

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université M'hamed Bougara Boumerdes
Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie



Département Génie des Procédés Chimiques et Pharmaceutiques

Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du diplôme de master

Spécialité : *Génie des Procédés*

Option : *Hygiène Sécurité et Environnement*

Thème

**Plan de prévention des risques au cours des travaux de
maintenance (shut down) des turbines.**

Présenté par :

Rachid Midni

Encadré par :

Mme YOUNSI

Année universitaire : 2020/2021.

REMERCIEMENT

Tout d'abord, nous rendons grâce à Dieu, le tout puissant, le clément et le Miséricordieux de nous avoir donné la force le courage dans les moments difficiles, la volonté et la patience de mener à terme le présent mémoire.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à mon professeur encadreur Madame Younsi qui a dirigé mon travail avec un enthousiasme communicatif dont il sait faire preuve, l'aide et le temps qu'elle a bien voulu me consacrer. C'est à la fois un privilège et une expérience exceptionnelle que d'avoir pu bénéficier de ses conseils. Ce mémoire doit beaucoup à son soutien et à ses encouragements.

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à :

Ma famille :

Mon encadreur Madame Younsi, mes professeurs du cycle License et Master et du fait du monde qui n'ont cessé de m'encourager et tous mes compagnons de promotion.

Je dédié ce travail a :

Ma femme, mes enfants : Mehdi, Redha, et Mohammed Firas, a l'âme de mes parents qui peuvent être fiers et trouvent ici le résultat des années de mes efforts et sacrifices.

Mes frères et ma belle-sœur Hanane pour ses précieux encouragements.

Ma grande mère qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.

Abréviations

HSE : hygiène, sécurité et environnement.

SMS : Système de management de sécurité.

DOI : Directeur des Opérations Internes.

POB: Personnel on board.

MEDEVAC: Plan d'évacuation.

OSCP: Oil Spill Contengency Plan.

RH : Ressources Humaines.

MOG : Moyens Généraux.

Sommaire

1. CHAPITRE I : Généralités

1.1. Introduction	1
1.2. Généralités sur le procédés de production du GNL (gaz naturel liquéfié)	2
1.3. Généralités sur les utilités dans les usines de traitement de gaz	4
1.4. L'azote nécessaire pour les opérations de l'inertage en pour la préparation des travaux demaintenances	5
1.4.1. Centrale thermique à vapeur (turbines à vapeur) :	5
1.4.2. Centrale thermique à gaz (turbines à gaz)	9
1.4.3. Centrale thermique à cycle combiné	10

2. CHAPITRE II : la fonction maintenance dans le secteur pétrolier

2.1. Généralités sur l'évolution de la fonction maintenance	13
2.1.1. Fonctions économiques de l'entreprise	14
2.1.2. La fonction maintenance	14

3. CHAPITRE III : généralités sur les turbines à gaz

3.1. Introduction	24
3.1.1 Composition d'une turbine à gaz	24
3.1.2. Principe de fonctionnement	24
3.1.3. Classification des turbines à gaz	25
3.1.4. Utilisation des turbines à gaz dans les complexes de liquéfaction du gaz naturel. 27	

4. CHAPITRE IV : Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

4.1. Les dangers et risques identifiés au cours de travaux de maintenance	29
4.1.1. Risque électrique:	29
4.1.2. Levage critique:	29
4.1.3. Risque de chute	30
4.1.4. Travail en hauteur	30
4.1.5. Espace confiné	30
4.1.6. Travail à chaud	30

4.1.7. Risque radioactif	30
4.1.8. Le stress thermique.....	31
4.1.9. COVID-19	36
4.2. Plan de prévention	38
4.2.1. Management leadership et responsabilités	38
4.2.2. Comité de pilotage HSE (comité d'hygiène et de sécurité).....	39
4.2.3. Objectif HSE et KPIs (Key performance indicators)	40
4.2.4. Pre-shut down audit.....	40
4.2.5. « COLD EYE REVIEW » audit:.....	41
4.2.6. Les réunions de sécurité.....	43
4.2.7. Les documents (délivrables) requis pour le shut down	43
4.2.8. Rôles et responsabilités du personnel sous-traitant.....	46
4.3. Plan d'urgence de shut down	49
4.3.1. Responsabilités.....	51
4.3.2. Secours et gestions des urgences.....	52
Conclusion	55
Bibliographie	

