au développement de la culture du contrôle interne au sein de leur structure.
 - Mettre en place d'outils et méthodologie du contrôle interne en collaboration avec la DAC.
 - Proposer des axes d'amélioration du contrôle interne.

1.5.9 Déontologie de la fonction d'audit interne

Il est attendu des auditeurs internes qu'ils respectent et appliquent les principes fondamentaux suivants :

- ❖ **Intégrité** : L'intégrité des auditeurs internes est à la base de la confiance et de la crédibilité accordées à leur jugement.
- ✓ **Les auditeurs internes**
- Doivent accomplir leur mission avec honnêteté, diligence et responsabilité.
 - Doivent respecter les dispositions légales, réglementaires ou professionnelles et faire les révélations requises par celles-ci.
 - Ne doivent pas sciemment prendre part à des activités illégales ou s'engager dans des actes discréditant l'audit interne ou leur Etablissement.
 - Doivent respecter et contribuer aux objectifs éthiques et légitimes de leur Etablissement.
 - Se référer aux codes de déontologie de la profession (IFACI, CRAIE).

L'auditeur se conforme aux règles relatives à la protection des données, des systèmes d'information et des accès physiques qui lui sont communiquées à l'occasion de sa mission. Il ne peut demander ou accepter qu'un accès en lecture dans les systèmes d'information et doit signaler immédiatement à l'entité concernée tout accès en écriture indûment permis.

- ❖ **Objectivité** : Les auditeurs internes montrent le plus haut degré d'objectivité professionnelle en collectant, évaluant et communiquant les informations relatives à l'activité ou au processus examiné.

Les auditeurs internes évaluent de manière équitable tous les éléments pertinents et ne se laissent pas influencer dans leur jugement par leurs propres intérêts ou par autrui.

- ✓ **Les auditeurs internes**

- Ne doivent pas prendre part à des activités ou établir des relations qui pourraient compromettre ou risquer de compromettre le caractère impartial de leur jugement. Ce principe vaut également pour les activités ou relations d'affaires qui pourraient entrer en conflit avec les intérêts de leur Etablissement.
- Ne doivent rien accepter qui pourrait compromettre ou risquer de compromettre leur jugement professionnel.
- Doivent révéler tous les faits matériels dont ils ont connaissance et qui, s'ils n'étaient pas révélés, auraient pour conséquence de fausser le rapport sur les activités examinées.

Afin d'éviter tout conflit d'intérêts, l'auditeur n'intervient pas dans l'entité au sein de laquelle il a été impliqué au cours des 12 mois précédents en tant qu'opérationnel.

Il doit déclarer à sa hiérarchie les activités ou les relations susceptibles de le placer en conflit d'intérêt avec l'entité ou de compromettre l'impartialité de son jugement.

Il ne doit pas non plus prendre de responsabilités opérationnelles dans une entité dans laquelle il est intervenu en tant qu'auditeur au cours des 12 mois précédents, sauf dérogation formelle accordée par sa hiérarchie.

- ❖ **Discrétion et Confidentialité** : Les auditeurs internes respectent la valeur et la propriété des informations qu'ils reçoivent ; ils ne divulguent ces informations qu'avec les autorisations requises, à moins qu'une obligation légale, réglementaire ou professionnelle ne les oblige à le faire.

- ✓ **Les auditeurs internes**

- Doivent utiliser avec prudence et protéger les informations recueillies dans le cadre de leurs activités.
- Ne doivent pas utiliser ces informations pour en retirer un bénéfice personnel, ou d'une manière qui contreviendrait aux dispositions légales ou réglementaires ou porterait préjudice aux objectifs éthiques et légitimes de leur organisation.

L'auditeur est tenu au secret professionnel. En contrepartie des droits dont il dispose, son devoir de discrétion concerne tant les informations auxquelles il accède que les conclusions de ses travaux. Il s'interdit d'exploiter les informations dont il a connaissance à des fins autres que la justification des recommandations formulées.

L'auditeur respecte les normes sécuritaires informatiques ou physiques édictées par l'entreprise pour assurer cette confidentialité.

❖ **Compétence et conscience professionnelle** : Les auditeurs internes utilisent et appliquent les connaissances, les savoir-faire et expériences requis pour la réalisation de leurs travaux.

✓ **Les auditeurs internes**

- Ne doivent s'engager que dans des travaux pour lesquels ils ont les connaissances, le savoir faire et l'expérience nécessaires.
- Doivent réaliser leurs travaux d'audit interne dans le respect des normes du cadre de référence de l'audit interne.
- Doivent toujours s'efforcer d'améliorer leur compétence, l'efficacité et la qualité de leurs travaux.

L'auditeur fait preuve de courtoisie, de professionnalisme et de rigueur dans la conduite des missions qui lui sont confiées, tant dans les constats qu'il établit que dans les recommandations qu'il formule. Il s'attache, autant que faire se peut, et en conformité avec ses propres délais d'investigation à prendre en considération les contraintes de l'entité.

1.5.10 La méthodologie de conduite d'une mission d'audit [10]

La démarche générale de l'audit se divise en trois phases et chacune a ses propres outils. Ces étapes retracent le processus de réalisation de la mission et exigent des auditeurs des compétences spécifiques.

❖ **La phase de préparation (pré-audit)**

C'est la période au cours de laquelle les travaux préparatoires vont être réalisés et ce avant de passer à l'action (phase de réalisation). Pour l'auditeur, il s'agit de chercher les informations nécessaires capables de cerner le sujet audité. Cette phase consiste à des observations, à des études préliminaires et à repérer les zones de risques, elle se compose de 4 étapes :

✓ L'ordre de mission

Selon IFACI, l'ordre de mission est le mandat donné par le directeur générale qui informe les principaux responsables concernés par l'intervention imminente des auditeurs, toutefois lorsqu'il s'agit d'une mission externe « lettre de mission » qui est un document contractuel entre l'entreprise et le document interne.

De ce fait l'ordre de mission remplit 2 fonctions :

- fonction de mandat
- fonction d'information

✓ La prise de connaissance de l'entité à auditer

Elle constitue l'étape la plus importante car c'est elle qui va conditionner la bonne ou le mauvais déroulement de la mission d'audit, appelé aussi phase de familiarisation, il consiste à :

- disposer d'une vision d'ensemble de l'organisation : objet de la mission (objectif, environnement,...)
- analyser les contrôles internes mis en place
- identifier les risques majeurs qui lui sont relatifs
- définir les objectifs de la mission

Généralement, 3 thèmes sont évoqués au cours de cette étape :

- l'organisation à savoir analyser l'organigramme de l'entité à auditer.
- Les objectifs de la fonction à auditer
- Les techniques que l'auditeur doit utiliser dans le cadre de sa mission.

L'auditeur au cours de cette phase établit un questionnaire de prise de connaissance grâce auquel l'auditeur collecte les informations pour mener à bien sa mission d'audit, de même il fait référence aux rapports d'audit antérieurs, les notes de services (circulaire) et tout document capable d'apporter une idée sur le fonctionnement de l'entité.

Une fois la collecte des informations est achevée, l'auditeur va pouvoir tester ses connaissances en établissant un document intitulé Plan d'Approche ; il se présente sous la forme d'un tableau qui va découper l'activité à auditer en tâche élémentaire d'une part et les objectifs de chaque tâche et activités d'autre part et il importe de préciser que le Plan d'Approche ne constitue que la 1ère partie d'un autre outil appelé Tableau d'Approche (tableau de risque, tableau des forces et faiblesses).

✓ L'identification des risques

Appelé aussi phase d'identification des zones de risque, son objectif est d'identifier les zones où les risques sont susceptibles de se propager que d'analyser les risques eux-mêmes. La méthode généralement adoptée pour identifier les risques tient compte de 3 facteurs :

- **L'exposition** : ce sont les risques qui concernent les biens de l'entreprise (incidence)
- **L'environnement** : à savoir les risques liés à différentes opérations
- **La menace** : elle est souvent imprévisible telle que la fraude.

✓ Outils de travail de l'auditeur

Pour identifier les risques, l'auditeur analyse les procédures, informations et chiffres significatifs collectés au cours de la précédente phase pour établir le T.F.F.A, ce dernier conclut la phase d'analyse des risques réalisés sur la base des objectifs définis dans le Plan d'Approche.

Il représente de façon synthétique et argumenter les présomptions de l'auditeur sur chacun des thèmes analysés, elle constitue l'état des lieux de forces et faiblesses réels ou potentiels et permet d'hierarchiser les risques dans le but de préparer le Rapport d'Orientation.

✓ Le rapport d'orientation

Il se présente sous la forme d'un document qui reprend les éléments d'identification des risques. Le rapport d'orientation définit les objectifs de la mission sous 3 rubriques :

- **Les objectifs généraux** : ils reflètent les principaux objectifs du contrôle interne, dans ce cas l'auditeur doit s'assurer de la bonne application de la procédure du contrôle interne au sein de l'entité auditée.
- **Les objectifs spécifiques** : ils matérialisent de façon concrète les dispositifs du contrôle interne qui feront l'objet d'un test ainsi sur la base de la fixation des objectifs spécifiques. L'auditeur est amené à définir les grandes lignes du questionnaire du contrôle interne qui sera utilisé au cours de la phase suivante.
- **Le champ d'action** : pour atteindre les objectifs préalablement fixés, les auditeurs vont délimiter leurs champs d'action répondant à leurs investigations. Ce champ d'action s'appuie sur 2 volets :
 - * champ d'action fonctionnel (fonction, service, département,...)

- * champ d'action géographique (lieu, région, usine,..)

❖ **Conclusion de la phase de préparation**

Les techniques utilisées au cours de cette phase, en plus de celles déjà utilisés sont : le diagramme de circulation, l'ordinogramme, le Questionnaire du Contrôle Interne...

❖ **Phase de réalisation d'audit interne**

Essentiellement une phase de travail sur le terrain, la phase de réalisation comporte 3 étapes principales :

- La réunion d'ouverture
- Le programme d'audit
- Le travail sur le terrain

✓ **La réunion d'ouverture**

Cette réunion marque non pas le début de la mission, mais le commencement des opérations de réalisation, elle doit être organisée et fondée sur un planning bien précis à savoir l'ordre du jour.

➤ **L'organisation de la réunion**

Cette réunion doit avoir lieu chez l'audité et pas l'auditeur, elle réunit les auditeurs et les audités, ainsi les auditeurs composés généralement de plusieurs membres (auditeurs seniors, auditeurs juniors) encadrés par le chef de mission, vont présenter aux audités leur planning.

Les audités sont dans un premier lieu les responsables directs du service ou de la fonction auditée et le directeur général de la société pour légitimer la mission et renforcer la position de l'auditeur. Ainsi un rapporteur parmi les participants doit être désigné pour préparer le compte rendu de la réunion.

➤ **L'ordre du jour**

Il doit être mis à la disposition des participants suffisamment de temps en avance (en générale 8 jours), et ce dans le but d'animer le débat entre auditeurs et audités.

Le rapport d'orientation préparé par les auditeurs au cours de la précédente phase constituera l'essentiel de l'ordre du jour.

Ce dernier aborde les points suivants :

- * Les présentations des auditeurs et des audités
- * Rappel sur l'audit interne
- * Présentation du rapport d'orientation

- * Rendez-vous et contact
- * Logistique de la mission
- * Rappel sur la procédure d'audit

✓ **Le programme d'audit**

Appelé aussi « programme_de vérification ou planning de réalisation », ce programme détaille les différents tâches à effectuer par les auditeurs, c'est un document interne au service d'audit dans lequel l'équipe chargé de la mission retrace le planning des activités d'audit.

Le programme d'audit doit répondre généralement à plusieurs objectifs, tel que :

- C'est un document contractuel qui fixe les objectifs principaux de la mission et permet de définir la hiérarchie au sein de l'équipe d'audit.
- C'est un fil conducteur entre les différentes activités et tâches.
- C'est un planning de travail.
- Il permet le suivi du travail à accomplir.
- Il constitue la source de documentation.

Au niveau de cette étape, l'auditeur fait appel à un certain nombre d'outil en particulier le Questionnaire du Contrôle Interne et les outils d'interrogation et de description.

✓ **Le travail sur le terrain**

Cette étape marque le commencement de la mission d'audit sur le terrain, l'auditeur doit rester ouvert à toutes les opinions et ne doit pas se transformer en un exécutant. Il doit procéder à des tests et des observations élaborées à l'aide du QCI et au cours desquels, il met en œuvre les FRAP (Feuille de Révélation et d'Analyse des Problèmes).

➤ **Les observations**

Dans le cadre de sa mission, l'auditeur se livre à 2 étapes d'observation :

- * **L'observation immédiate** : permettant de révéler et d'apprécier la qualité du travail et d'organisation. Toutefois l'auditeur doit se référer au contexte et aux aléas relatifs d'observation.
- * **L'observation spécifique** : En revenant au zone à risque identifié antérieurement, l'auditeur va réaliser des tests qui portent sur des opérations significatives et caractérisant un processus important.

➤ F.R.A.P

Selon IFACI : «la FRAP est le papier de travail synthétique sur lequel l'auditeur documente chaque disfonctionnement, conclut chaque section de travail et communique avec les auditeurs concernés. »

C'est un document normalisé qui va aider l'auditeur à formuler une recommandation pour remédier à un disfonctionnement.

Ce document va permettre à l'auditeur de mettre en évidence les disfonctionnement constatées et les solutions qui suggèrent. Il n'y a pas de FRAP si les investigations débouchent sur l'absence du problème. La FRAP attire plus l'attention sur les conséquences de disfonctionnement et les recommandations des auditeurs.

*** Principes d'élaboration d'une FRAP :**

Tout disfonctionnement méritant d'être signaler sera formulé en FRAP de la manière suivante :

- * Le problème qui le résume.
- * Les faits ou constats qui le prouvent.
- * Les causes qui l'expliquent.
- * Les conséquences que cela entraîne.
- * Les recommandations et les suggestions que le solutionnent.

➤ La preuve en audit interne

En terme d'analyse d'un constat, l'auditeur se demande toujours s'il a retenu ou pas les critères d'appréciation et de validation.

En effet, la norme d'audit dicte qu'un constat est considéré prouvé et donc validé dès qu'il remplit les conditions suivantes :

- * Les informations doivent être nécessaires (indispensable).
- * Les informations doivent être fiables.
- * Les informations doivent être pertinentes (répondant aux objectifs du mission).
- * Les informations doivent être utiles et vérifiables.

➤ Cohérence et validation

Une fois l'auditeur rassemblé les FRAP, il doit s'assurer donc de la cohérence de ses observations déjà formulées dans les FRAP et ce avant de les valider.

❖ Phase de conclusion d'audit interne

Après avoir établi l'ensemble des FRAP relative aux divers dysfonctionnements détectés, l'auditeur commencera à rédiger le projet de rapport d'audit.

En effet, le corps principal de ce rapport est élaboré à partir des dysfonctionnements figurant sur les FRAP.

- **Le projet du rapport d'audit**

Il est fondé sur les FRAP rédigés par les auditeurs, toutefois il est caractérisé par le fait que :

- * Les remarques et les observations qu'ils décèlent ne sont pas définies du moment qu'il n'était pas encore validé.
- * C'est le rapport d'un projet et donc il est incomplet puisqu'il ne présente pas les réponses des audités.

- **La réunion de clôture**

Il constituera la plateforme de rencontre entre les mêmes participants à la réunion d'ouverture, selon IFACI, « c'est la présentation orale par le chef de mission au principale responsable de l'entité audité, les observations es plus importantes, elle est effectuée à la fin du travail sue le terrain ». Cette réunion vise à examiner le projet du rapport d'audit qui distribuait à chaque participant quelques jours avant la réunion.

- * **Principe de la réunion de clôture :**

Pour réussir cette réunion, l'auditeur doit respecter un certain ensemble de principe, c'est-à-dire les auditeurs ne doivent pas mentionner au niveau de rapport que ce qui a été présenté aux audités.

- * **Principe de la file d'attente :**

C'est à dire la diffusion du projet du rapport d'audit touchera en 1er lieu les audités et surtout les responsables.

- * **Principe de Ranking :**

Les suggestions et les recommandations formulées par les auditeurs sont classées selon un ordre d'importance, ce classement est fait à partir des conséquences.

- * **Principe de l'action immédiate :**

Selon ce principe, l'auditeur a pour mission d'encourager l'audité de publier les résultats de la mission d'audit et de chercher à prendre des actions correctives.

- **Le rapport d'audit**

Selon IFACI, enfin d'intervention le rapport d'audit communique aux principaux responsables pour action et à la direction pour information les conclusions de l'audit concernant la capacité de l'organisation auditée à accomplir sa mission en mettant l'accent sur les dysfonctionnements pour faire développer des actions de progrès.

- **Le suivi des recommandations**

Selon IFACI, l'état des actions de progrès communique régulièrement à la direction les suites données aux recommandations formulées par l'auditée et éventuellement les résultats obtenus par des actions correctives des audits.

- **Conclusion de la phase de conclusion :**

L'audit a connu plusieurs transformations passant de la seule recherche de la protection du patrimoine de l'entreprise à un ensemble de technique mise en œuvre et ce par référence à des normes dans le but d'émettre une opinion sur le fonctionnement d'une organisation.

1.5.11 Définition de certains termes utilisés en audit

❖ **CONSTATATIONS OU CONSTATS D'AUDIT:** Une constatation d'audit est le résultat de l'évaluation des preuves d'audit recueillies par rapport aux critères d'audit. Les constats d'audits peuvent indiquer la conformité ou la non-conformité aux critères d'audit, ou bien des opportunités d'amélioration.

❖ **CRITERES D'AUDIT OU REFERENTIEL:** Les critères d'audit sont un ensemble de politiques, de procédures, de méthodes, de normes et d'exigences par rapport auxquelles les preuves d'audit sont comparées. Les critères sont les références à utiliser par les audités. Un audit est une comparaison faite à un moment donné entre d'un côté une situation réelle de terrain et de l'autre un référentiel documentaire qui définit une situation théorique attendue et qui devrait être réalisée. En langue française, les critères d'audit sont couramment appelés le référentiel de l'audit. En pratique, le rapport d'audit doit être la « photo d'un existant »

Il faut au moins un référentiel d'audit, c'est lui qui permet de former l'auditeur à la pratique de l'audit.

❖ **PREUVES D'AUDIT:** Les preuves d'audit sont des enregistrements, des déclarations de faits ou autres informations, pertinents pour l'audit, et qui sont vérifiés. Les preuves peuvent être qualitatives ou quantitatives. Elles démontrent l'existence ou la véracité de quelque chose. Elles sont fréquemment appelées « preuves tangibles ».

- ❖ **CONFORMITE (C)** : adéquation entre les constats et pratiques de terrain et les critères retenus par l'audit.
- ❖ **NON-CONFORMITE (NC)** : Absence totale de mise en place et/ou de documentation d'une exigence par rapport aux critères retenus. Les sources des non-conformités portent sur : l'exigence de loi ou d'un règlement qui engage les postes audités et qui n'a pas été suivi ; l'exigence d'une bonne pratique qui n'a pas été respectée au niveau des postes.
- ❖ **Amélioration (A)** : L'amélioration dans un audit fait référence à tout changement ou ajustement positif effectué pour renforcer l'efficacité des processus, systèmes, ou pratiques existants. L'objectif est d'améliorer les performances, d'optimiser les ressources, de réduire les risques, ou d'atteindre des résultats meilleurs que ceux exigés par les normes.

1.5.12 Avantages de l'audit interne [11]

Les avantages de l'audit interne sont les suivants :

- ✓ L'avantage le plus important d'un audit interne est qu'il mènera à la découverte d'erreurs. Par conséquent, lorsqu'un audit externe est effectué, les erreurs découvertes lors de l'audit interne auront été rectifiées.
- ✓ Puisque les employés de l'entreprise effectuent l'audit interne, il n'y a aucun coût supplémentaire, ce qui constitue encore une fois un gros avantage pour une entreprise qui effectue un audit interne.
- ✓ L'audit interne étant une procédure constante au cours de laquelle les registres sont vérifiés régulièrement, il garantit que le personnel comptable d'une entreprise tient les registres à jour.
- ✓ L'auditeur peut utiliser efficacement le travail effectué par l'auditeur interne grâce à la coordination planifiée de son travail.
- ✓ L'audit interne détecte à temps la mauvaise utilisation des ressources, ce qui contribue à réduire les dépenses inutiles.
- ✓ L'audit interne vérifie l'efficacité du personnel, ce qui contribue à accroître son efficacité.
- ✓ L'audit interne renforce le moral du personnel honnête, car les performances de tout membre du personnel seront évaluées à tout moment.

1.5.13 Inconvénients de l'audit interne

Outre les avantages, il existe certains inconvénients.

- ✓ Les actionnaires ou les autorités fiscales n'acceptent pas un rapport d'audit interne. C'est le rapport de l'auditeur externe qui doit être soumis à ces parties.
- ✓ Étant donné les employés de l'entreprise, il est probable que l'audit interne soit biaisé et, par conséquent, une entreprise ne peut pas se fier à de tels rapports.
- ✓ Puisqu'un auditeur professionnel n'effectue pas d'audit interne, les chances que les auditeurs internes ne détectent pas les erreurs sont élevées.

1.6. Conclusion

Au terme de ce chapitre, nous avons parcouru un large éventail de concepts et de pratiques liés à l'audit, en mettant particulièrement l'accent sur l'audit interne.

Nous avons commencé par une introduction qui a souligné le rôle central de l'audit interne dans la gouvernance d'entreprise, particulièrement dans un contexte économique et technologique en mutation rapide.

La définition de l'audit a ensuite été explorée, mettant en lumière la diversité de ses formes et ses applications. Les types d'audit ont été examinés pour offrir une vue d'ensemble des différentes approches et spécialités au sein de cette terme. Une attention particulière a été accordée à l'audit interne, avec une rétrospective sur son historique et son apparition dans les entreprises modernes, ainsi que sur son développement dans le contexte algérien.

En déclinant l'audit interne selon plusieurs définitions, nous avons pu cerner sa mission et ses objectifs, qui visent non seulement la conformité réglementaire, mais aussi l'amélioration continue des processus organisationnels. Le champ d'application, les périmètres, et le rôle des acteurs de l'audit interne ont été précisés, tout comme la déontologie qui encadre cette fonction essentielle.

La méthodologie de conduite d'une mission d'audit interne a été détaillée, offrant une approche structurée pour la mise en œuvre efficace des audits. Enfin, les avantages et les inconvénients de l'audit interne ont été discutés, permettant de prendre conscience des défis et des bénéfices associés à cette pratique.

En somme, ce premier chapitre a mis en lumière l'importance de l'audit interne dans la gouvernance d'entreprise. Il ne se limite pas à une simple vérification de la conformité aux normes, mais il constitue un outil essentiel pour l'amélioration continue des processus

internes. L'audit interne, par son approche rigoureuse et systématique, permet d'identifier les faiblesses, de proposer des actions correctives et d'assurer ainsi une meilleure gestion des risques. Dans les chapitres suivants, nous appliquerons ces concepts fondamentaux pour analyser les risques électriques et les mesures de prévention au sein de la centrale SKT, démontrant ainsi comment l'audit interne peut contribuer à la sécurité et à la performance dans un environnement industriel complexe.

CHAPITRE 2 : Présentation de la centrale électrique auditée SKT

2.1. Introduction

Dans l'ère de transition énergétique et de combat contre le changement climatique, la recherche de solutions plus propres et plus efficaces pour la production d'électricité est devenue une priorité mondiale. Parmi les technologies émergentes et prometteuses, les centrales électriques à cycle combiné (CCGT) se distinguent par leur efficacité énergétique et leur flexibilité opérationnelle. Ces installations innovantes, qui associent une turbine à gaz et une turbine à vapeur dans un même système, permettent de maximiser la production d'électricité tout en minimisant les émissions de gaz à effet de serre. Leur capacité à répondre rapidement aux variations de la demande électrique les rend particulièrement adaptées à l'intégration avec des sources d'énergie renouvelables, contribuant ainsi à une production d'énergie plus durable et fiable.

Au cœur de cette transition énergétique, se distingue la centrale électrique à cycle combiné SKT, établissant un pilier crucial dans l'évolution vers des solutions énergétiques plus durables en Algérie.

2.2. TERGA – Algérie 3 x 400 MW – KA26 Centrale à Cycle Combiné

2.2.1 Historique et Présentation de la centrale électrique SKT

La centrale électrique à cycle combiné Shariket Kahraba Terga (SKT) a été fondée en décembre 2007 grâce à un partenariat entre SONELGAZ, SONATRACH, Alstom, et Orascom Construction Industries. Elle est située dans la wilaya d'Ain Témouchent et a été mise en exploitation en juin 2012 par Shariket Kahraba El Djazair (SKE-SPA), une entreprise publique algérienne spécialisée dans la production et la distribution d'énergie électrique.

Avec une puissance de 1200 mégawatts, SKT est la première centrale à cycle combiné KA26 en Algérie et en Afrique. Elle fonctionne principalement au gaz naturel, avec le gasoil comme source de secours.

Les actionnaires de SKT sont SONELGAZ (51%) et SONATRACH (49%), et la gestion est assurée par la société par actions (SPA) Shariket Kahraba Terga.

Cette centrale couvre une large part des besoins en énergie de la région de l'Oranie et contribue de manière significative à l'interconnexion des réseaux électriques nationaux. Elle représente environ 10% de la production électrique nationale.

Ce grand acquis a permis, dans l'année 2012 à la wilaya, l'injection de 49 nouveaux postes transformateurs dont 29 pour la ville d'Ain Témouchent.

Faisant partie du programme d'urgence algérien pour augmenter la capacité de production électrique, SKT répond à la demande croissante due au développement industriel et à l'augmentation de la population. Elle contribue également à la protection de l'environnement et au développement économique local, notamment par la création d'emplois pendant la construction et l'exploitation de la centrale. [12]



Figure 2.1 : la centrale électrique 1200MW de Terga

2.2.2 Situation géographique de la centrale

La centrale électrique SKT est située dans la partie l’Ouest de l’Algérie, à la commune d’OULED BOUDJEMAA à 25 km d’Ain Témouchent.



Figure 2.2 : localisation de la centrale SKT [13]

2.2.3 L'importance de la situation géographique de SKT

La situation géographique de la centrale électrique revêt une importance marquant pour plusieurs aspects de son fonctionnement, de sa sécurité, et de son impact environnemental.

Les principales raisons pour lesquelles une centrale électrique est souvent située dans une zone isolée :

❖ Sécurité

Risque d'accidents : Les centrales thermiques fonctionnent en brûlant des combustibles fossiles (comme le charbon, le gaz naturel, ou le pétrole) pour produire de l'énergie. Ce processus comporte des risques d'incendie, d'explosion, et d'autres incidents graves. Un emplacement isolé réduit les risques pour la population environnante en cas d'accident.

Émissions dangereuses : Les centrales thermiques peuvent émettre des gaz toxiques, des particules fines, et d'autres substances dangereuses. En les situant loin des zones peuplées, on minimise l'exposition des populations à ces polluants.

❖ Impact environnemental

Pollution de l'air : Les centrales thermiques émettent des quantités significatives de dioxyde de carbone (CO₂), de dioxyde de soufre (SO₂), et d'oxydes d'azote (NO_x), qui contribuent à la pollution atmosphérique et au changement climatique. L'isolement aide à limiter l'impact de ces émissions sur les communautés humaines.

Pollution thermique : Le processus de production d'électricité dans une centrale thermique génère beaucoup de chaleur résiduelle, souvent rejetée dans l'air ou l'eau. Cette pollution thermique peut affecter les écosystèmes locaux, d'où l'importance d'une localisation éloignée des zones sensibles.

❖ Bruit et nuisance

Bruit industriel : Les turbines, les chaudières, et autres équipements d'une centrale thermique génèrent des niveaux sonores élevés. Un emplacement isolé aide à minimiser l'impact des nuisances sonores sur les populations voisines.

Transport de combustibles : Le transport régulier de combustibles fossiles (par camions, trains, ou pipelines) peut aussi causer des nuisances (bruit, pollution) dans les zones habitées. L'isolement de la centrale réduit ces impacts.

❖ Proximité des ressources

Accès aux ressources en eau : Les centrales thermiques nécessitent de grandes quantités d'eau pour le refroidissement. Elles sont souvent situées près de sources d'eau

abondantes (rivières, lacs), qui sont souvent éloignées des centres urbains.

Accès aux combustibles : La proximité des gisements de charbon, de gaz, ou de pétrole peut influencer l'emplacement de la centrale, souvent situé dans des zones peu peuplées pour réduire les coûts de transport.

❖ **Infrastructure et espace**

Espace requis : Les centrales thermiques et leurs infrastructures (zones de stockage de combustibles, bassins de refroidissement, etc.) occupent beaucoup d'espace. Les zones isolées offrent l'espace nécessaire pour ces installations.

Lignes de transmission : Les centrales doivent être connectées à un réseau de transport d'électricité. Les zones isolées permettent un tracé plus facile des lignes à haute tension sans trop d'interférences avec les zones résidentielles.

❖ **Protection des zones habitées**

Effets sur la santé publique : En éloignant les centrales thermiques des zones habitées, on réduit l'exposition des populations aux polluants et aux risques industriels, protégeant ainsi la santé publique.

Gestion des déchets : Les centrales thermiques génèrent également des déchets solides (cendres, scories) qui doivent être stockés ou traités. Un site isolé facilite la gestion et le stockage sécurisé de ces déchets sans affecter les zones résidentielles.

2.2.4 Les conditions climatiques sur lesquelles le site de la centrale a été choisi

La centrale thermique de Terga, située à Aïn Témouchent en Algérie, a été implantée en tenant compte de plusieurs conditions climatiques favorables, parmi lesquelles :

❖ **Température modérée** : La région bénéficie d'un climat méditerranéen, caractérisé par des hivers doux et des étés chauds. Les températures modérées limitent les besoins de refroidissement excessif des installations, ce qui est bénéfique pour le fonctionnement d'une centrale thermique.

❖ **Ventilation naturelle** : La région de Terga est sujette à des vents modérés provenant de la mer Méditerranée, ce qui favorise une bonne ventilation naturelle du site, aidant ainsi à dissiper la chaleur produite par les générateurs.

❖ **Faible risque de précipitations extrêmes** : Le climat de la région est relativement sec, avec des précipitations annuelles limitées, réduisant ainsi les risques d'inondation et de corrosion des équipements.

- ❖ **Ensoleillement** : La région bénéficie d'un ensoleillement significatif tout au long de l'année, bien que cela ne soit pas directement utilisé dans une centrale thermique à cycle combiné, cela contribue à un climat global favorable pour les infrastructures et le personnel.
- ❖ **Proximité de la mer** : La proximité de la mer Méditerranée facilite l'accès à l'eau de mer, utilisée pour le refroidissement des systèmes, notamment dans les centrales à cycle combiné qui nécessitent un refroidissement efficace.

2.2.5 Objectif de la centrale

Le rôle principal de cette centrale est de produire de l'énergie électrique à partir de la combustion du gaz naturel, elle est chargée dans le cadre national alimenté avec d'autres centrales en parallèles formant un réseau interconnecté qui part de l'est à l'ouest en passant par le centre, l'exploitation de ce réseau est assurée par le dispatching, situé au niveau D'ALGER la charge avec une fréquence de 50HZ.

La centrale de TERGA participe dans ce réseau avec une puissance de (1200MW), en exploitant (3GROUPES).

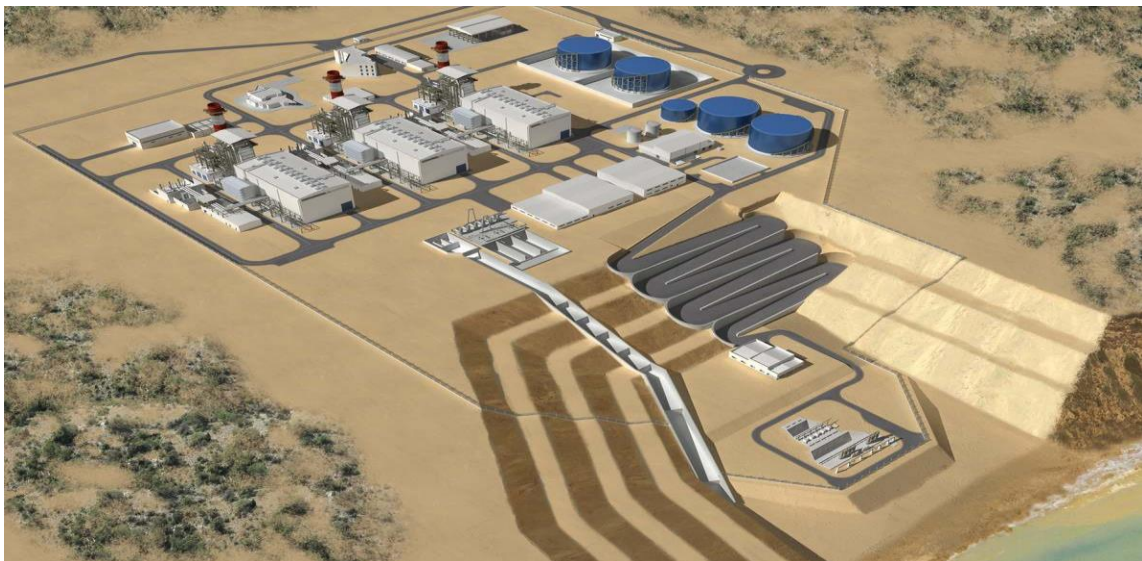


Figure 2.3 : Plan général en 3D de la centrale SKT

2.2.6 Configuration générale de la centrale SKT

La centrale électrique à cycle combiné de TERGA se compose de trois unités « mono-arbre » (ou single shaft) KA26-1 SS.

Chaque unité se compose d' :

- ✓ Une turbine à gaz (TG) ALSTOM type GT 26 équipée d'un système de combustion séquentielle à pré-mélange pauvre et à faibles émissions de NO_x (x=1 ou 2 ou 3).
- ✓ Un cycle eau / vapeur à trois niveaux de pression et resurchauffe avec chaudière de récupération.
- ✓ Une turbine à vapeur (TV) deux corps à trois niveaux de pression et resurchauffe.
- ✓ Un alternateur refroidi à l'Hydrogène, commun aux deux turbines.

La conduite de la centrale est réalisée par l'opérateur en fonction des demandes du gestionnaire du réseau électrique. La centrale est conçue pour fonctionner en continu à la charge nominale (AMA 0° / TET max) ou à charge partielle pour une température ambiante comprise entre -1°C et 45°C, le fonctionnement en pointe de la turbine à gaz n'est pas possible.

Les conditions ambiantes prise en compte pour le design sont les suivantes:

- ✓ **35°C** Température.
- ✓ **1,013 B** abs Pression.
- ✓ **76 %** Humidité relative.
- ✓ **23°C** Température eau de réfrigération (eau de mer).

Pour le démarrage, l'alternateur est utilisé comme moteur, la puissance est fournie par le réseau électrique.

❖ Production d'électricité

La puissance nette garantie d'une tranche (NEOG) en cycle combiné, basée sur les conditions nominales de fonctionnement est définie de manière suivante:

- ✓ **NEOG_{GN, Tranche} = 374 840 kW** pour une marche au gaz naturel.
- ✓ **NEOG_{FO, Tranche} = 369 475 kW** pour une marche au fioul.

La consommation spécifique nette de chaleur garantie (NHRG) d'une tranche en cycle combiné est définie de manière suivante:

- ✓ **NHRG_{GN, Tranche} = 6342 kJ/kWh** pour une marche au gaz naturel.
- ✓ **NHOG_{FO, Tranche} = 7156 kJ/kWh** pour une marche au fioul.

La puissance électrique fournie au réseau par un courant triphasé 50 HZ à et 400 kV de tension nominale côté Haute Tension du transformateur élévateur, à la sous-station de Terga. Le facteur de puissance est choisi par l'opérateur entre 0.80 et 0.91, celui ci étant mesuré aux bornes de l'alternateur.

La production de la centrale est réglée en contrôlant la charge de la turbine à gaz en fonction des exigences de production générale de la centrale.

❖ **Combustible**

La centrale est conçue pour fonctionner au gaz naturel en opération normale et au gasoil en secours. [12]

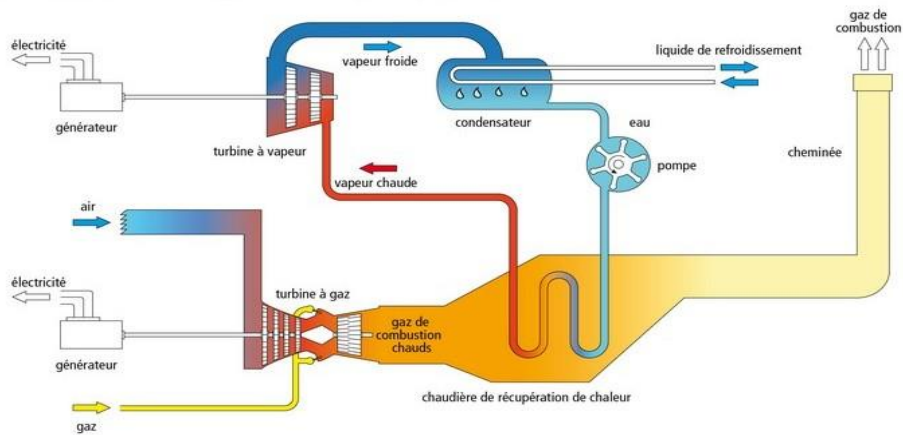


Figure 2.4 : Schéma d'une centrale à cycle combiné [14]

2.2.7 Composants et systèmes majeurs

La centrale de Terga est composée de trois Blocs à une seule ligne d'arbre.

La ligne d'arbre comprend la turbine à gaz entraînant le turboalternateur via un accouplement rigide. La turbine à vapeur est accouplée via un embrayage auto-commutable synchrone sur l'autre côté de l'alternateur. Cette disposition permet de démarrer et d'arrêter la turbine à vapeur indépendamment de la turbine à gaz, alors que la turbine à gaz est déjà en fonctionnement.

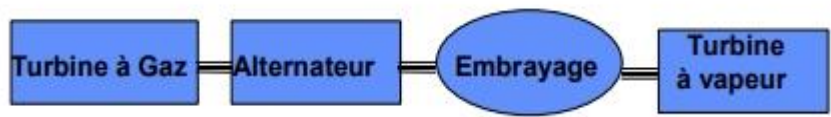


Figure 2.5 : Schéma de la ligne d'arbre

I. Turbine à gaz

La turbine à gaz constitue le cœur du cycle composite et détermine les principales caractéristiques des autres équipements de production en aval. Le modèle sélectionné est le GT26 de type Alstom. Elle est constituée d'un rotor avec un étage de turbine "haute pression" (HP), quatre étages de turbine "basse pression" (BP), 22 étages de compresseur et

deux chambres de combustion annulaires avec des brûleurs EV et SEV. La turbine applique le principe de combustion séquentielle. Le rotor est couplé de manière rigide à l'arbre de l'alternateur. La gestion du débit d'air est assurée par trois aubes mobiles d'admission (AMA). La température des gaz d'échappement est maintenue constante à son maximum en charge partielle pour optimiser le rendement. [15]

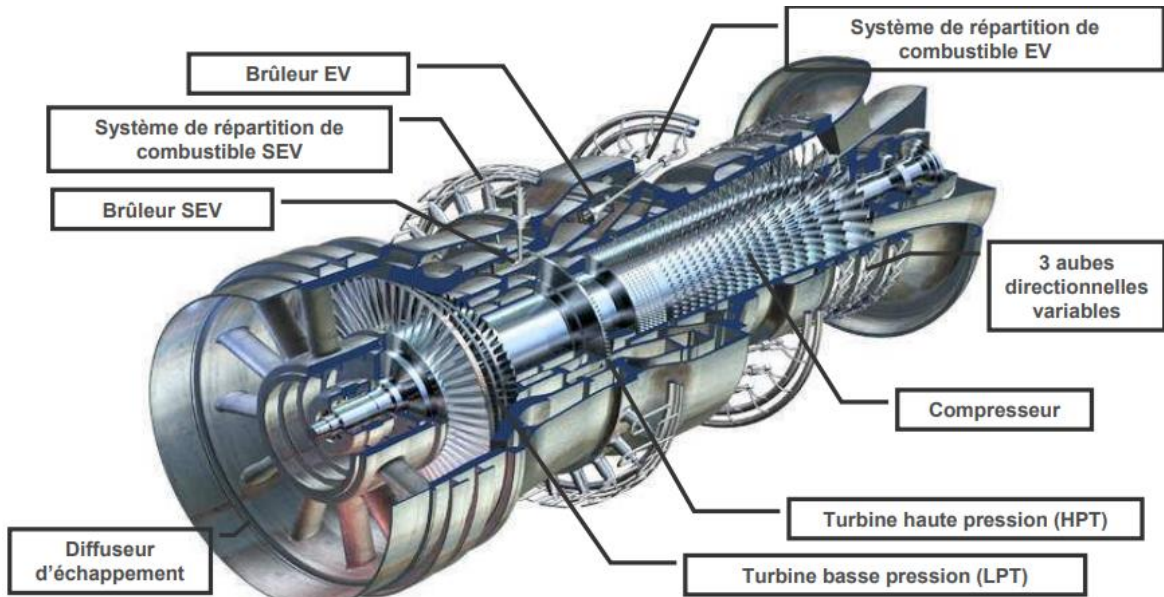


Figure 2.6 : Turbine à gaz GT26 Bloc thermique

II. Alternateur

L'alternateur Alstom type 50WT21H-120 est alimenté par la turbine à gaz et la turbine à vapeur, produisant de l'électricité à une tension de 20kV. Il produit de l'électricité sous forme de courant triphasé de 50 Hz avec une tension nominale de 400 kV côté haute tension du transformateur élévateur. Le facteur de puissance est choisi entre 0,80 et 0,91 et est mesuré aux bornes de l'alternateur. Cet alternateur triphasé, à deux pôles synchrones, est refroidi par de l'hydrogène, qui est lui-même refroidi par des échangeurs d'eau. L'hydrogène est stocké dans des bouteilles, et son étanchéité est assurée par une unité d'huile. Le rotor est couplé rigidement à un embrayage. [15]



Figure 2.7 : Alternateur Alstom (type 50WT21H-120)

III. Embrayage auto-commutable synchrone entre la TV et l'Alternateur

Cet embrayage connecte la turbine à vapeur (TV) à l'alternateur lorsque celui-ci est déjà en fonctionnement avec la turbine à gaz. L'embrayage s'engage automatiquement dès que la vitesse de la turbine à vapeur tend à dépasser celle de l'alternateur et se désengage lorsque le couple devient négatif.

IV. Turbine à Vapeur

La Turbine à vapeur Alstom, de type DKYZZ2-1N41BA, possède deux corps, trois pressions, et une resurchauffe. Le premier corps est l'étage haut pression (HP) et le deuxième corps de la turbine se compose des étages moyens pression (MP) et basse pression (BP). Le corps MP/BP est à double flux.

Les deux rotors des corps HP et MP/BP sont liés entre eux par un accouplement rigide. Le rotor HP est également lié à l'embrayage par un accouplement rigide.

Elle fonctionne en mode de pression glissante, avec les vannes d'admission complètement ouvertes en charge élevée et la pression de la vapeur vive contrôlée à charge plus basse. Cette configuration permet une adaptation efficace en fonction de la demande en électricité. [15]

V. Chaudière de récupération

Les trois turbines à gaz de la centrale sont chacune équipées d'une chaudière de récupération incluant des brûleurs d'appoint (HRSG – HEAT RECOVERY STEAM GENERATOR),

cette dernière produit de la vapeur à 3 niveaux de pression différents, ce qui permet une récupération très poussée de l'énergie thermique contenue dans les gaz d'échappement en limitant au maximum les pertes d'énergie à la cheminée. Les chaudières de récupération sont installées à l'extérieur des bâtiments principaux.

L'eau est chauffée dans les économiseurs et stockée dans les ballons respectifs pour chaque niveau de pression. La vapeur saturée est produite dans les évaporateurs HP, MP, et BP, et chaque niveau de ballon est régulé par une vanne de contrôle. La vapeur HP provient du surchauffeur à plusieurs étages HP, la vapeur MP du resurchauffeur via le surchauffeur MP, et la vapeur BP est également surchauffée. En sortie de la chaudière, les vapeurs HP et MP sont désurchauffées avec de l'eau alimentaire extraite des économiseurs correspondants pour garantir une température de fonctionnement optimale. La chaudière de récupération inclut également des systèmes pour préchauffer le gaz combustible, améliorer le rendement global du cycle combiné, et gérer les purges continues pour maintenir l'efficacité opérationnelle.

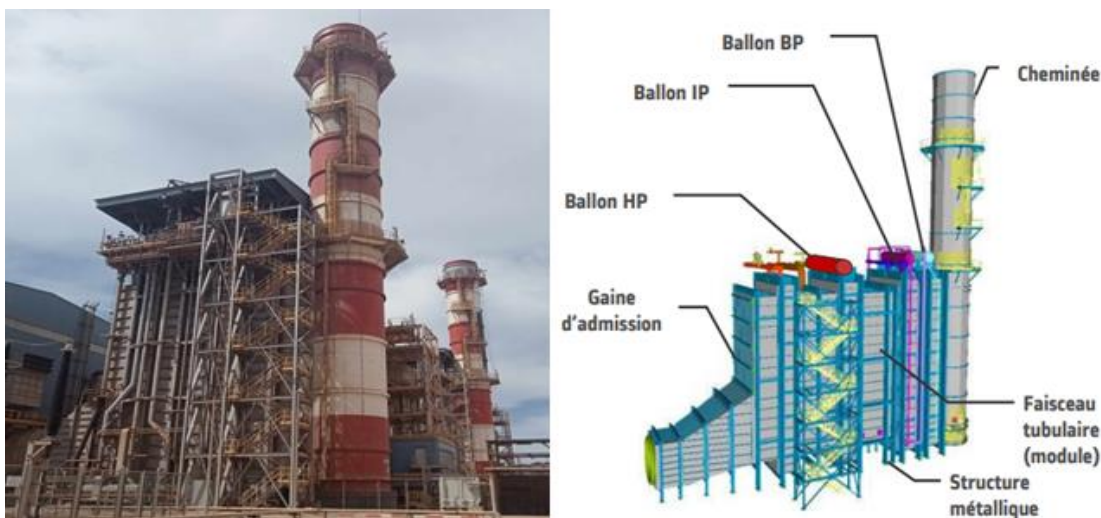


Figure 2.8 : Chaudière de récupération et ses composants

VI. Réfrigérants d'air TG

Un réfrigérant HP et un réfrigérant BP sont requis pour le refroidissement de l'air de la TG. Les réfrigérants sont des échangeurs de type hélicon à une seule passe (sans recirculation). Ils sont alimentés en eau HP et la vapeur produite est envoyée dans le système de vapeur HP de la chaudière de récupération.

VII. Cycle eau vapeur

C'est la partie où circulent l'eau et la vapeur, cette partie se compose de plusieurs systèmes, elle commence par le condenseur et se termine par le même départ c'est un cycle fermé.

Et afin de comprendre le fonctionnement de ce circuit on va situer chaque équipement et leur fonctionnement comme suite :

❖ Condenseur

Design : Axial refroidi à l'eau de mer, avec deux faisceaux doubles passe.

Fonctionnement : Permet d'opérer avec un seul demi-condenseur, bien que la pression à l'échappement de la TV augmente et la puissance produite diminue. Les gaz incondensables sont extraits au point le plus froid et la vapeur condensée est stockée dans le puits du condenseur.

❖ Pompes d'Extraction des Condensats

Types : Deux pompes verticales (2x100%), une en service et l'autre en secours.

Fonction : Extraire l'eau condensée et la renvoyer dans le cycle. La pompe de secours s'active automatiquement en cas de défaillance ou de besoin de contournement de la turbine.

❖ Système de Mise sous Vide du Condenseur (Côté Vapeur)

Composants : Un éjecteur de démarrage (1x100%) et deux éjecteurs de maintien (2x100%).

Fonction : Évacuer la vapeur pendant le démarrage et extraire les gaz non-condensables pendant le fonctionnement.

❖ Bâche Alimentaire / Dégazeur

Fonction : Stocker l'eau alimentaire pour la HRSG, préchauffer et dégazer l'eau d'extraction. Utilise un système de préchauffage et de la vapeur à resurchauffer selon le mode de fonctionnement.

❖ Pompes Alimentaires

Types : Deux pompes HP horizontales (2x100%) et des pompes MP/BP (2x100%).

Fonction : Pomper l'eau alimentaire à haute pression vers la HRSG. Une pompe est en service, l'autre est en secours.

❖ Pompes de Préchauffage Eau Alimentaire

Fonction : Recirculer et préchauffer l'eau alimentaire. Deux pompes de recirculation (2x50%) sont utilisées.

❖ Systèmes de Contournement Vapeur TV

Fonction : Faciliter le démarrage et les transitoires de la TV avec des by-pass HP, MP et BP qui dirigent la vapeur selon les besoins opérationnels et les conditions de la turbine.

❖ Système d'Étanchéité de la Turbine à Vapeur

Fonction : Empêcher l'air d'entrer dans les parties sous vide de la turbine et la vapeur de s'échapper.

❖ Ballon de Récupération des Purges à l'Atmosphère

Fonction : Recueillir les purges externes de la turbine, séparer la vapeur pour l'envoyer à l'atmosphère et renvoyer les condensats au système de traitement des effluents.

VIII. Systèmes de refroidissement

Des équipements auxiliaires La centrale est équipée d'un système de refroidissement pour chaque groupe incluant entre autres les turbines, les alternateurs, le circuit d'huile de lubrification, les pompes et les compresseurs. Le refroidissement de chaque groupe est assuré par un circuit fermé où circulera de l'eau qui sera refroidie en passant par un échangeur de chaleur à plaques, où circulera de l'eau de mer.

IX. Utilisation de l'eau

L'approvisionnement en eau nécessaire à la centrale se fait à partir d'une prise d'eau et d'une station de pompage. La majeure partie (99%) de l'eau de mer, soit environ 84000 m³/h, est utilisée dans le procédé, sans être dessalée comme eau de circulation pour le condenseur (utilisation principale) et pour le refroidissement des systèmes auxiliaires du groupe turbines à vapeur. L'autre partie de l'eau de mer (1%) passera dans le système de dessalement avant d'être utilisée dans le procédé comme :

- ✓ Eau d'appoint pour les chaudières de récupération (après traitement de déminéralisation).
- ✓ Eau de service (nettoyage des équipements, planchers, etc...).
- ✓ Eau de protection d'incendie.
- ✓ Eau potable.

X. Transformateurs et poste départ**❖ Transformateurs**

Les transformateurs jouent un rôle crucial dans la centrale électrique en ajustant les niveaux de tension pour la distribution et la transmission de l'électricité.

Transformateur Principal : Le transformateur élévateur est relié à l'alternateur et élève la tension de 20 kV à une tension de 400 kV pour la transmission sur le réseau électrique. Ce transformateur assure une conversion efficace de l'énergie produite en une forme appropriée pour la transmission longue distance.

Refroidissement : Le transformateur est refroidi à l'huile minérale avec un système de refroidissement additionnel pour maintenir la température optimale de fonctionnement, prévenant ainsi les surchauffes et prolongeant la durée de vie de l'appareil.

Sécurité et Protection : Des dispositifs de protection sont intégrés pour détecter et isoler les défaillances, telles que les courts-circuits ou les surcharges, afin de garantir la sécurité du réseau électrique et du personnel opérant la centrale.

Transformateurs Auxiliaires : Des transformateurs auxiliaires sont utilisés pour fournir l'énergie nécessaire aux systèmes internes de la centrale, comme les pompes, les ventilateurs et les systèmes de contrôle. Ces transformateurs abaissent la tension à des niveaux adaptés pour ces équipements auxiliaires.



Figure 2.9 : les transformateurs de la centrale

❖ Poste de départ

Le poste de départ est essentiel pour la gestion et la distribution de l'énergie produite par la centrale. Il inclut les éléments suivants :

Disjoncteurs : Ils sont utilisés pour connecter et déconnecter la centrale du réseau électrique. Ils permettent de couper rapidement l'alimentation en cas de problème, assurant ainsi la protection du réseau et des équipements de la centrale.

Sectionneurs : Utilisés pour isoler les différentes sections du poste de départ pour la maintenance ou en cas de défaillance, les sectionneurs permettent une manipulation en toute sécurité des différentes parties du système de transmission.

Transformateurs de Courant et de Tension : Ces transformateurs sont utilisés pour mesurer les courants et tensions du réseau, fournissant des informations précises pour le contrôle et la protection du réseau.

Systèmes de Protection : Des relais de protection surveillent les conditions de fonctionnement et déclenchent des disjoncteurs en cas de conditions anormales, comme les surtensions ou les surintensités, pour protéger l'infrastructure.

Systèmes de Communication : Le poste de départ est équipé de systèmes de communication avancés pour transmettre des données de contrôle et de surveillance aux centres de contrôle du réseau, permettant une gestion en temps réel et une coordination efficace des opérations de la centrale.

XI. Equipements connexes

- ❖ **Génératrice de démarrage** : La centrale est équipée d'un ensemble de groupes diesel qui permettront d'alimenter les composantes critiques de la centrale dans l'éventualité d'arrêt ainsi que pour son redémarrage. Ces génératrices sont alimentées au Gasoil.
- ❖ **Raccordement du gaz naturel** : Pour alimenter les 2000 millions m³ /an de gaz naturel par année, la centrale est raccordée au réseau de SONELGAZ. Le gaz naturel est filtré, comprimé ou détendu et réchauffé avant d'être injecté aux turbines à gaz, dans une station de traitement.
- ❖ **Entreposage des combustibles et des produits chimiques** : Il s'agit de réservoirs de stockage du gasoil qui servira pour les groupes diesel et comme combustible d'appoint pour les turbines à gaz et des aires d'entreposage confinées et conçues pour le stockage d'huile de lubrification et de produits chimiques.

XII. Bâtiments connexes

- ✓ Bâtiment administration/entretien Ce bâtiment comprend des bureaux, une cantine et une aire d'entretien pour usage comme magasin et pour la réparation d'équipement et appareillage.

- ✓ Poste de garde.
- ✓ Usine de dessalement/déminéralisation.
- ✓ Salles électriques et salle de contrôle.
- ✓ Traitement des eaux.
- ✓ Poste de très haute
- ✓ tension de type fermé à isolation gazeuse (GIS).

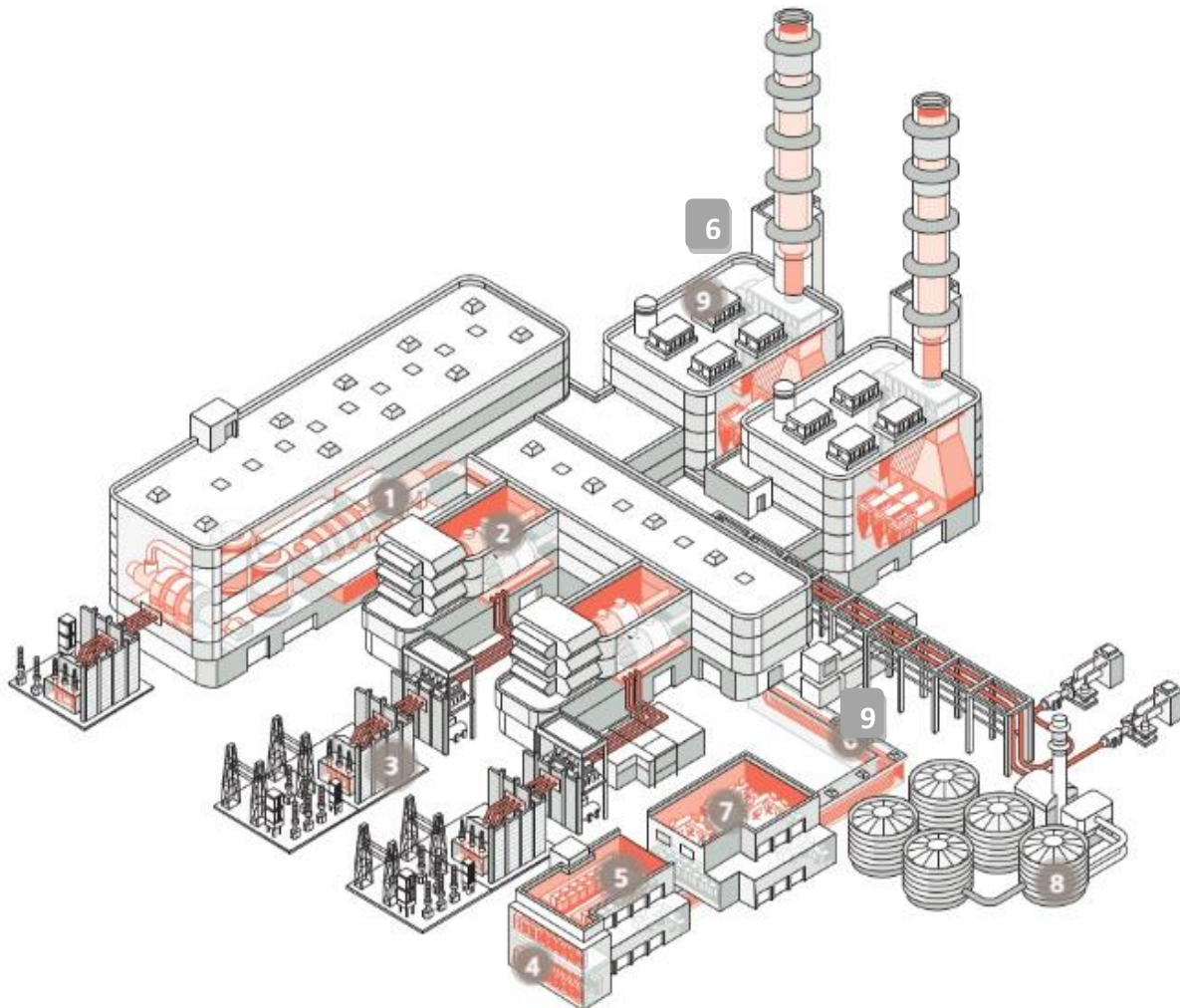


Figure 2.10 : les principales Zones Critiques de la centrale thermique [16]

1	Turbines à vapeur	4	Salles électriques et de contrôle	7	Bureaux
2	Turbines à gaz	5	Salles de serveurs	8	Cuves à carburant
3	Transformateurs	6	Chaufferies ave chaudière thermique	9	Chemins de câbles

2.2.8 Risques et mesures de protection dans les Zones Critiques de la centrale thermique

Zone	Risques	Mesures de protection
Turbines à vapeur	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques mécaniques (pièces en mouvement). ✓ Incendie, explosion, émission toxique. ✓ Risques électriques (générateurs). ✓ Risques thermiques (surfaces chaudes). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Protections des parties mobiles. ✓ Isolation thermique des surfaces chaudes. ✓ Mise à la terre et protection contre les contacts directs. ✓ Systèmes de détection d'incendie, extincteurs. ✓ maintenance régulière
Turbines à gaz	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Incendie. ✓ Explosion. ✓ Bruit excessif. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Systèmes de suppression d'incendie. ✓ Audit de sécurité. ✓ Isolation acoustique
Transformateurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques électriques (haute tension). ✓ Risques d'incendie (huile). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Enceintes de protection. ✓ Détection et extinction d'incendie. ✓ Rétention des fuites d'huile. ✓ Systèmes de refroidissement, dispositifs de détection de surchauffe.
Salles électriques et de contrôle	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques électriques (contacts directs et indirects). ✓ Panne de courant, Électrocution. ✓ Risques d'incendie (câblages). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Armoires et tableaux électriques sécurisés. ✓ Détection et extinction d'incendie. ✓ Ventilation et climatisation. ✓ Formation du personnel.
Salles de serveurs	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques électriques (contacts directs et indirects). ✓ Risques d'incendie (câblages). ✓ Panne, surchauffe. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Armoires et tableaux électriques sécurisés. ✓ Détection et extinction d'incendie. ✓ Ventilation et climatisation. ✓ Sauvegardes régulières.

Chemins de câbles	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques électriques (contacts directs et indirects). ✓ Risques d'incendie (câblages). ✓ Défaillance de communication. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Chemins de câbles en matériaux ignifugés. ✓ Bouchons coupe-feu. ✓ Mise à la terre et protection mécanique.
Bureaux	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques électriques (contacts directs et indirects). ✓ Risques d'incendie (câblages). ✓ Accidents divers. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Prises de courant sécurisées. ✓ Détection et extinction d'incendie. ✓ Formation en sécurité. ✓ Gestion des risques ergonomiques
Cuves à carburant	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques d'explosion et d'incendie (carburants). ✓ Risques de pollution (fuites). 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mise à la terre et équipements antidéflagrants. ✓ Rétention et détection des fuites.
Chaufferies avec chaudière thermique	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Risques thermiques (surfaces chaudes). ✓ Risques d'explosion (chaudière). ✓ Risques d'incendie (combustibles). ✓ Fuites. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Isolation thermique des surfaces chaudes. ✓ Soupapes de sécurité et détection des défauts. ✓ Détection et extinction d'incendie.

Les principales mesures de protection contre les risques électriques sont la mise à la terre, la protection contre les contacts directs et indirects, l'utilisation d'équipements conformes aux normes, la formation du personnel et l'habilitation électrique.

Pour prévenir les risques d'incendie, il faut utiliser des matériaux ignifugés, installer des systèmes de détection et d'extinction automatique, et mettre en place des consignes de sécurité incendie.

Enfin, la protection contre les risques thermiques passe par l'isolation des surfaces chaudes, la ventilation des locaux et l'équipement du personnel de protection individuelle adaptée (gants, vêtements, etc.)

2.3. Conclusion

En conclusion, ce chapitre a permis de dresser un tableau complet de la centrale électrique de Terga, en décrivant en détail ses principaux composants, son mode de fonctionnement, ainsi que son emplacement stratégique. La localisation de la centrale a été choisie en tenant

compte de conditions climatiques spécifiques, essentielles pour optimiser ses performances et réduire les impacts environnementaux.

Le chapitre a également mis en lumière les objectifs clés de la centrale, notamment la production d'électricité de manière fiable et durable. L'importance de la localisation a été soulignée, non seulement pour son rôle dans l'efficacité opérationnelle, mais aussi pour son influence sur la sécurité et la gestion des risques.

Enfin, les différentes zones critiques de la centrale ont été identifiées, ainsi que les principaux risques associés à chacune d'elles. Cette analyse préliminaire des risques offre un fondement solide pour aborder, dans les chapitres suivants, les dangers spécifiques liés aux accidents électriques et les mesures de prévention à mettre en œuvre.

**CHAPITRE 3 : Risques et accidents
électriques dans la centrale thermiques à
cycle combiné SKT**

3.1. Introduction

Les centrales électriques à cycle combiné sont des installations complexes qui intègrent des turbines à gaz et des turbines à vapeur pour optimiser la production d'énergie tout en améliorant l'efficacité thermique. Cette configuration permet non seulement de maximiser la production d'électricité, mais aussi de réduire les émissions et la consommation de combustible. Cependant, cette complexité accrue introduit une multitude de risques et de défis, notamment sur le plan électrique et en matière de sécurité électrique.

L'électricité, en tant que source d'énergie fondamentale dans une centrale à cycle combiné, joue un rôle central dans le fonctionnement des équipements et des systèmes de contrôle. Les risques électriques, qui peuvent se manifester sous diverses formes, allant des défaillances d'équipements aux erreurs humaines, en passant par des défaillances de conception ou des erreurs opérationnelles, sont étroitement liés à la sécurité électrique. Ces risques ont le potentiel de provoquer des accidents graves, qui peuvent non seulement causer des dommages matériels importants, mais aussi compromettre la sécurité des employés et affecter l'intégrité de l'environnement.

Ce chapitre vise à examiner en profondeur les risques électriques spécifiques aux centrales électriques à cycle combiné, en mettant en lumière les causes courantes d'accidents et les impacts potentiels sur l'opération et la sécurité. Nous explorerons les différents types de risques électriques, les scénarios d'accidents typiques, ainsi que les mesures de prévention et les stratégies de gestion mises en place pour minimiser les dangers associés à ces installations complexes, tout en mettant un accent particulier sur la sécurité électrique.

En analysant les incidents passés et en évaluant les pratiques actuelles de gestion des risques, ce chapitre fournira une compréhension approfondie des défis électriques uniques auxquels les centrales à cycle combiné sont confrontées. L'objectif est de souligner l'importance d'une approche proactive en matière de sécurité électrique et d'encourager l'adoption de meilleures pratiques pour garantir la sûreté et la fiabilité des opérations.

3.2. Le risque électrique

Un risque électrique se réfère à la probabilité de survenance d'un événement dangereux lié à l'utilisation, l'installation ou la maintenance des systèmes électriques, pouvant entraîner des dommages physiques, matériels, ou environnementaux. Ce risque peut être causé par

des facteurs tels que des défauts d'équipement, des erreurs humaines, des conditions environnementales adverses ou des défaillances dans les procédures de sécurité.

Le risque électrique englobe toutes les situations dans lesquelles l'électricité, en raison de sa nature et de son utilisation, présente un danger potentiel pour les personnes, les équipements ou l'environnement.

3.3. Définition d'accident électrique

Les accidents électriques se définissent comme des événements imprévus et indésirables qui résultent de la défaillance, de l'erreur ou de l'utilisation incorrecte des systèmes électriques, entraînant des dommages matériels, des blessures humaines, ou des perturbations opérationnelles.

Ces accidents se produisent lorsqu'une situation dangereuse liée à l'électricité se matérialise en un événement concret.

3.4. Définition d'incident électrique

Un incident est tout événement ou situation qui a le potentiel de causer des problèmes, mais qui peut ne pas nécessairement entraîner de conséquences graves. Les incidents peuvent être des événements mineurs qui, s'ils ne sont pas correctement gérés, pourraient évoluer en accidents.

3.5. Principaux facteurs d'accidents d'origine électrique [17]

Avant de parler des accidents, il est important de mettre en avant les facteurs :

- ❖ Non-respect des règles de sécurité lors de la conception ou modification d'une installation électrique.
- ❖ Mauvais état du matériel et des isolants en particulier (détérioration, coupure...).
- ❖ Utilisation inappropriée du matériel (appareil portatif, prolongateur...).
- ❖ Habilitation électrique non adaptée à l'opération à réaliser.
- ❖ Non-respect des distances de sécurité par rapport aux pièces nues sous tension.

3.6. Critères de classification des accidents

3.6.1 Nature de l'accident

- ❖ **Électrisation et électrocution** : Différenciation entre les blessures non mortelles (électrisation) et les blessures mortelles (électrocution).
- ❖ **Brûlures électriques** : Classification des brûlures en fonction de leur gravité (superficielles, profondes, internes).

- ❖ **Arc électrique** : Identification des accidents liés aux arcs électriques.
- ❖ **Incendies et explosions** : Distinction des accidents causés par des courts-circuits, des surcharges et des défaillances des équipements électriques.

3.6.2 Causes de l'accident

- ❖ **Contact direct** : Contact direct avec des conducteurs électriques sous tension.
- ❖ **Contact indirect** : Contact avec des surfaces ou des objets conducteurs sous tension.
- ❖ **Défaillance d'équipement** : Pannes ou dysfonctionnements des équipements électriques.
- ❖ **Erreurs humaines** : Comportements dangereux ou erreurs de manipulation.

3.6.3 Environnement de l'accident

- ❖ **En milieu domestique** : Accidents survenant dans les foyers, souvent dus à des installations électriques défectueuses ou à une utilisation inappropriée des appareils électriques.
- ❖ **En milieu industriel** : Accidents survenant sur les lieux de travail, notamment dans les usines et les chantiers, où les risques électriques peuvent être plus élevés en raison de la présence d'équipements lourds et de systèmes électriques complexes.

3.6.4 Profession des victimes

- ❖ **Travailleurs de l'électricité** : Électriciens, techniciens de maintenance, et autres professionnels directement impliqués dans les travaux électriques.
- ❖ **Autres travailleurs** : Personnes travaillant à proximité d'équipements électriques sans être des professionnels de l'électricité.
- ❖ **Grand public** : Individus non liés à des activités professionnelles spécifiques mais exposés à des risques électriques dans la vie quotidienne.

3.6.5 Gravité des blessures

- ❖ **Blessures légères** : Brûlures mineures, chocs électriques légers.
- ❖ **Blessures graves** : Brûlures sévères, traumatismes importants.
- ❖ **Décès** : Accidents entraînant la mort des victimes.

3.7. Les types des accidents électriques

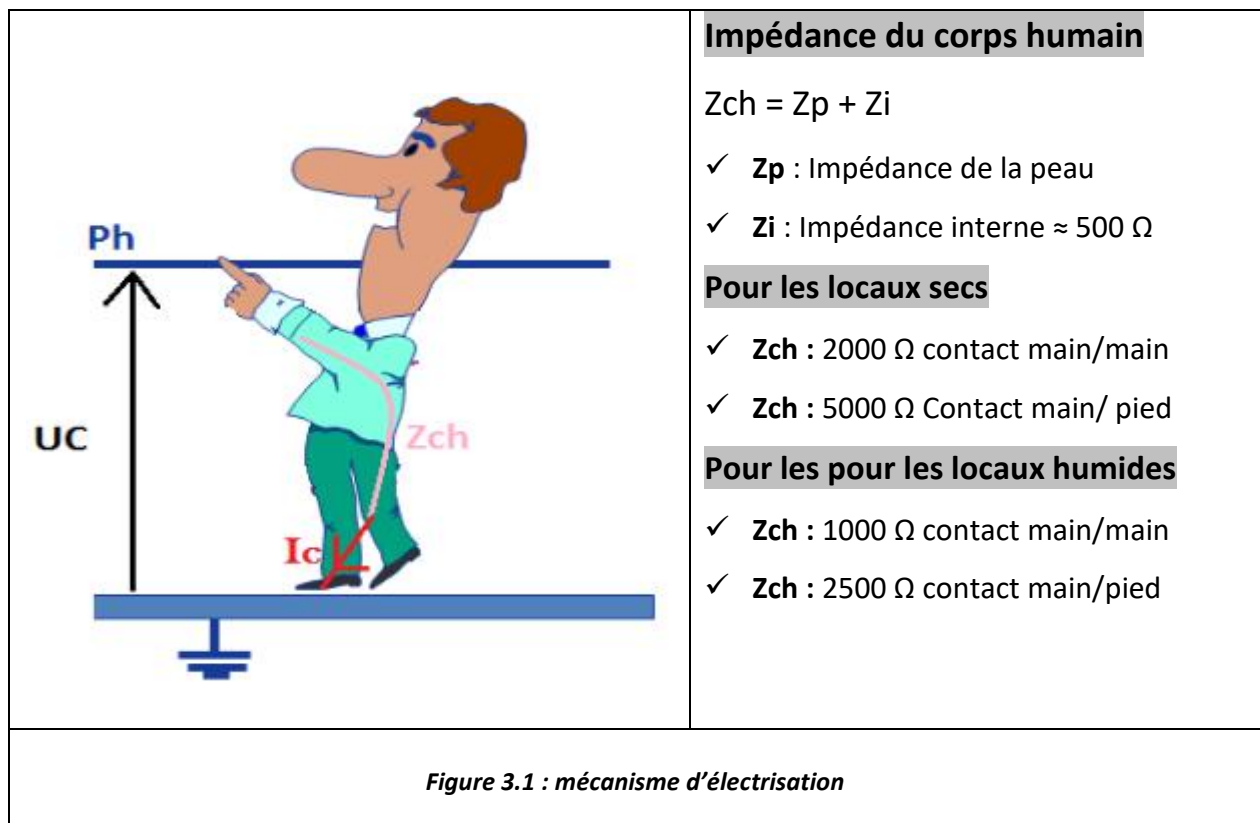
3.8.2 Electrification

L'électrification est le passage d'un courant électrique dans le corps, provoquant des blessures plus ou moins graves. Lorsque le corps humain est soumis entre deux points à une

tension U_c (tension de contact) il est traversé par un courant qui dépend de l'impédance Z_{ch} entre les deux points de contact. L'impédance du corps humain, mesurée entre les extrémités du corps est variable. Elle varie selon la nature de la peau (sèche, humide, grasse, etc.), les matériaux au contact, l'état de santé, etc. L'impédance de la peau est pratiquement inversement proportionnelle à : la tension de contact (phénomène de claquage ou de rupture diélectrique), l'humidité et la fréquence (à 500 Hz, l'impédance de la peau est environ le dixième de celle à 50 Hz, dans ces conditions l'impédance totale du corps humain peut être assimilée à son impédance interne).

❖ **La gravité de l'électrisation dépend de plusieurs facteurs**

- ✓ L'intensité du courant (A).
- ✓ La tension du courant.
- ✓ Le type de courant : alternatif ou continu.
- ✓ La durée du passage de l'électricité dans le corps.
- ✓ La superficie de la zone de contact avec la source électrique.
- ✓ La trajectoire du courant.
- ✓ L'état de la peau : normale ou calleuse, sèche ou humide (l'humidité est un facteur aggravant).



✓ La nature du sol (matériau isolant ou conducteur)

❖ **Types de contact électrique**

✓ **Contact direct** :(électrisations les plus fréquentes) 45% des accidents

Un contact direct signifie que la victime a touché une pièce conductrice ou un conducteur actif (phase ou neutre) qui est habituellement sous tension. [18]

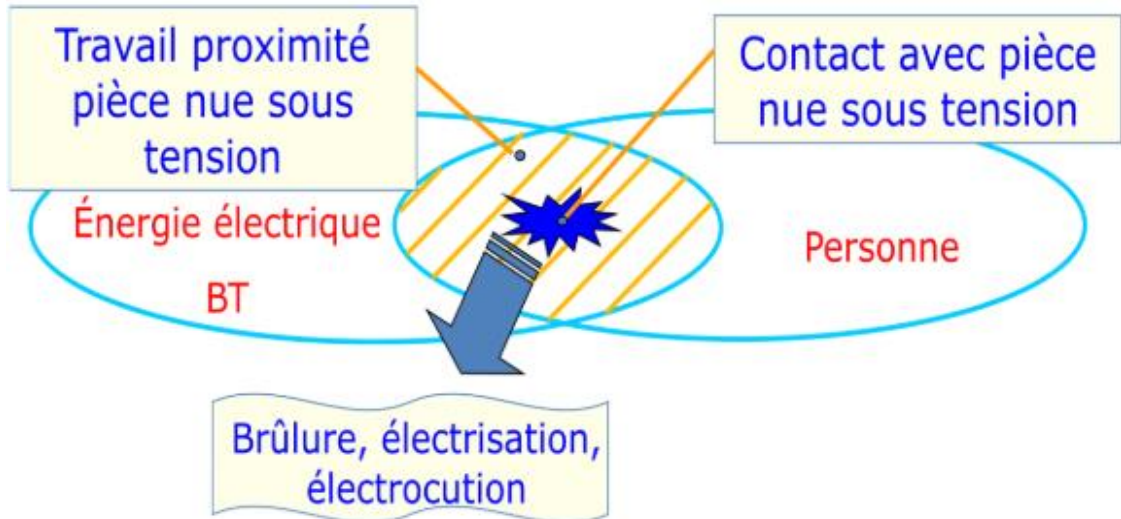
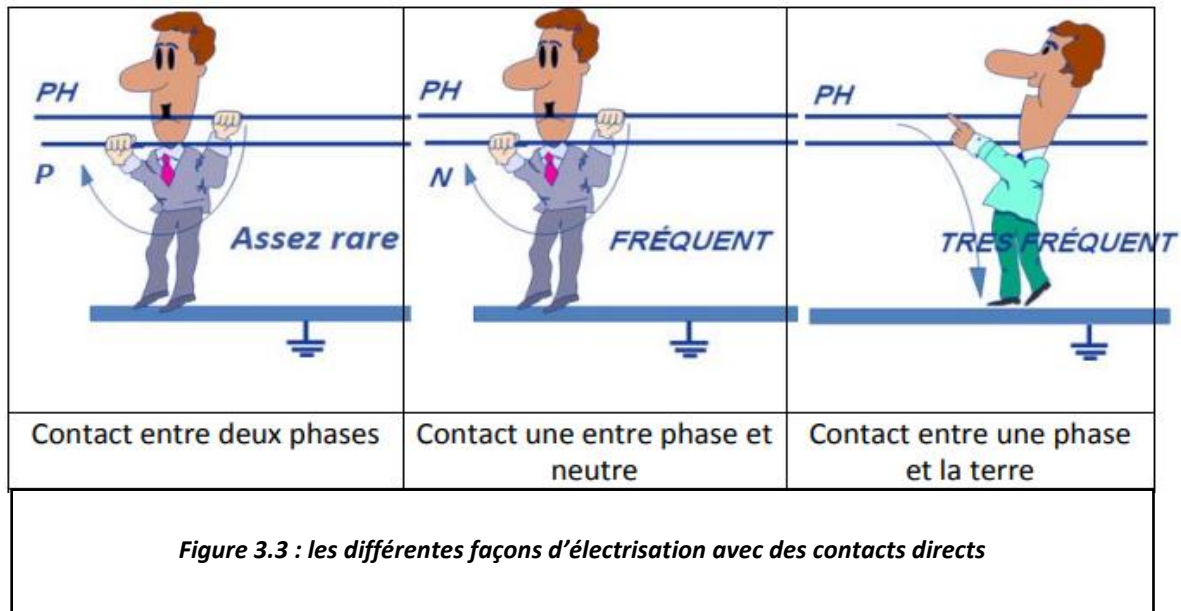


Figure 3.2 : processus d'accident avec contact direct



✓ **Contact indirect** :(électrisations peu fréquentes) 20% des accidents

C'est le contact des personnes avec des masses mises accidentellement sous tension. Cette mise sous tension accidentelle résulte de la défaillance de l'isolation d'un appareil amenant un défaut d'isolement. [19]

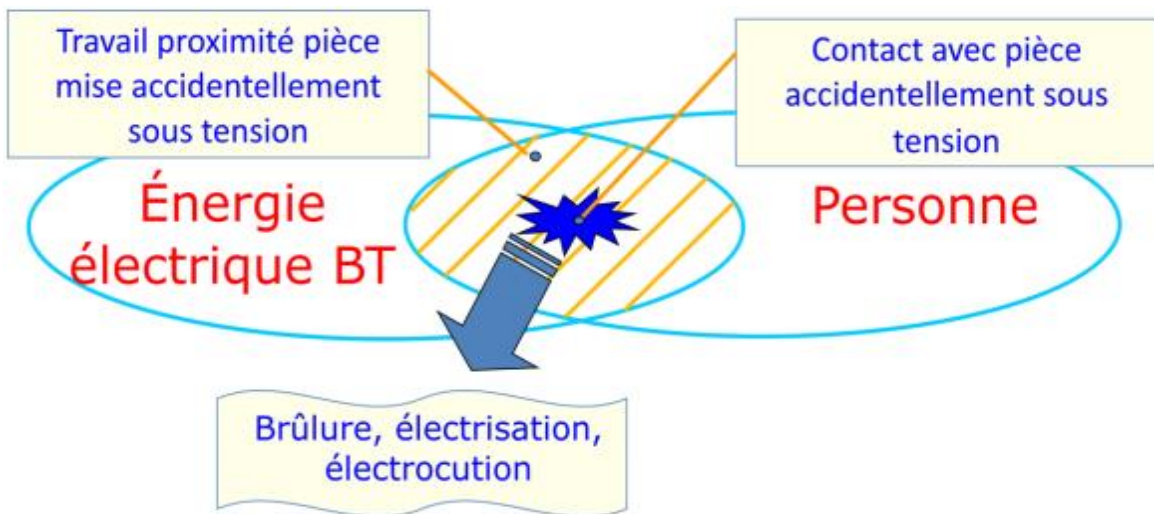


Figure 3.4 : mécanisme d'accident avec contact indirect

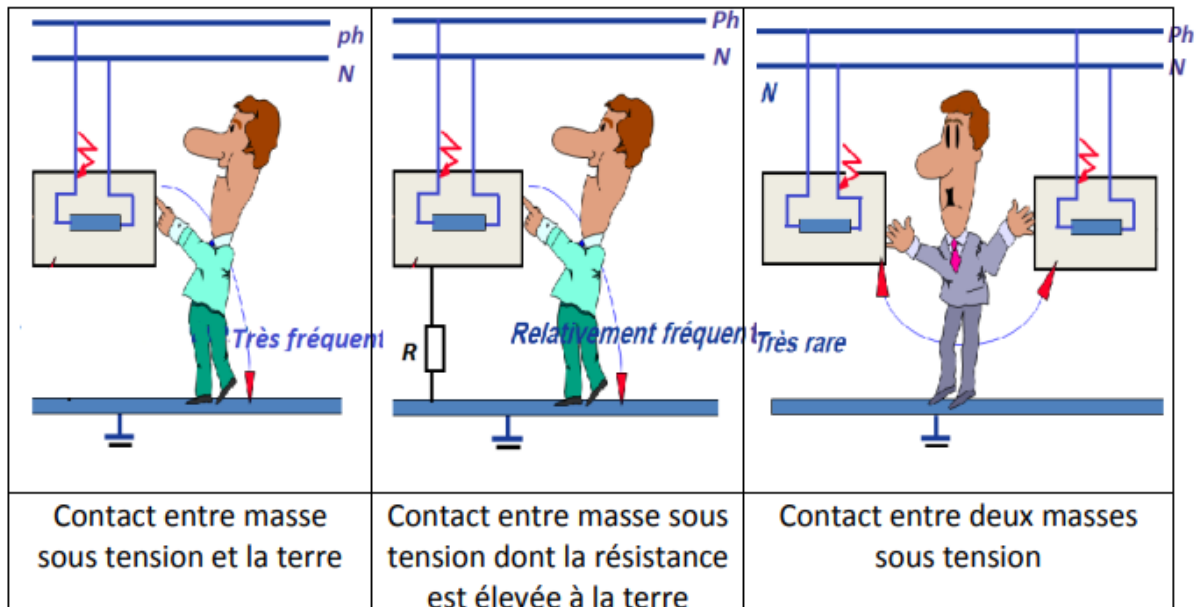


Figure 3.5 : les différentes façons d'électrisation avec des contacts indirects

3.7.2 Electrocution

Tout accident d'origine électrique ayant entraîné la mort.

3.7.3 Arcs électriques

Ce que l'on appelle « arc électrique » est un phénomène durant lequel le courant électrique, passant d'un point à un autre de l'air, devient visible. Ce phénomène recouvre aussi bien l'étincelle électrique que l'éclair.

Le phénomène d'arc électrique se produit nécessairement dans un milieu isolant. La plupart du temps, ce milieu isolant est l'air qui nous entoure. Dans certains environnements industriels, le phénomène d'arc électrique peut aussi être reproduit volontairement dans d'autres milieux gazeux isolants.

Pour qu'il y ait arc électrique, il faut qu'il y ait ionisation de ce milieu isolant. L'ionisation est une action qui consiste à enlever des charges à un atome ou à une molécule. Il se crée alors dans l'air ou dans le gaz isolant, qui n'est plus neutre, une sorte de passage qui permet aux électrons, et donc à l'électricité, de circuler. [20]

3.7.4 Courts-circuits

Un court-circuit est un phénomène électrique qui se produit notamment lorsque deux fils électriques sont mis en contact direct, le plus souvent suite à un défaut d'isolation. Il se traduit par une augmentation brusque de l'intensité du courant qui peut aller jusqu'à provoquer un incendie. [21]

3.7.5 Incendies [22]

Selon l'ONSE (Observatoire national pour la sécurité électrique), 25 % des incendies seraient d'origine électrique.

❖ Les principales causes sont

- ✓ L'échauffement des câbles dû à une surcharge.
- ✓ Le court-circuit entraînant un arc électrique.
- ✓ Un défaut d'isolement conduisant à une circulation anormale du courant entre récepteur et masse ou entre récepteur et terre.
- ✓ Des contacts défectueux (de type connexion mal serrée ou oxydée) entraînant une résistance anormale et un échauffement.
- ✓ La foudre.
- ✓ Une décharge électrostatique.

❖ Certains facteurs peuvent aggraver les échauffements

- ✓ Une ventilation insuffisante.
- ✓ L'accumulation de poussières ou de dépôts de graisse.
- ✓ Le stockage de matériaux inflammables à proximité d'installations électriques.
- ✓ L'empilage des câbles empêchant l'évacuation de la chaleur.

3.7.6 Explosions

Une explosion électrique se produit lorsque l'énergie électrique entraîne une libération violente et soudaine de gaz, de lumière, de chaleur et de pression. Ce type d'accident peut survenir en raison d'un court-circuit, d'un arc électrique ou de la rupture d'un équipement sous tension. Les explosions électriques peuvent causer des blessures graves, des dommages matériels et des incendies.

3.8. Les causes des accidents électriques

3.8.1 Défaillances du matériel électrique

Les défaillances du matériel électrique sont l'une des principales causes des accidents électriques. Elles peuvent survenir en raison de l'usure normale, des défauts de fabrication, d'une mauvaise installation ou d'un entretien inadéquat.

3.8.2 Erreurs humaines

Les erreurs humaines peuvent se produire à différents stades, de la conception à l'exploitation des équipements électriques. Elles peuvent résulter de la négligence, de l'inattention, d'une formation insuffisante ou d'une mauvaise communication.

3.8.3 Conditions environnementales défavorables

Les conditions environnementales peuvent affecter la sécurité électrique. Les facteurs comme l'humidité, la chaleur, la poussière et les vibrations peuvent dégrader les composants électriques et augmenter les risques d'accidents.

3.9. Domaines de tensions

La très grande majorité des accidents ont lieu en basse tension.

Tableau 3.1 : les domaines de tensions (Décret n°88-1056)

DOMAINE DE TENSION	COURANT ALTERNATIF	COURANT CONTINU
TBT	$U \leq 50$ volts	$U \leq 120$ volts
BTA	$50 < U \leq 500$ v	$120 < U \leq 750$ v
BTB	$500 < U \leq 1000$ v	$750 < U \leq 1500$ v
HTA	$1000 < U \leq 50$ kV	$1500 < U \leq 75$ kV
HTB	$U > 50$ kV	$U > 75$ kV

3.10. Les types de courant électrique [23]

3.10.1 Courant continu

Le courant continu se définit comme le déplacement des électrons dans un seul et même sens.

3.10.2 Courant alternatif

Le courant alternatif, définit comme transfère des électrons en cycles réguliers dans les deux sens.

3.11. Facteurs psychologiques contribuant aux accidents électriques

Les comportements des travailleurs et leur état psychologique jouent un rôle crucial dans la survenue des accidents électriques. Plusieurs facteurs psychologiques peuvent influencer la sécurité :

3.11.1 Stress et fatigue

Le stress et la fatigue sont parmi les principaux facteurs psychologiques qui peuvent augmenter le risque d'accidents électriques.

❖ Impact du Stress

- ✓ **Diminution de la concentration** : Le stress peut entraîner une diminution de la capacité de concentration, ce qui augmente le risque de négliger des procédures de sécurité essentielles, comme la vérification des systèmes avant de les manipuler.
- ✓ **Réactions impulsives** : Sous stress, les employés peuvent réagir de manière impulsive, prendre des raccourcis ou ignorer des protocoles, augmentant ainsi le risque d'accidents.

❖ Impact de la Fatigue

- ✓ **Erreurs de jugement** : La fatigue réduit la vigilance et peut conduire à des erreurs de jugement, comme une mauvaise évaluation des dangers ou une interprétation incorrecte des signaux d'alarme.
- ✓ **Ralentissement des réflexes** : Les réflexes peuvent être ralentis en cas de fatigue, ce qui empêche une réaction rapide en cas de situation dangereuse, comme le déclenchement d'un arc électrique.

3.11.2 Excès de confiance

L'excès de confiance est un autre facteur psychologique qui peut entraîner des accidents électriques.

- ❖ **Comportements à risque** : Les employés expérimentés peuvent sous-estimer les dangers en raison de leur familiarité avec les tâches, ce qui peut les amener à ignorer les protocoles de sécurité ou à prendre des risques inutiles.
- ❖ **Négligence des procédures** : Un excès de confiance peut également conduire à la négligence des procédures standards, telles que le port d'équipements de protection individuelle (EPI), ce qui expose les travailleurs à des risques accrus.

3.11.3 Pression de la production

La pression pour atteindre des objectifs de production élevés ou pour respecter des délais serrés peut pousser les employés à adopter des comportements risqués.

- ❖ **Prise de raccourcis** : Pour gagner du temps, les employés peuvent ignorer certaines étapes de sécurité, telles que la consignation ou le contrôle de l'absence de tension, augmentant ainsi le risque d'accidents.
- ❖ **Stress lié à la performance**: La pression pour atteindre des résultats peut également augmenter le stress, ce qui, comme mentionné précédemment, peut affecter la concentration et la prise de décision.

3.11.4 Facteurs cognitifs

Les limitations cognitives, telles que la mémoire, l'attention, et la prise de décision, peuvent également contribuer aux accidents électriques.

- ❖ **Oubli des étapes critiques** : Un travailleur peut oublier des étapes critiques dans une procédure de sécurité, comme le verrouillage d'un disjoncteur, ce qui peut entraîner une exposition accidentelle à l'électricité.
- ❖ **Multitâche** : Le fait de gérer plusieurs tâches à la fois peut diviser l'attention et accroître la probabilité d'erreurs, notamment dans les environnements à risque élevé.

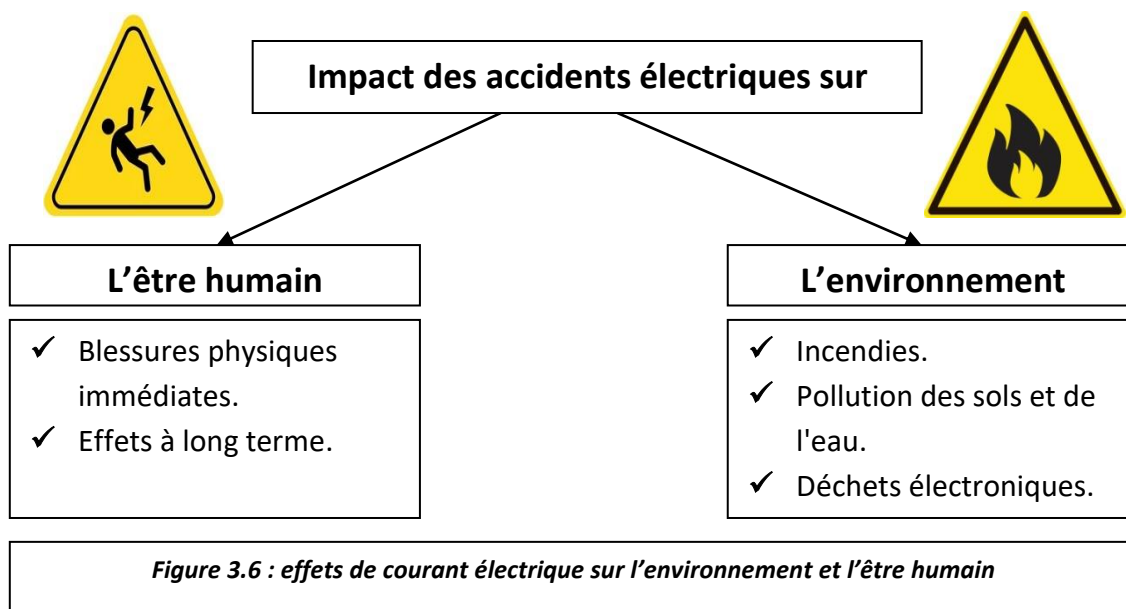
3.11.5 Comportements collectifs et normes de groupe

Les comportements collectifs et les normes de groupe au sein d'une équipe peuvent également influencer la sécurité.

- ❖ **Pression des pairs** : Les employés peuvent se sentir obligés de se conformer aux normes de groupe, même si cela signifie adopter des comportements à risque, comme ignorer les consignes de sécurité pour être plus rapide ou pour éviter les moqueries.

- ❖ **Mimétisme** : Si les employés voient leurs collègues ignorer les mesures de sécurité sans conséquence immédiate, ils peuvent être tentés de faire de même, croyant à tort que les risques sont négligeables.

3.12. L'impact du courant électrique



3.13. Les effets de courant électrique sur l'être humain

3.13.1 Les effets du passage du courant alternatif

Tableau 3.2 : les effets du passage du courant alternatif [24]

Intensité	Perception des effets	Temps limite
0,5 à 1 mA	seuil de perception suivant l'état de la peau	
8 mA	choc au toucher, réactions brutales	
10 mA	contraction des muscles des membres	
20 mA	début de téτανisation de la cage thoracique	60 s
30 mA	paralysie ventilatoire	30 s
40 mA	fibrillation ventriculaire	3 s
75 mA	fibrillation ventriculaire	1 s
300 mA	paralysie ventilatoire	110 ms
500 mA	fibrillation ventriculaire	100 ms
1 000 mA	arrêt cardiaque	25 ms
2 000 mA	centre nerveux atteints	instantané

- ✓ En dessous de **50 V**: absence d'accident mortel
- ✓ Entre **50 V** et **500V**: grand pourcentage de fibrillation cardiaque
- ✓ Entre **500V** et **1000V**: syncopes respiratoires et brûlures
- ✓ A partir de **1000V**: brûlures internes de type hémorragique (blocages des reins).

3.13.2 Les effets du passage du courant continu

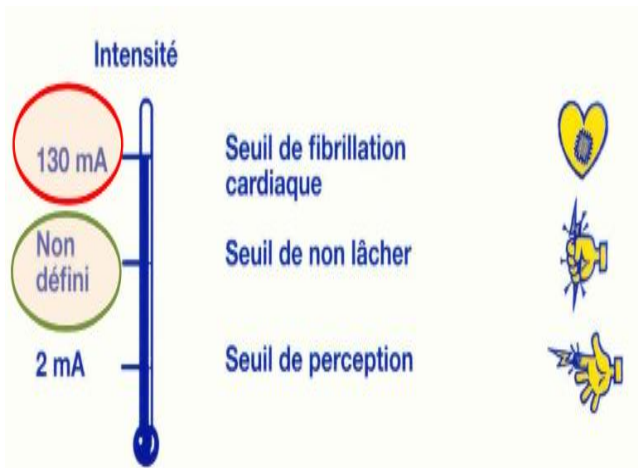


Figure 3.7 : effets du courant continu [25]

- ✓ En dessous de **120V**: absence d'accident mortel
- ✓ Entre **120V** et **750V**: effets d'électrolyse et brûlures par effet joules
- ✓ A partir de **750V**: brûlures internes et externes.
- ✓ le risque de fibrillation cardiaque est **3,75** fois plus petit.
- ✓ Le moment le plus dangereux est la mise sous tension et la coupure de courant.

3.14. L'impact des accidents électriques sur la productivité et la psychologie des travailleurs dans les centrales thermiques

3.14.1 Impact sur la productivité

- ❖ **Interruption des activités** : Les accidents électriques entraînent souvent des arrêts de production, ce qui peut perturber le fonctionnement normal de la centrale. Cela peut se traduire par des pertes financières importantes dues à l'interruption des opérations et à la nécessité de réparations.
- ❖ **Coûts de réparation et de récupération** : Les accidents nécessitent des interventions d'urgence, ce qui engendre des coûts supplémentaires pour les réparations des équipements endommagés. Le temps consacré à la gestion des accidents réduit également le temps de travail productif des employés.
- ❖ **Formation et sensibilisation** : Après un accident, les entreprises doivent souvent investir dans des programmes de formation pour sensibiliser les employés aux risques électriques, ce qui peut également détourner des ressources de la production.

3.14.2 Impact psychologique sur les travailleurs

- ❖ **Stress et anxiété** : Les travailleurs peuvent éprouver du stress et de l'anxiété à la suite d'accidents électriques, surtout si ceux-ci sont graves ou entraînent des blessures. La peur d'un accident similaire peut affecter leur concentration et leur performance au travail.
- ❖ **Diminution de la motivation** : Les accidents peuvent engendrer une baisse de moral parmi les employés. Si les travailleurs estiment que leur sécurité n'est pas suffisamment protégée, cela peut entraîner une démotivation et une baisse de l'engagement envers leur travail.
- ❖ **Effets à long terme** : Les traumatismes psychologiques résultant d'accidents peuvent persister, affectant la santé mentale des employés sur le long terme. Cela peut se traduire par des absences prolongées, une augmentation du turnover et des problèmes de santé mentale.

3.15. Aspect réglementaire algérien et cadre normatif de la sécurité électrique

❖ **Décret exécutif n° 01-342 du 11 Chaâbane 1422 (28 octobre 2001) [26]**

Ce décret établit des prescriptions particulières de protection et de sécurité des travailleurs contre les risques électriques au sein des organismes employeurs. Il vise à garantir la sécurité des employés travaillant dans des environnements où des risques électriques sont présents.

❖ **Le décret exécutif n° 06-198 du 4 Joumada El Oula 1427 (31 mai 2006) [27]**

Établit les réglementations applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement, intégrant des dispositions relatives à la sécurité électrique dans ce cadre. Ce texte vise à garantir que les installations respectent des normes de sécurité afin de protéger à la fois l'environnement et la santé publique.

❖ **Décret exécutif n° 16-52 du 22 Rabie Ethani 1437 (1er février 2016) [28]**

Ce décret fixe les règles techniques de la production d'électricité, y compris des normes de sécurité qui doivent être respectées lors de la conception et de l'exploitation des installations de production d'électricité.

❖ Décret Exécutif n° 10-138 du 13 mai 2010 [29]

Ce décret a pour but de définir les règles techniques applicables à la conception, à l'exploitation et à l'entretien des réseaux de distribution d'électricité. Il inclut également des dispositions visant à réduire les risques électriques associés à ces infrastructures.

3.16. Analyse des accidents électriques dans la centrale**3.16.1 Scénario 1 : Contact direct avec un câble sous tension****❖ Contexte de l'accident**

Un électricien est chargé de vérifier les connexions des câbles dans une boîte de jonction située près du générateur de la turbine à gaz. Avant de commencer, il consulte l'équipe d'exploitation, supposant que le circuit a été mis hors tension conformément aux procédures de consignation et de mise à la terre.

❖ Erreur de communication

Cependant, un problème de communication entre l'équipe de maintenance et celle d'exploitation empêche une consignation correcte. Le circuit est toujours sous tension, mais cette information n'est pas transmise au technicien.

❖ Accident

Le technicien ouvre la boîte de jonction, croyant que les câbles sont hors tension. En manipulant les câbles, il entre en contact avec un fil de 400 volts toujours alimenté. Il reçoit immédiatement une décharge électrique qui le projette en arrière et provoque une perte de conscience. Le choc entraîne également des brûlures graves aux mains et des blessures internes.

❖ Causes de l'accident

- ✓ **Manquement à la procédure de lockout/tagout (LOTO)** : Les règles de consignation n'ont pas été appliquées correctement.
- ✓ **Communication défailante** : L'absence de coordination entre les équipes a conduit à un manque de clarté sur l'état du circuit.
- ✓ **Formation insuffisante** : L'électricien n'a pas vérifié personnellement la mise hors tension.

❖ Conséquences

- ✓ L'électricien est gravement blessé et nécessite une hospitalisation immédiate.

- ✓ Une enquête est ouverte, et la centrale connaît une interruption temporaire de certaines opérations.

❖ **Mesures correctives**

- ✓ **Renforcement des procédures LOTO** : Formation renforcée pour garantir que les circuits sont correctement consignés avant toute intervention.
- ✓ **Amélioration de la communication inter-équipes** : Mise en place de systèmes formels de double vérification pour s'assurer que les informations critiques sont transmises correctement.
- ✓ **Usage systématique des dispositifs de vérification d'absence de tension** : Obligatoire avant toute intervention sur les installations électriques.

3.16.2 Scénario 2 : Arc flash lors d'une opération de commutation

❖ **Contexte de l'accident**

Un opérateur est chargé de réaliser une manœuvre de commutation dans la salle de distribution électrique. Le but est d'isoler un transformateur suspecté de surchauffe pour éviter un dysfonctionnement majeur. Pressé par le temps, l'opérateur omet de vérifier si la procédure d'isolation complète est bien respectée.

❖ **Problème technique**

Alors qu'il manipule le disjoncteur principal sans déconnecter correctement la charge, un arc électrique se forme. Un arc flash est créé à cause d'un court-circuit dû à une mauvaise manipulation, qui projette une lumière intense, de la chaleur et des débris.

❖ **Accident**

L'arc flash provoque une explosion dans le tableau de commande. L'opérateur, qui ne porte pas d'équipement de protection individuelle (EPI) adéquat pour les risques d'arc électrique, est sévèrement brûlé au visage et aux bras par la chaleur extrême et les débris métalliques projetés.

❖ **Causes de l'accident**

- ✓ **Non-respect des procédures de commutation** : L'opérateur a ignoré les protocoles de sécurité standard, dont la mise hors tension complète avant intervention.
- ✓ **Absence d'EPI approprié** : L'opérateur ne portait pas de vêtements ignifugés ni de protections pour les risques d'arc flash.
- ✓ **Stress et pression** : L'urgence de la situation a conduit à des prises de risques non calculées.

❖ Conséquences

- ✓ L'opérateur est gravement blessé et subit des brûlures au second degré. Il est hospitalisé et ne pourra pas travailler pendant plusieurs semaines.
- ✓ Les équipements de la salle de contrôle sont gravement endommagés, entraînant une perte de production électrique pendant plusieurs heures.

❖ Mesures correctives

- ✓ **Révision des protocoles de commutation** : Toutes les opérations de commutation devront respecter une check-list stricte pour garantir la mise hors tension.
- ✓ **Obligation de port d'EPI adapté** : Les opérateurs doivent toujours porter des équipements résistant aux arcs électriques, y compris des vêtements et des protections spécifiques.
- ✓ **Formation et contrôle du stress** : Introduction de procédures pour gérer la pression et éviter les erreurs dues à la précipitation.

3.16.3 Scénario 3 : Chute d'un câble de moyenne tension dans une zone à haute circulation**❖ Contexte de l'accident**

Un câble de moyenne tension (10 kV) situé au-dessus d'une allée fréquentée par le personnel est en mauvais état. L'usure des attaches et des supports, exacerbée par des conditions climatiques extrêmes (chaleur et humidité), provoque la chute d'un câble non isolé dans l'allée.

❖ Négligence de sécurité

Aucune barrière de sécurité ni signalisation n'est installée pour délimiter la zone à risque. Un travailleur, passant par cette zone lors d'une ronde d'inspection, ne remarque pas immédiatement le câble tombé au sol.

❖ Accident

En entrant en contact avec le câble, le travailleur reçoit une décharge électrique qui le fait immédiatement tomber au sol, inconscient. Ses collègues, alertés par ses cris, viennent le secourir et appellent les équipes de secours. Le travailleur subit des brûlures et des dommages cardiaques.

❖ Causes de l'accident

- ✓ **Mauvaise gestion de l'infrastructure électrique** : Le câble n'a pas été correctement inspecté ou maintenu, entraînant sa défaillance.
- ✓ **Manque de signalisation** : Aucune mesure de prévention (barrières ou signalisation) n'a été mise en place pour prévenir ce type de situation.
- ✓ **Inspection insuffisante** : L'usure du câble n'a pas été détectée lors des vérifications périodiques.

❖ Conséquences

- ✓ Le travailleur est hospitalisé et subit une longue convalescence. Ses blessures comprennent des brûlures et des complications cardiaques.
- ✓ Les équipes de maintenance doivent isoler la zone et effectuer des réparations d'urgence, ce qui entraîne des retards dans les opérations de la centrale.

❖ Mesures correctives

- ✓ **Amélioration de l'inspection des câbles** : Un programme de surveillance plus fréquent des installations électriques, avec des interventions de maintenance préventive.
- ✓ **Installation de barrières physiques et signalisation** : Mise en place de panneaux et de barrières autour des zones présentant un risque électrique.
- ✓ **Renforcement de la gestion des risques environnementaux** : Surveillance accrue des équipements soumis à des conditions climatiques sévères.

3.16.4 Scénario 4 : Incendie dans un tableau électrique**❖ Contexte de l'accident**

Dans la salle de contrôle des systèmes électriques de la centrale, un opérateur détecte une odeur de brûlé et un léger dégagement de fumée provenant d'un tableau électrique de distribution. Ce tableau contrôle l'alimentation des circuits de la turbine à vapeur.

❖ Retard dans la réaction

Bien que l'opérateur alerte immédiatement l'équipe de maintenance, l'incident est pris à la légère, et les techniciens mettent du temps à intervenir. Entre-temps, une surcharge électrique non détectée dans le tableau provoque un court-circuit qui déclenche un incendie.

❖ Accident

L'incendie se propage rapidement à d'autres parties de l'installation électrique, détruisant plusieurs composants critiques du tableau de distribution. Les systèmes automatiques de sécurité coupent l'alimentation pour éviter une propagation plus large, mais cela provoque un arrêt temporaire de la production d'électricité dans certaines sections de la centrale.

❖ Causes

- ✓ **Surcharge électrique** : Le tableau n'était pas équipé de dispositifs de protection appropriés pour détecter une surcharge ou un court-circuit.
- ✓ **Retard dans l'intervention** : L'alerte n'a pas été traitée avec l'urgence nécessaire.
- ✓ **Absence de systèmes de détection précoce d'incendie** : Le local technique n'était pas équipé de capteurs adéquats pour détecter une surchauffe ou un début d'incendie.

❖ Conséquences

Perte matérielle importante avec des dégâts aux équipements électriques clés.

Arrêt de la production pendant plusieurs heures, entraînant une perte de productivité pour la centrale.

❖ Mesures correctives

- ✓ **Installation de systèmes de détection d'incendie et d'extinction automatique** : Mise en place de capteurs de chaleur, de fumée et d'extincteurs automatiques dans les zones à haut risque.
- ✓ **Maintenance préventive régulière** : Inspection fréquente des tableaux électriques et autres équipements critiques pour détecter les signes de surcharge ou de vieillissement.
- ✓ **Formation du personnel** : Renforcer les capacités des opérateurs à réagir rapidement et efficacement en cas de détection de fumée ou de surchauffe.

3.16.5 Scénario 5 : Accident lors du dépannage d'un transformateur**❖ Contexte de l'accident**

Un transformateur de puissance, essentiel à la distribution d'électricité entre la turbine et le réseau, montre des signes de dysfonctionnement. Un technicien spécialisé est chargé de diagnostiquer la panne. Bien qu'il pense que le transformateur est hors tension, une erreur dans la procédure de consignation laisse le circuit actif.

❖ Manquement aux Vérifications

Le technicien ne vérifie pas personnellement que le transformateur est bien isolé et hors tension. Sans effectuer de tests supplémentaires, il commence à ouvrir le boîtier pour accéder aux composants internes.

❖ Accident

En touchant un composant interne toujours sous tension, le technicien est électrocuté et tombe inconscient. Les collègues présents sur place agissent rapidement en appliquant les premiers secours et en utilisant un défibrillateur, mais le technicien est dans un état critique et doit être transporté à l'hôpital d'urgence.

❖ Causes de l'accident

- ✓ **Erreur humaine dans la procédure de consignation** : La procédure d'isolation du transformateur n'a pas été respectée correctement.
- ✓ **Absence de vérification de l'absence de tension** : Le technicien n'a pas pris de mesures pour s'assurer que l'équipement était hors tension avant de commencer son intervention.
- ✓ **Formation inadéquate** : Le personnel n'a pas été suffisamment formé pour diagnostiquer ce type de panne sur des équipements complexes.

❖ Conséquences

- ✓ Le technicien subit de graves dommages cardiaques et des brûlures internes, ce qui met sa vie en danger.
- ✓ L'arrêt du transformateur affecte la production de la centrale, causant des pertes financières importantes.

❖ Mesures correctives

- ✓ **Renforcement des procédures de consignation** : Introduction d'un double système de vérification pour garantir que les équipements sont correctement isolés avant toute intervention.
- ✓ **Vérifications rigoureuses de l'absence de tension** : Formation des techniciens pour utiliser systématiquement les outils de mesure de tension avant d'intervenir sur des composants électriques.
- ✓ **Formation accrue** : Mise à jour des formations pour garantir que tout le personnel est formé aux spécificités des interventions sur les transformateurs de puissance.

3.17. Conclusion

En résumé, pour assurer un fonctionnement sûr et fiable des centrales thermiques à cycle combiné, il est impératif d'intégrer une culture de sécurité électrique au sein de l'organisation. Cela implique non seulement une sensibilisation accrue aux dangers électriques mais aussi un engagement constant envers l'amélioration des pratiques de sécurité. En adoptant une approche proactive et en mettant en œuvre les meilleures pratiques en matière de gestion des risques, il est possible de minimiser les accidents électriques et d'assurer la pérennité des opérations tout en protégeant la vie humaine et l'environnement.

CHAPITRE 4 : Mise en œuvre de l'audit des accidents électriques dans la centrale thermique de Terga

4.1. Introduction

Dans le cadre de notre engagement à garantir la sécurité et l'efficacité des opérations au sein de la centrale thermique de Terga, un audit interne des accidents électriques est essentiel. Cet audit permet de renforcer les mesures de prévention, d'assurer la conformité réglementaire, et d'optimiser les processus opérationnels. Les objectifs poursuivis par cet audit sont multiples et visent à établir une gestion rigoureuse des risques électriques, tout en promouvant une culture de sécurité robuste au sein de l'organisation.

Les objectifs principaux de cet audit interne sont les suivants :

❖ **Identification des risques électriques**

L'audit vise à identifier et à cartographier les risques électriques spécifiques à la centrale de Terga. Cela inclut l'examen des équipements critiques, des zones à haut risque, et des procédures actuelles de gestion des risques. Cette identification est essentielle pour cibler les interventions de prévention et de maintenance.

❖ **Évaluation des mesures de sécurité en place**

Un des objectifs majeurs de l'audit est d'évaluer l'efficacité des mesures de sécurité actuellement en place au sein de la centrale. Cela comprend l'analyse des procédures d'intervention, des programmes de maintenance préventive et corrective, ainsi que l'utilisation des équipements de protection individuelle (EPI) par le personnel. L'audit doit également vérifier la conformité de ces mesures avec les normes nationales et internationales, telles que la norme NF C 18-510 et les directives ISO 45001.

❖ **Analyse des causes des accidents précédents**

Un autre objectif clé est l'analyse des accidents électriques précédents survenus à la centrale. En utilisant des méthodologies telles que l'analyse des causes racines (RCA), l'audit cherchera à comprendre les facteurs contributifs, qu'ils soient techniques, humains, ou organisationnels. Cette analyse est indispensable pour éviter la répétition de tels incidents à l'avenir.

❖ **Formulation de recommandations pour l'amélioration de la sécurité**

L'audit a également pour but de formuler des recommandations concrètes pour améliorer la sécurité électrique au sein de la centrale. Ces recommandations porteront sur l'amélioration des équipements, le renforcement des protocoles de sécurité, l'optimisation des procédures de maintenance, et la formation continue du personnel.

Elles visent à réduire la probabilité et la gravité des accidents électriques, tout en favorisant une culture de sécurité proactive au sein de l'entreprise.

❖ **Assurer la conformité réglementaire et opérationnelle**

Enfin, l'audit a pour objectif de garantir que toutes les pratiques et installations électriques de la centrale sont conformes aux réglementations locales, nationales, et internationales. Cela inclut la vérification de la conformité aux exigences légales en matière de sécurité, ainsi qu'aux standards opérationnels de l'industrie énergétique.

4.2. Normes et référentiels applicables

Lors de l'audit des accidents électriques au sein de la centrale thermique à cycle combiné de Terga, un ensemble de référentiels et de standards a été appliqué afin de garantir une évaluation rigoureuse et complète des pratiques de sécurité. Ces normes fournissent un cadre structuré pour l'analyse des risques, la mise en place de procédures de sécurité, la gestion des équipements, et la formation des employés. Leur application vise à assurer la conformité aux exigences légales et réglementaires, tout en promouvant une culture de sécurité continue, tant pour la protection des travailleurs que pour la préservation de l'environnement.

4.2.1 Normes de gestion de la qualité : ISO 9001

ISO 9001 est une norme internationale qui spécifie les exigences pour un système de gestion de la qualité (SMQ). Son objectif est d'assurer que les produits ou services de l'organisation répondent aux exigences des clients et aux réglementations applicables. [30]

❖ **Applicabilité**

- ✓ **Gestion des processus** : La norme ISO 9001 aide à structurer les processus de gestion des risques, y compris ceux liés à la sécurité électrique.
- ✓ **Documentation** : Elle exige une documentation claire des procédures, des politiques, et des résultats de l'audit, assurant ainsi la traçabilité et la cohérence des actions entreprises.
- ✓ **Amélioration continue** : ISO 9001 favorise un cycle d'amélioration continue, essentiel pour l'optimisation des pratiques de sécurité électrique dans une centrale.

4.2.2 Normes de gestion environnementale : ISO 14001

Une norme pour les systèmes de gestion environnementale (SGE) qui aide les organisations à améliorer leurs performances environnementales par l'utilisation efficace des ressources et la réduction des déchets. [31]

❖ **Applicabilité**

- ✓ **Impact environnemental des équipements** : La gestion des risques électriques doit inclure des considérations sur les impacts environnementaux des équipements électriques, comme la gestion des fluides frigorigènes ou des systèmes de refroidissement.
- ✓ **Conformité réglementaire** : ISO 14001 garantit que les activités de la centrale sont conformes aux lois et réglementations environnementales, ce qui inclut les risques liés aux installations électriques.
- ✓ **Réduction des risques environnementaux** : La norme encourage l'identification et la gestion proactive des risques environnementaux associés aux opérations électriques, minimisant ainsi les risques d'incidents qui pourraient affecter l'environnement, comme les fuites d'huiles isolantes.

4.2.3 Normes de gestion de la sécurité et de la santé au travail : ISO 45001

Norme internationale qui spécifie les exigences que doit remplir un système de management de la santé et la sécurité au travail (S&ST). Elle fournit un cadre permettant aux organismes de gérer les risques et d'améliorer leur performance en matière de S&ST.

Cette norme définit les critères pour l'établissement d'une politique et d'objectifs de S&ST, ainsi que pour la planification, la mise en œuvre, la réalisation des objectifs opérationnels, l'audit et les revues. L'engagement de la direction, la participation des travailleurs, l'identification des dangers et l'évaluation des risques, la conformité aux dispositions légales et réglementaires, la planification des mesures d'urgence, l'analyse des événements indésirables et l'amélioration continue sont autant d'éléments clés de la norme.

ISO 45001 repose sur le cycle PDCA (Planifier, Réaliser, Évaluer, Améliorer) pour gérer de manière systématique les risques pour la santé et la sécurité. Elle s'applique aux organismes de toutes tailles et peut être intégrée à d'autres systèmes de management ISO. [32]

❖ **Applicabilité**

- ✓ **Sécurité des Travailleurs** : La norme aide à établir des protocoles rigoureux pour assurer la sécurité des travailleurs face aux risques électriques, y compris l'utilisation appropriée des EPI (Équipements de Protection Individuelle).

- ✓ **Évaluation des risques** : ISO 45001 favorise une évaluation continue des risques professionnels, y compris les risques électriques, et la mise en œuvre de mesures correctives et préventives.
- ✓ **Sensibilisation et formation** : La norme encourage la formation régulière des employés sur les dangers électriques et les meilleures pratiques de sécurité.

4.2.4 Norme de sécurité électrique : NF C 18-510

Ex-UTE C 18-510, la norme électrique NF C 18-510 constitue un document servant de référence, dans le cadre de la réglementation électrique. Elle définit les habilitations nécessaires pour réaliser différents types d'opérations sur ou à proximité d'installations et d'ouvrages électriques. Non obligatoire, la norme électrique NF C 18-510 est l'expression d'un consensus entre les différents acteurs de ce secteur. Elle s'adresse en particulier aux employeurs, ainsi qu'aux organismes de formation proposant des stages préalables à une habilitation électrique. [33]

❖ Applicabilité

- ✓ **Procédures de sécurité** : Cette norme définit les règles de sécurité pour les interventions sur les installations électriques, incluant le balisage des zones, la consignation, et l'isolement électrique.
- ✓ **Formation et habilitation** : La norme exige que le personnel intervenant sur les installations électriques soit formé et habilité en fonction de leur niveau d'intervention (H0, B0, BR, etc.).
- ✓ **Contrôles et inspections** : Elle impose des contrôles réguliers des équipements électriques pour s'assurer de leur conformité aux standards de sécurité.

4.2.5 Norme de gestion de la sécurité de l'information : ISO/IEC 27001

ISO/IEC 27001 est une norme de gestion de la sécurité de l'information. Bien que principalement axée sur la protection des données, elle est pertinente pour les aspects de sécurité liés aux systèmes de contrôle industriels (ICS) et aux infrastructures critiques comme une centrale thermique. [34]

❖ Applicabilité

- ✓ **Protection des systèmes de contrôle** : Assure la sécurisation des systèmes de contrôle des processus contre les cyberattaques, qui peuvent provoquer des dysfonctionnements dans les installations électriques.

- ✓ **Gestion des accès** : Renforce la gestion des accès aux systèmes critiques pour prévenir les accès non autorisés pouvant entraîner des risques électriques ou des interruptions de service.
- ✓ **Plan de continuité** : Inclut des plans de continuité pour répondre aux incidents de sécurité susceptibles de perturber les opérations électriques.

4.2.6 Norme de sécurité incendie : NFPA 70E

La NFPA 70E est une norme développée par la National Fire Protection Association (NFPA) qui fournit des lignes directrices pour la sécurité électrique sur le lieu de travail, y compris la prévention des incendies électriques. [35]

❖ Applicabilité

- ✓ **Prévention des incendies électriques** : Fournit des directives pour la conception, l'installation, la maintenance, et l'utilisation des équipements électriques pour minimiser les risques d'incendie.
- ✓ **Plan d'urgence** : Inclut des protocoles d'intervention en cas d'incident électrique ou d'incendie, assurant la sécurité des employés et des installations.
- ✓ **EPI et protection des travailleurs** : Spécifie les types d'EPI requis pour protéger les travailleurs contre les chocs électriques, les arcs électriques, et les incendies.

4.2.7 L'ISO 7010

L'ISO 7010 est une norme internationale établie par l'Organisation internationale de normalisation (ISO) qui spécifie les symboles graphiques pour les panneaux de sécurité. Cette norme vise à fournir des messages de sécurité clairs et universellement compris, en minimisant le recours au texte, ce qui est particulièrement bénéfique dans les environnements multilingues ou bruyants.

Catégories de panneaux de sécurité ISO 7010

L'ISO 7010 spécifie cinq combinaisons de forme et de couleur pour distinguer le type d'informations présentées :

- ❖ **Panneaux d'interdiction** (forme ronde avec bande diagonale rouge)
- ❖ **Panneaux d'obligation** (forme ronde bleue)
- ❖ **Panneaux d'avertissement** (forme triangulaire jaune)
- ❖ **Panneaux de conditions de sécurité** (forme carrée ou rectangulaire verte)
- ❖ **Panneaux de lutte contre l'incendie** (forme carrée rouge)

Principaux symboles ISO 7010

Les symboles ISO 7010 courants :

- ❖ **Issue de secours** (flèche verte sur fond blanc)
- ❖ **Extincteur** (symbole blanc sur fond rouge)
- ❖ **Port du casque obligatoire** (symbole blanc sur fond bleu)
- ❖ **Danger électrique** (symbole noir sur fond jaune)

Importance de la conformité ISO 7010

Le respect de l'ISO 7010 permet non seulement d'améliorer la sécurité mais aussi d'aider les organisations à se conformer aux réglementations locales en matière de sécurité au travail. De nombreux pays font référence aux normes ISO dans leur législation sur la sécurité, rendant la conformité cruciale pour des raisons juridiques et opérationnelles. [36]

4.3. Le déroulement de l'audit

Notre mission d'audit se déroule en trois phases distinctes, chacune dotée de ses propres outils spécifiques.

Ces étapes illustrent le processus complet de réalisation de la mission d'audit.

4.3.1 Phase de préparation

Il s'agit de la première étape de la mission d'audit, qui vise à inclure toutes les activités qui doivent être mise en œuvre avant le début de l'audit, telles que la planification de l'audit, l'identification des objectifs et les domaines d'audit, la sélection de l'équipe d'audit et la définition des rôles et des responsabilités.

Donc au cours de cette période on a :

- ❖ appris à connaître la société auditée de près.
- ❖ Pendant la réunion de lancement :
 - ✓ Sélectionné le périmètre d'audit :
 - Evaluation des Procédures de Sécurité électrique.
 - Evaluation des risques électriques.
 - Analyse des Incidents et Actions Corrective.
 - ✓ identifié les acteurs et les personnes à solliciter dans le cadre de l'audit.
- ❖ **Collecté les informations** et utilisé les ressources documentaires pour élaborer le référentiel d'audit et le programme de travail.
- ❖ Visité le site et les unités pour élaborer les grandes lignes de questionnaire.
- ❖ Elaboré le programme et un plan d'audit.

4.3.2 Phase de Réalisation

Après avoir officialisé le lancement de l'audit et communiqué sur son déroulement, la phase d'investigation est l'occasion de rentrer dans le vif du sujet.

Pendant cette phase on a :

- ❖ Collecté les informations et constitué les preuves d'audit au moyen d'outils tels que les entretiens ou des analyses de données.
- ❖ Analysé les informations collectées et élaborer les recommandations.
- ❖ Documenté les non-conformités et les points forts.
- ❖ Visité les zones à haut risque électrique avec les ingénieurs (d'exploitation, les électriciens...).

4.3.3 Phase de Conclusion

La dernière phase de notre recherche a impliqué :

- ❖ Préparation d'un rapport d'audit final détaillé avec recommandations.
- ❖ Les constats de l'audit sont communiqués aux intervenants à la réunion de clôture.
- ❖ Procédures de suivi et de réforme dans lesquelles nous avons vérifié la mise en œuvre des recommandations et des mesures correctives.

4.4. Portée de l'audit

❖ Infrastructure

✓ **Unité de génération à gaz**

Turbines à gaz : Inspection des turbines à gaz, y compris les systèmes de lubrification, les contrôles de température, et les systèmes de démarrage.

Systèmes de combustion : Vérification des systèmes de combustion, des brûleurs, et des dispositifs de contrôle de l'émission des gaz.

Equipements associés : Évaluation des générateurs, des transformateurs, et des équipements auxiliaires.

✓ **Unité de génération à vapeur**

Chaudières : Inspection des chaudières de récupération de chaleur, vérification des tubes de chaleur, et des systèmes de contrôle de pression.

Turbines à vapeur : Contrôle des turbines à vapeur, y compris les systèmes de régulation de la vitesse et les systèmes de lubrification.

Systèmes de condensation : Vérification des condensateurs et des systèmes de refroidissement associés.

✓ **Systèmes de refroidissement**

Tours de refroidissement : Inspection des tours de refroidissement et des systèmes de circulation de l'eau.

Pompes et périphériques : Évaluation des pompes de circulation et des systèmes de gestion de l'eau.

❖ **Equipements électriques**

✓ **Systèmes de distribution**

Transformateurs : Inspection des transformateurs haute et basse tension, y compris les tests d'isolation et les vérifications des niveaux d'huile.

Disjoncteurs : Vérification des disjoncteurs et des dispositifs de protection électrique.

Systèmes de câblage : Contrôle des câblages électriques et des connexions pour s'assurer qu'ils respectent les normes de sécurité.

✓ **Systèmes de contrôle et de commande**

Systèmes SCADA : Évaluation des systèmes SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) pour la surveillance et le contrôle des processus.

Systèmes de contrôle automatisés : Inspection des PLC (Programmable Logic Controllers) et des interfaces homme-machine (IHM).

Dispositifs de sécurité : Vérification des dispositifs de sécurité intégrés aux systèmes de contrôle et de commande.

❖ **Procédures de sécurité et de maintenance**

✓ **Procédures de maintenance**

Maintenance préventive : Analyse des programmes de maintenance préventive pour les équipements à cycle combiné.

Maintenance corrective : Vérification des processus de maintenance corrective et des historiques de réparations.

✓ **Procédures de sécurité**

Protocoles de sécurité électrique :

- Évaluation des procédures de sécurité pour les opérations électriques, y compris les procédures de verrouillage/étiquetage (lockout/tagout).
- Vérifier que les procédures de sécurité électriques incluent des exigences pour le port d'EPI lors des interventions sur les équipements électriques.
- Vérification des Pratiques, s'assurer que les pratiques de sécurité incluent le port correct d'EPI tels que casques, gants isolants, lunettes de protection, et vêtements de protection lors des opérations sur les systèmes électriques et les équipements de haute tension.

Réponse aux incidents : Analyse des procédures en place pour la réponse aux incidents électriques et aux pannes.

❖ Formation et sensibilisation du personnel

✓ Programmes de formation

Formation technique : Évaluation des programmes de formation pour les opérateurs et les techniciens sur les équipements à cycle combiné et les systèmes électriques.

Formation à la sécurité : Vérification des formations en sécurité électrique, y compris les procédures d'urgence et la sensibilisation aux risques.

✓ Habilitation électrique

Exigences d'habilitation :

- **Niveaux d'habilitation** : Vérification que le personnel possède les habilitations électriques nécessaires pour intervenir sur les équipements à cycle combiné. Cela inclut les autorisations spécifiques requises pour travailler avec des systèmes haute tension et des équipements électriques critiques.
- **Conformité aux réglementations** : Assurer que les habilitations respectent les réglementations locales et internationales en matière de sécurité électrique.
- **Mise à jour des habilitations** : Vérification de la validité et de la mise à jour des habilitations, ainsi que des procédures de renouvellement.

✓ Culture de sécurité

Sensibilisation : Analyse de la culture de sécurité au sein de la centrale, y compris la sensibilisation aux risques électriques et la communication des bonnes pratiques.

❖ Documents et Références

- ✓ **Rapports d'incidents** : Examen des rapports d'incidents électriques passés et des leçons tirées.
- ✓ **Registres de maintenance** : Révision des registres de maintenance pour identifier les tendances et les problèmes récurrents.
- ✓ **Normes et régulations** : Vérification de la conformité avec les normes locales et internationales en matière de sécurité électrique.

4.5. Plan de l'audit

	<p>Auditeur : SAIM HADDACHE Nesrine</p> <p>Centrale thermique auditée : Sharika Kahraba Terga</p> <p>Période de l'audit : Du 21/04/2024 au 20/05/2024</p>
Objectifs de l'audit	Analyser les causes des accidents électriques survenus.
	Évaluer l'efficacité des mesures de prévention et de sécurité en place.
	Proposer des recommandations pour réduire le risque d'accidents électriques futurs.
Parties prenantes	Personnel de maintenance, ingénieurs en sécurité électrique, opérateurs, direction.
Étendue de l'audit	Installations électriques.
	Zones où des accidents électriques ont été signalés.
	Pratiques de sécurité liées aux opérations électriques.
Limites de l'audit	Exclusion des incidents non liés à l'électricité.
Programme de l'audit	Planification : 21/04/2024 - 23/04/2024
	Collecte des données : 24/04/2024 - 05/05/2024
	Analyse des données : 06/05/2024 - 12/05/2024

	Rédaction du rapport : 13/05/2024 - 18/05/2024
	Révision et finalisation : 19/05/2024 - 20/05/2024
Méthodes de collecte des données	Entretiens avec le personnel impliqué dans les accidents.
	Observations sur site des pratiques de sécurité.
	Examen des rapports d'incidents électriques et des procédures de sécurité.
Outils et techniques	Check-lists spécifiques aux normes de sécurité électrique.
	Analyse des tendances des incidents passés.
Analyse des données	Identification des causes récurrentes des accidents.
	Évaluation de la conformité des pratiques avec les normes de sécurité.
Rapport d'audit	Rédaction des constatations, analyse des risques, et recommandations de sécurité.

4.6. Check-list utilisé

La norme	Structures, processus ou Fonction auditées		C	NC	A	Commentaires
ISO 45001 - Système de management de la santé et de la sécurité au travail	Conformité aux équipements	Les équipements électriques respectent les normes de sécurité et sont maintenus en bon état.	X			Le matériel est conforme et un contrôle régulier est effectué tous les six mois pour s'assurer de son bon état.
	Procédures de sécurité	Les procédures de sécurité sont documentées, mises à jour et accessibles à tout le personnel.			X	Les mesures de sécurité sont documentées au fur et à mesure qu'elles sont mises à jour, mais leur importance pour la sécurité des employés doit être soulignée car ils les ignorent toujours.
	Formation du personnel	Le personnel reçoit une formation régulière sur les risques électriques et les procédures d'urgence.			X	Parfois, les travailleurs ne le prennent pas en compte, pensant qu'ils sont habitués aux dangers électriques à leur avis, ils ne feront pas une grosse erreur et ils peuvent les gérer.
	Habilitation	Les niveaux d'habilitation électrique sont définis et respectés.			X	Il n'est pas mis en œuvre conformément à celui-ci, car l'intervention est effectuée par des personnes qui disposent souvent d'une habilitation qui n'est pas désignée pour le travail requis.

	<p>Gestion des risques</p>	<p>Les risques électriques sont identifiés, évalués et atténués de manière systématique.</p>	<p>X</p>		<p>La gestion des risques électriques est conforme. Les processus d'identification, d'évaluation, et d'atténuation des risques sont bien documentés et appliqués régulièrement. Il est recommandé de maintenir cette approche systématique et de continuer à mettre à jour les procédures en fonction des nouvelles technologies et des changements dans l'environnement de travail.</p>
	<p>Documentation des incidents</p>	<p>Tous les incidents sont documentés, avec analyses des causes et mesures correctives mises en œuvre.</p>	<p>X</p>		<p>Bien que la documentation des incidents soit en place, il a été constaté que certaines analyses des causes sont insuffisantes ou manquantes. Cela peut entraîner des lacunes dans l'identification des causes profondes des incidents et affecter la mise en œuvre efficace des mesures correctives.</p>

	<p>Audits et suivi</p>	<p>Des audits internes sont régulièrement effectués pour s'assurer de la conformité aux procédures de sécurité.</p>		<p>X</p>	<p>L'absence totale d'audits internes représente une non-conformité majeure. Les audits internes sont essentiels pour identifier les non-conformités, évaluer l'efficacité des procédures de sécurité, et assurer la conformité continue aux normes et réglementations.</p>
	<p>Pratiques de sécurité</p>	<p>Les meilleures pratiques de sécurité sont communiquées et appliquées régulièrement.</p>		<p>X</p>	<p>L'absence de communication des pratiques de sécurité constitue une non-conformité majeure. Sans une communication efficace, les employés peuvent ne pas être conscients des pratiques de sécurité nécessaires, ce qui peut entraîner des risques accrus et des incidents.</p>
	<p>Évaluation des conditions de travail</p>	<p>Les conditions de travail sont évaluées pour minimiser les risques électriques.</p>	<p>X</p>		<p>L'évaluation des conditions de travail en lien avec les risques électriques est conforme aux normes et procédures en vigueur. Des évaluations régulières sont menées pour identifier les zones à risque et mettre en œuvre des mesures correctives. Ces</p>

					évaluations incluent une analyse approfondie des environnements de travail, des équipements, et des procédures suivies par le personnel.
	Surveillance de la santé	Un programme de surveillance de la santé des employés exposés aux risques électriques est en place.		X	Actuellement, il n'existe pas de programme structuré pour surveiller la santé des employés exposés aux risques électriques. Cette absence constitue une non-conformité majeure, car les employés peuvent être exposés à des risques spécifiques, tels que les chocs électriques ou les blessures liées à la manipulation de matériel électrique, sans suivi médical approprié.
NF C 18-510 - Exigences pour la prévention des risques électriques	Conformité des installations	Les installations électriques respectent les prescriptions techniques de sécurité (câblage, protection, etc.).		X	Les installations électriques sont conformes aux exigences techniques de sécurité en vigueur, notamment en ce qui concerne les systèmes de câblage, de protection contre les surcharges et les courts-circuits, ainsi que l'isolation adéquate des circuits. Les inspections régulières montrent que le

					matériel utilisé est en bon état et respecte les normes applicables.
	EPI et protections	Les EPI (gants, casques, lunettes) sont en bon état et adaptés aux travaux sous tension ou hors tension.	X		Les gants, casques, lunettes de protection et autres EPI utilisés pour les travaux électriques sont conformes à la norme NF C 18-510 pour la sécurité des travaux sous tension. Ces équipements sont régulièrement inspectés et maintenus en bon état.
	Vérification des équipements	Les dispositifs de protection (disjoncteurs, fusibles, etc.) sont testés régulièrement.		X	les dispositifs de protection électrique, tels que les disjoncteurs et fusibles, ne font pas l'objet de tests réguliers. Cette absence de contrôle périodique présente un risque élevé pour la sécurité des installations et des employés, car les dispositifs de protection peuvent ne pas fonctionner correctement en cas de surcharge ou de court-circuit.
	Procédures LOTO	Les procédures de verrouillage/étiquetage (Lockout/Tagout) sont en place et suivies pour chaque intervention.	X		Les procédures de verrouillage/étiquetage (LOTO) sont en conformité avec les normes de sécurité internationales, telles que la norme OSHA 1910.147 (Norme américaine de

					contrôle des énergies dangereuses) et NF C 18-510 (en France). Elles sont correctement appliquées lors de chaque intervention de maintenance ou de réparation impliquant des systèmes sous tension ou à risque électrique
	Signalisation des risques	Les zones à risque électrique sont correctement signalées selon les recommandations de la norme.	X		La signalisation des zones à risque électrique est conforme aux exigences de la norme NF C 18-510 , qui régit la sécurité des opérations dans les environnements où des dangers électriques sont présents. Les panneaux de signalisation et les étiquettes d'avertissement sont correctement placés et clairement visibles dans toutes les zones à risque.
	Tests et essais	Les équipements électriques sont régulièrement soumis à des tests et essais conformément aux spécifications.	X		Les équipements électriques sont testés et soumis à des essais périodiques conformément aux spécifications des fabricants et à la norme de sécurité électrique. Ces tests incluent les vérifications de performance, de sécurité et de conformité.

ISO/IEC 27001 - Système de management de la sécurité de l'information	Sécurité des systèmes de contrôle	Les systèmes de contrôle/commande (SCADA, PLC) sont protégés contre les cybermenaces.	X	Les systèmes SCADA et PLC respectent les exigences de la norme ISO/IEC 27001 , qui stipule que les systèmes de contrôle/commande doivent être protégés contre les cybermenaces pour assurer la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des informations. Les mesures mises en place sont conformes aux pratiques de gestion de la sécurité de l'information prescrites par cette norme.
	Contrôles d'accès	Les accès aux systèmes de contrôle sont limités aux personnes habilitées.	X	Les contrôles d'accès aux systèmes de contrôle sont en place et respectent les exigences de sécurité, assurant que seuls les utilisateurs autorisés et habilités ont accès aux systèmes.
	Surveillance et détection	Les systèmes de surveillance sont en place pour détecter toute tentative d'intrusion ou de dysfonctionnement.	X	Les systèmes de surveillance et détection sont en place, fonctionnels, et alignés avec les exigences de sécurité actuelles. Ils permettent la détection rapide de toute tentative d'intrusion, d'accès non autorisé ou

					de dysfonctionnement technique dans les systèmes de contrôle (SCADA, PLC).
	Plan de reprise après sinistre	Un plan de reprise après sinistre spécifique aux systèmes de contrôle est en place.	X		Le plan de reprise après sinistre est conforme et opérationnel pour les systèmes SCADA et PLC. Il prévoit des actions spécifiques pour assurer la continuité et la récupération des systèmes critiques en cas d'incident majeur, tel qu'une panne, une cyberattaque ou une catastrophe naturelle. Le plan est aligné avec les meilleures pratiques en matière de gestion des risques et de continuité d'activité.
	Gestion des mots de passe	Les systèmes critiques sont protégés par des mots de passe robustes et des politiques de gestion rigoureuses.	X		Les systèmes critiques sont protégés par des mots de passe robustes, conformes aux normes de cybersécurité. Des politiques de gestion rigoureuses des mots de passe sont mises en place pour garantir la sécurité des accès.
	Sauvegarde des données	Les données des systèmes de contrôle sont régulièrement sauvegardées et protégées.	X		Les systèmes de contrôle bénéficient de procédures de sauvegarde régulières, conformément aux exigences des normes de

					<p>sécurité de l'information telles que la norme ISO/IEC 27001. Ces sauvegardes assurent la protection des données critiques et garantissent leur récupération en cas de défaillance ou d'incident.</p>
<p>ISO 14001 - Système de management environnemental</p>	<p>Gestion des déchets électriques</p>	<p>Les déchets électriques (câbles, batteries, etc.) sont collectés, stockés et éliminés conformément aux réglementations.</p>		<p>X</p>	<p>La gestion actuelle des déchets électriques ne respecte pas les exigences réglementaires en matière de protection de l'environnement, comme spécifié dans les normes ISO 14001 et les réglementations locales. Cela inclut des lacunes dans la collecte, le stockage, et l'élimination des déchets.</p>
	<p>Impact environnemental</p>	<p>L'impact environnemental des installations électriques est évalué et minimisé.</p>		<p>X</p>	<p>Il n'existe pas de processus rigoureux pour évaluer, surveiller et minimiser l'impact environnemental des installations électriques. Cela inclut l'absence d'analyse systématique des effets des installations (comme les émissions, les déchets générés...) sur l'environnement, en contradiction avec les exigences de la norme ISO 14001.</p>

	Préparation aux situations d'urgence	Les plans d'urgence incluent des mesures spécifiques pour les incidents électriques à impact environnemental.	X			Les plans d'urgence sont en place et couvrent des mesures spécifiques pour gérer les incidents électriques susceptibles d'avoir un impact environnemental. Ces plans suivent les recommandations de la norme ISO 14001 et garantissent une gestion proactive des crises environnementales.
	Consommation d'énergie	La consommation d'énergie des installations électriques est surveillée et optimisée pour minimiser l'impact environnemental.	X			La consommation d'énergie des installations électriques est régulièrement surveillée et fait l'objet de mesures d'optimisation pour minimiser l'impact environnemental.
	Compliance réglementaire	Les opérations respectent toutes les réglementations environnementales en vigueur.			X	il y a des possibilités d'amélioration pour renforcer la conformité actuelle et anticiper les évolutions réglementaires futures.
ISO 9001 - Système de management de la qualité	Documentation et traçabilité	Les processus liés à la sécurité électrique sont documentés et tracés, avec des registres à jour.			X	Les processus liés à la sécurité électrique sont documentés et traçables, cependant, il existe des opportunités pour améliorer la qualité et la complétude de cette documentation afin

					de garantir une meilleure gestion des informations.
	Processus d'amélioration continue	Les non-conformités en matière de sécurité électrique sont analysées, et des actions correctives sont mises en place.	X		Les processus pour analyser les non-conformités en matière de sécurité électrique et mettre en œuvre des actions correctives sont en place et fonctionnent efficacement. Ces pratiques sont conformes aux exigences des systèmes de management, assurant une amélioration continue de la sécurité électrique.
	Satisfaction du personnel	Le personnel est impliqué dans les processus d'amélioration continue liés à la sécurité électrique.	X		Le personnel est activement impliqué dans les processus d'amélioration continue concernant la sécurité électrique.
	Contrôle qualité des installations	Les installations électriques sont régulièrement contrôlées pour assurer la qualité et la sécurité.	X		Les processus de contrôle qualité des installations électriques sont bien en place et respectent les exigences de sécurité et de qualité. Les contrôles réguliers assurent le maintien de conditions optimales pour prévenir tout risque électrique.

	Gestion des plaintes	Un processus est en place pour la gestion des plaintes liées aux installations électriques.		X	Il n'existe pas de processus formalisé ou suffisamment efficace pour traiter les plaintes liées aux installations électriques. Cela peut entraîner une absence de suivi adéquat des problèmes signalés par les utilisateurs ou le personnel, avec un impact potentiel sur la sécurité et la qualité des installations.
	Audits qualité	Des audits de qualité sont menés régulièrement pour vérifier la conformité aux normes de sécurité électrique.		X	Les audits qualité ne sont pas réalisés régulièrement pour vérifier la conformité des installations aux normes de sécurité électrique. Cette lacune compromet la capacité de l'organisation à identifier et à corriger les non-conformités liées aux pratiques de sécurité.
ISO 7010 - Symboles graphiques - Couleurs de sécurité et signaux de sécurité	Signalisation des risques	Les zones à risque électrique sont correctement signalées avec des pictogrammes conformes à l'ISO 7010.	X		La signalisation des zones à risque électrique respecte les exigences de la norme ISO 7010 , qui définit les pictogrammes normalisés pour les dangers et risques dans l'environnement de travail. Ces pictogrammes sont bien visibles et correctement placés dans les zones

					à haut risque.
	Formation sur la signalisation	Le personnel est formé pour reconnaître et comprendre la signalisation de sécurité électrique.	X		Le personnel reçoit régulièrement une formation sur la reconnaissance et la compréhension des signalisations de sécurité électrique, y compris celles conformes à la norme ISO 7010 . Cette formation permet d'assurer que tous les employés peuvent identifier rapidement les dangers et réagir de manière appropriée.
	Mise à jour des signaux	La signalisation de sécurité est régulièrement mise à jour pour refléter les nouveaux risques ou les changements d'installation.	X		Les signaux de sécurité électrique sont régulièrement réévalués et mis à jour en fonction des modifications des installations , des nouvelles évaluations des risques , ou des changements dans les normes de sécurité applicables. Cela garantit que les signalisations restent pertinentes et efficaces.

	Inspection des signaux	Les signaux de sécurité sont inspectés régulièrement pour garantir leur visibilité et leur conformité.	X		Un programme d'inspection régulier est mis en place pour vérifier l'état des signaux de sécurité électrique , s'assurer qu'ils sont conformes à la norme ISO 7010 , et qu'ils sont bien visibles et en bon état.
NFPA 70E - Norme pour la sécurité électrique sur les lieux de travail	Analyse des risques	Une analyse des risques électriques (arc flash, chocs électriques) est réalisée pour chaque zone de travail.	X		L'analyse des risques électriques est effectuée conformément aux exigences réglementaires et aux bonnes pratiques. Elle inclut les évaluations des risques liés aux arcs flash , aux chocs électriques , ainsi qu'à d'autres dangers présents dans les zones de travail.
	Équipements de protection personnelle (EPI)	Les EPI sont adaptées aux niveaux de risque identifiés (classe des gants, vêtements ignifuges, etc.).	X		Les EPI fournis aux employés sont adaptés aux niveaux de risque identifiés dans chaque zone de travail, conformément aux recommandations des analyses de risques et aux normes de sécurité en vigueur.
	Zones de protection contre les arcs électriques	Les zones de protection contre les arcs électriques sont clairement définies et marquées.	X		Les zones de protection sont délimitées avec précision en utilisant des panneaux de signalisation , des marques au sol , et des

						barrières physiques si nécessaire, pour signaler les zones où le risque d'arc électrique est élevé.
	Programme de travail sûr	Un programme de travail sûr est mis en place pour chaque activité impliquant des risques électriques.	X			Le programme inclut des procédures détaillées pour chaque type d'activité à risque électrique, telles que les procédures de mise hors tension , les vérifications préalables , et les protocoles d'intervention en cas d'incidents.
	Formations spécifiques aux risques	Le personnel reçoit une formation spécifique sur la prévention des risques d'arc flash et de chocs électriques.			X	Bien que des formations soient dispensées sur les risques d'arc flash et de chocs électriques, des améliorations sont nécessaires pour garantir que le contenu soit entièrement adapté aux besoins de sécurité actuels et aux exigences de conformité.
	Documentation des énergies dangereuses	Toutes les sources d'énergie dangereuses sont identifiées et documentées.			X	La documentation manque de clarté et d'accessibilité pour tous les employés concernés, ce qui peut avoir un impact sur leur capacité à comprendre et à gérer efficacement les risques.

	Test de continuité	Les outils de mesure utilisés pour tester la continuité des circuits sont en bon état et calibrés.	X		Les outils de mesure utilisés pour tester la continuité des circuits, tels que les multimètres et les testeurs de continuité, sont en bon état de fonctionnement et régulièrement calibrés pour garantir des résultats précis et fiables.
	Procédures de travail sous tension	Des procédures spécifiques sont en place pour les travaux sous tension, respectant les directives de la NFPA 70E.	X		Les procédures spécifient clairement les étapes à suivre pour effectuer des travaux sous tension, incluant les exigences de formation , les équipements de protection individuelle (EPI) nécessaires, et les mesures de sécurité à respecter.

4.7. Le rapport d’audit des accidents électriques au sein de la centrale thermique de terga SKT

	Rapport d’audit	Page1
But	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluation et amélioration des pratiques de sécurité électrique. • Prévention des risques d'accidents électriques. • Garantir la conformité avec les normes réglementaires. 	
Type audit	Audit interne	
Domaine à auditer	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure électrique. • Procédures de sécurité. • Formation et habilitation du personnel. • Évaluation des risques. • Conformité aux normes et réglementations. • Gestion environnementale. 	
Rédaction d’audit	13/05/2024 - 18/05/2024	
Auditeur(s)	SAIM HADDACHE Nesrine	
Audité	La centrale électrique SKT	
Référentiel documentaire	Les lois, les normes et les bonnes pratiques, la politique interne de la société.	

		Rapport d'audit					Page 2	
Conclusion de l'audit		<ul style="list-style-type: none"> • Généralement l'entreprise est conforme aux lois, exigences et procédures pertinentes en matière de sécurité électrique. • Le nombre des conformités détectés est supérieur de celui des non-conformités. • Certaines lacunes à améliorer ont été identifiées. 						
Catégories	Points forts	Points faibles	Non-conformités mineures	Non-conformités majeures	Observations	Actions correctives	Propositions d'amélioration	
Équipements	Équipements en bon état et contrôlés régulièrement.	Manque de maintenance proactive sur certains équipements.	/	/	Contrôles effectués tous les 6 mois.	Poursuivre la maintenance régulière.	Planifier des maintenances proactives pour éviter les pannes imprévues.	
Procédures de sécurité	Documentation des procédures de sécurité.	Procédures mal communiquées au personnel.	/	Procédures ignorées par le personnel.	Documentation bien réalisée mais non appliquée efficacement.	Formation du personnel et mise à jour des procédures.	Renforcer la communication et les formations sur l'importance des procédures de sécurité	

		Rapport d'audit					Page 3	
Formation du personnel	Programmes de formation existants.	Formation ignorée par certains employés.	/	Formation insuffisante sur certains aspects (arc flash, chocs électriques).	La formation doit être mieux adaptée aux risques spécifiques.	Revoir les formations et renforcer les aspects pratiques.	Sessions de formation supplémentaires avec exercices pratiques.	
Habilitation électrique	Habilitations en place.	Habilitations mal attribuées pour certains travaux.	/	Travaux réalisés par des personnes non habilitées.	Nécessité de renforcer la gestion des habilitations.	Revoir les procédures d'attribution des habilitations.	Contrôler systématiquement l'habilitation avant intervention.	
Gestion des risques	Identification et évaluation des risques bien structurées.	Documentation incomplète des incidents.	Documentation des incidents manquante.	/	Analyse des risques bien effectuée.	Compléter la documentation des incidents.	Mettre en place un processus de suivi des incidents avec une analyse approfondie.	

		Rapport d'audit					Page 4	
Audits internes	/	Manque d'audits réguliers.	/	Aucun audit interne n'est effectué.	Les audits sont absents.	Planification et exécution des audits internes réguliers.	Instituer un calendrier d'audit annuel pour garantir la conformité continue.	
EPI (Équipements de Protection Individuelle)	EPI conformes aux normes.	Contrôles des EPI non systématiques.	/	/	EPI en bon état, mais inspections irrégulières.	Inspection plus fréquente des EPI.	Introduire un calendrier de vérification stricte des EPI.	
Gestion des déchets	/	Gestion des déchets non conforme.	Manque de traçabilité dans le traitement des déchets.	/	La gestion des déchets est incomplète.	Mettre en place une gestion complète et conforme.	Créer un système de gestion des déchets respectant ISO 14001.	

		Rapport d'audit					Page 5	
Documentation des énergies dangereuses	/	Documentation insuffisante des sources d'énergie dangereuses.	Documentation incomplète.	/	Les informations sont partiellement accessibles aux employés.	Améliorer la clarté et l'accessibilité de la documentation.	Élaborer une documentation centralisée et accessible à tous les employés concernés.	
Vérification des équipements	Tests réguliers des dispositifs de protection (disjoncteurs, fusibles).	/	/	/	Les tests sont bien réalisés selon le calendrier.	Continuer les tests réguliers .	Améliorer les rapports de test pour une meilleure traçabilité.	
Travaux sous tension	Procédures de travaux sous tension conformes à la NFPA 70 E.	/	/	/	Procédures bien définies et suivies.	Maintenir la mise en œuvre des procédures actuelles.	Effectuer des formations pratiques sur les travaux sous tension.	

4.8. Conclusion

Après avoir mené un audit approfondi des procédures de sécurité électrique, des risques électriques et des incidents passés au sein de la centrale thermique de Terga, nous pouvons conclure que l'installation est globalement conforme aux normes et réglementations en vigueur en matière de sécurité électrique.

Points forts identifiés

- Mise en place d'un système de gestion de la qualité conforme à la norme ISO 9001, assurant la qualité et la sécurité des opérations.
- Conformité aux exigences de la norme ISO 45001 pour la gestion de la santé et de la sécurité au travail, incluant la formation et l'habilitation du personnel.
- Respect des procédures de sécurité définies par la norme NF C 18-510 pour les interventions sur les installations électriques.
- Utilisation adéquate des équipements de protection individuelle (EPI) par le personnel lors des opérations sur les systèmes électriques.
- Mise en place de programmes de maintenance préventive et corrective pour les équipements électriques.

Axes d'amélioration

Bien que la centrale soit globalement conforme, l'audit a permis d'identifier quelques points à améliorer pour renforcer davantage la sécurité électrique :

- Renforcer la formation continue du personnel sur les risques électriques et les procédures de sécurité.
- Mettre en place un système de gestion des habilitations électriques plus robuste, avec des procédures de renouvellement claires.
- Améliorer la communication sur la culture de sécurité et la sensibilisation aux risques électriques auprès de tous les employés.
- Optimiser les procédures de réponse aux incidents électriques et de gestion des situations d'urgence.

En mettant en œuvre ces recommandations, la centrale thermique de Terga pourra continuer à opérer de manière sûre et fiable, en garantissant la sécurité de son personnel et la conformité à l'ensemble des normes et réglementations applicables.

Conclusion générale

Ce mémoire a permis de dresser un bilan approfondi des pratiques d'audit des accidents électriques au sein de la centrale thermique à cycle combiné de Terga, enrichi par mon expérience pratique acquise lors du stage dans cette même centrale. La démarche a été structurée autour de quatre grands chapitres, chacun apportant une perspective unique et complémentaire sur le sujet.

Dans le premier chapitre, nous avons introduit les principes et les enjeux de l'audit interne, soulignant son rôle crucial dans la gestion des risques et l'amélioration continue des processus au sein des installations industrielles. L'audit interne, en tant qu'outil d'évaluation et de prévention, s'avère indispensable pour garantir la sécurité et la conformité aux normes en vigueur.

Le deuxième chapitre a été consacré à la présentation détaillée de la centrale thermique à cycle combiné de Terga. Cette étape a permis de mieux comprendre le contexte opérationnel et les spécificités de l'installation, facilitant ainsi l'analyse des risques et des incidents observés. La compréhension approfondie des installations est essentielle pour réaliser un audit pertinent et efficace.

Le troisième chapitre a exploré en détail les risques et les accidents électriques typiques rencontrés dans les centrales thermiques. Cette analyse a révélé l'importance de la prévention et de la gestion proactive des risques pour assurer la sécurité des installations et du personnel. Les incidents électriques peuvent avoir des conséquences graves, d'où la nécessité d'une vigilance constante et de procédures robustes.

Enfin, **le quatrième chapitre** a présenté la méthodologie et les résultats de l'audit des accidents électriques réalisés au sein de la centrale thermique de Terga. L'audit a mis en lumière les forces et les faiblesses des pratiques actuelles, offrant des recommandations concrètes pour améliorer la gestion des risques électriques et renforcer la sécurité. Les conclusions de cet audit sont essentielles pour orienter les actions futures et optimiser les processus en place.

En conclusion, ce mémoire a démontré l'importance de l'audit interne dans la gestion des accidents électriques et la sécurité des centrales thermiques. Les résultats obtenus, couplés à l'expérience pratique acquise, soulignent la nécessité d'une approche rigoureuse et systématique pour prévenir les accidents électriques et protéger les installations et le

personnel. Les recommandations formulées serviront de guide pour améliorer les pratiques actuelles et garantir une sécurité accrue à la centrale thermique de Terga.

Biobibliographie

- [1] *Qu'est-ce qu'un audit ? Tout ce qu'il faut savoir - CF.* 13 décembre 2021, <https://www.compagnie-fiduciaire.com/nos-conseils/piloter-son-activite/quest-ce-quun-audit/>.
- [2] C-QSE. « Les différents types d'audits qualité ». *Certification QSE*, 10 mai 2017, <https://www.certification-qse.com/les-differents-types-d-audits-qualite/>.
- [3] AUDICO-ARTICLE 12: *L'historique de l'audit interne.* <https://fr.linkedin.com/pulse/audico-article-12-lhistorique-de-laudit-interne-cl%C3%A9ment>. Consulté le 05 septembre 2024.
- [4] L, Toufik. « La fonction d'audit interne au sein des entreprises publiques algériennes améliore-t-elle le contrôle interne en agissant sur sa performance ? » *Publications Études & Analyses*, octobre 2014. www.etudes-et-analyses.com, <https://www.etudes-et-analyses.com/administratif/audit/memoire/fonction-audit-interne-sein-entreprises-publiques-algeriennes-ameliore-t-elle-336992.html>.
- [5] Formation aux fondamentaux de l'audit interne. https://www.economie.gouv.fr/files/module1-formation_chai.pdf. Consulté le 15 mai 2024.
- [6] *Audit interne (qualité) : définition, principes et étapes.* <https://blog-gestion-de-projet.com/audit-interne/>. Consulté le 1 septembre 2024.
- [7] *Audit interne : définition, processus et étapes.* <https://blog.hubspot.fr/sales/audit-interne>. Consulté le 5 septembre 2024.
- [8] *Internal Audit: What It Is, Different Types, and the 5 Cs.* <https://www.linkedin.com/pulse/internal-audit-what-different-types-5-cs-vanshika-munshi>. Consulté le 16 juillet 2024.
- [9] *AUDIT INTERNE | Aix Marseille Université.* <https://www.univ-amu.fr/fr/public/audit-interne>. Consulté le 18 juillet 2024.
- [10] Auteur. *Les 3 phases de la mission d'audit interne.* 17 mai 2024, <https://apps-explorer.com/les-3-phases-de-la-mission-daudit-interne/>.
- [11] *Audit interne : signification, objectifs, caractéristiques, avantages, inconvénients.* <https://www.iedunote.com/fr/audit-interne>. Consulté le 9 septembre 2024.
- [12] *Document interne de Shariket Kahraba Terga.*
- [13] Terga power plant. https://www.gem.wiki/Terga_power_plant. Consulté le 01 juin 2024.

- [14] *Siemens et Rotan Power construisent une centrale de 660 MW au Ghana - VivAfrik - Actualité.* <https://www.vivafrik.com/2017/12/27/siemens-et-rotan-power-construisent-une-centrale-de-660-mw-au-ghana-a14153.html>. Consulté le 9 septembre 2024.
- [15] geoffrey. « PPT - Le Risque Électrique PowerPoint Presentation, Free Download - ID:931969 ». *SlideServe*, 11 novembre 2012, <https://www.slideserve.com/geoffrey/le-risque-electrique>.
- [16] *Combined cycle power plants - Minimax.* <https://www.minimax.com/fr/fr/solutions/energy/combined-cycle-power-plants/>. Consulté le 9 septembre 2024.
- [17] *Risques électriques. Accidents d'origine électrique - Risques - INRS.* <https://www.inrs.fr/risques/electriques/accidents-origine-electrique.html>. Consulté le 9 septembre 2024.
- [18] « Accidents d'origine électrique : exemples, conséquences et prévention ». *CNFCE*, <https://www.cnfce.com/faq/habilitation-electrique/accidents-electriques>. Consulté le 6 juillet 2024.
- [19] Nature des accidents électrique et dangers du courant électrique. https://elearning.centre-univ-mila.dz/a2024/pluginfile.php/24312/mod_resource/content/1/CH2Securiteelectrique_papier.pdf, consulté le 21 juillet 2024.
- [20] *Qu'est-ce qu'un arc électrique ? - ENGIE.* <https://particuliers.engie.fr/electricite/conseils-electricite/conseils-installation-electrique/arc-electrique.html>. Consulté le 21 juillet 2024.
- [21] « Qu'est-ce qu'un court-circuit ? » *Energide*, <https://www.energide.be/fr/questions-reponses/quest-ce-quun-court-circuit/1188/>. Consulté le 21 juillet 2024.
- [22] *Risques électriques. Accidents d'origine électrique - Risques - INRS.* <https://www.inrs.fr/risques/electriques/accidents-origine-electrique.html>. Consulté le 26 juillet 2024.
- [23] *Le courant électrique : types et moyens de production.* http://api.fr.eni.com/en-lumiere/c-15_courant-electrique-type-et-moyens-production. Consulté le 27 juillet 2024.
- [24] Mercy. « PPT - Risques Electriques PowerPoint Presentation, Free Download - ID:230321 ». *SlideServe*, 24 janvier 2012, <https://www.slideserve.com/Mercy/risques-electriques>.

- [25] Protection des biens et des personnes. [https://energypedia.info/images/4/4e/Protection des biens et des personnes 02 04 2016pp tx.pdf](https://energypedia.info/images/4/4e/Protection_des_biens_et_des_personnes_02_04_2016pp_tx.pdf). consulté le 15 juin 2024.
- [26] Journal officiel N65. <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2001/F2001065.PDF>
Consulté le 22 juin 2024.
- [27] Journal officiel N37. <https://and.dz/site/wp-content/uploads/D%C3%A9cret-executif-n%C2%B006-198.pdf>.consulté le 22 juin 2024.
- [28] Journal officiel N7. <https://www.joradp.dz/FTP/jo-francais/2016/F2016007.pdf>.consulté le 24 juin 2024.
- [29] *Décret exécutif n° 10-138 du 13 mai 2010 fixant les règles techniques de conception, d'exploitation et d'entretien des réseaux de distribution de l'électricité et du gaz.* | FAOLEX. <https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC096334/>. Consulté le 02 septembre 2024.
- [30] ISO 9001 Qu'en attendre dans la chaîne d'approvisionnement. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/fr/PUB100304_fr.pdf.consulté le 25 juin 2024.
- [31] « Définition de Norme ISO 14001 ». *Actu-Environnement*, Actu-environnement, https://www.actuenvironnement.com/ae/dictionnaire_environnement/definition/norme_iso_14001.php4. Consulté le 6 septembre 2024.
- [32] « ISO 45001:2018 ». <https://www.iso.org/fr/standard/63787.html>. Consulté le 03 septembre 2024.
- [33] *Norme électrique NF C 18-510 : guide complet - CNFCE.* <https://www.cnfce.com/faq/habilitation-electrique/nfc18510-norme-electrique>. Consulté le 18 mai 2024.
- [34] « ISO/IEC 27001:2022 ». *ISO*, <https://www.iso.org/fr/standard/27001>. Consulté le 18 mai 2024.
- [35] Laboratuvar. *Norme de sécurité électrique NFPA 70E.* <https://www.laboratuvar.com/fr/>. Consulté le 10 septembre 2024.
- [36] *Signaux de sécurité ISO 7010.* <https://www.quentic.fr/articles/symboles-iso-7010/>. Consulté le 11 septembre 2024.

Annexes

Annexe 01 : Questionnaire

Informations de l'employé	Service / Département	
	Poste / Fonction	
	Nombre d'années d'expérience dans ce poste	
Question		Réponse
1	Avez-vous reçu une formation sur les risques électriques lors de votre intégration ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
2	Avez-vous suivi une formation sur les risques électriques dans les 12 mois ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
3	Savez-vous identifier les zones à haut risque de la centrale ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Partiellement
4	Avez-vous participé à des exercices de simulation d'incidents électriques ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
5	Estimez-vous que les consignes de sécurité sont bien expliquées et accessibles ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/> Partiellement
6	Portez-vous toujours les EPI requis (casque, gants isolants, etc.) ?	<input type="checkbox"/> Toujours <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Jamais
7	Les EPI que vous utilisez sont-ils en bon état et vérifiés régulièrement ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
8	Savez-vous appliquer les procédures de consignation/déconsignation (LOTO) ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9	Avez-vous accès à la documentation sur les procédures de sécurité ?	<input type="checkbox"/> Oui, toujours <input type="checkbox"/> Parfois <input type="checkbox"/> Non
10	Avez-vous déjà signalé un incident ou risque électrique ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
11	Savez-vous quelles étapes suivre en cas d'incident ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
12	La pression de production a-t-elle influencé vos décisions sur la sécurité ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
13	Quelles mesures pourraient renforcer la sécurité électrique ?	Réponse ouverte