Liste des figures

Figure 1.1-Procédés de gaz naturel liquéfié	4
Figure 1.2-Eléments d'une centrale thermique.....	6
Figure 1.3-Model réduit d'une centrale thermique de 12	8
Figure 1.4-Turbine à gaz simple	10
Figure 1.5-Principe d'une centrale a gaz combiné	11
Figure 2.1-Evolution de la maintenance.....	13
Figure 2.2- Schéma de fonctions économique de l'entreprise.....	14
Figure 2.3-Schéma système de mangement de la maintenance.	15
Figure 2.4-Les concepts de maintenance	16
Figure 2.5-Schéma maintenance corrective.	17
Figure 2.6-Maintenance corrective curative.	17
Figure 2.7-Maintenance corrective palliative.....	18
Figure 2.8-Loi de dégradation recherchée	18
Figure 2.9-Maintenance préventive systématique.....	19
Figure 2.10-Maintenance préventive conditionnelle.....	20
Figure 2.11-Choix de politique de maintenance.....	21
Figure 2.12-Schéma Ingénierie de maintenance.	22
Figure 2.13-Choix d'une stratégie de maintenance.....	23
Figure 3.1-Schéma représentatif de la turbine a gaz	24
Figure 3.2-Principe de fonctionnement d'une turbine à gaz	25
Figure 3.3-Classification par le mode de travail	26
Figure 3.4-Turbine a gaz a un arbre et a deux arbres.	27
Figure 3.5-Vue générale d'une turbine à gaz.	27
Figure 3.6-Photo d'un rotor d'une turbine à gaz.....	28
Figure 4.1-Procédure d'orientation et d'accueil d'un sous-traitant.....	44
Figure 4.2-Exemple d'une organisation HSE d'un sou traitant	46
Figure 4.3-nterface avec les autres plans d'urgence	53

CHAPITRE I

Généralités

1 CHAPITRE I : Généralités

1.1 Introduction

L'industrie des hydrocarbures dans le monde actuel connaît une évolution phénoménale et prend de plus en plus d'ampleur et d'importance ; Cela est une conséquence inévitable de la hausse continue de la demande sur le marché, et les intérêts économiques mis en jeu.

Pour régénérer de l'électricité, faire tourner et alimenter les moteurs, les compresseurs, éjecter le gaz des puits, par manque de pression, il faut opérer à la réinjection du gaz naturel dans ces derniers. L'industrie de pétrole et de gaz fait appel à l'utilisation des turbines.

La grande puissance, le bon fonctionnement ainsi que les hautes performances des turbines à gaz font d'elles un des moyens les plus sollicités pour l'entraînement des charges mécaniques.

Les compagnies des hydrocarbures en générale y compris La société nationale de transport et de commercialisation des hydrocarbures (SONATRACH) jouant un rôle important dans l'économie nationale, se voit dans l'obligation de faire face aux différents challenges de maintenance pour assurer un bon déroulement du cycle de production, pour satisfaire ses contrats et ses clients dans le marché national et international.

Pour cela, les compagnies de pétrole et du gaz suivent une stratégie de maintenance stricte, qui évite au maximum les arrêts de production et oblige le service maintenance d'adapter sa stratégie afin d'assurer une plus grande disponibilité des équipements, tout particulièrement ceux de position critique par rapport au processus de production, telles que les turbines à gaz très répandues dans le secteur pétrolier. Les compagnies du domaine pétrolier, et dans le cadre de la maintenance préventive systématique, les révisions et les inspections sont essentielles au bon fonctionnement de la turbine à gaz, mais conduisent à l'indisponibilité de cette dernière pendant toute la durée de la révision (shut down). Cette opération nécessite un temps d'exécution très important qui peut atteindre plus de deux mois, engendrant ainsi des coûts très élevés de perte de production.

Les opérateurs de turbines à gaz sont continuellement à la recherche d'améliorations des turbomachines en termes de puissance accrues et des intervalles d'entretien prolongés ; ce qui limite autant que possible le temps d'arrêt pour la mise à niveau.

L'intervalle de maintenance représente encore l'un des problèmes les plus critiques liés à la durabilité et à une forte incidence sur les coûts de production, en particulier dans les applications pétrolières et gazières. Pour résoudre ce problème, les programmes de développement spécifique ont été introduits par GENERALE LELECTRIC PETOLE ET GAZ, visant à étendre le temps moyen entre les inspections des turbines à gaz. Ces programmes se composent essentiellement d'identifier les modes de défaillance les plus probables, les stratégies pour remédier aux problèmes et enfin fournir de nouvelles technologies. Le succès de ces programmes commence par l'introduction du nouveau produit, après qu'il soit passé par un processus de conception rigoureuse et éprouvée qui inclut conceptuelles, préliminaires et détaillées des revues de conception.

En raison de deux fréquences dynamiques de l'environnement à haute température et la combustion, le matériel de combustion est exposé à différents modes de défaillance ; ce qui limite dans certains cas.

Le temps de disponibilité pour les opérations de maintenance préventive, dont les risques de sécurité relatifs aux opérations de maintenance doivent être considérés, et réduits à un niveau acceptable ALARP (as low as reasonably practicable), et c'est dans ce contexte que nous allons lancer notre projet de fin d'étude.

1.2 Généralités sur le procédé de production du GNL (gaz naturel liquéfié)

Le gaz naturel liquéfié, ou GNL, est tout simplement du gaz naturel à l'état liquide.

Lorsque le gaz naturel est refroidi à une température d'environ $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ou $-260\text{ }^{\circ}\text{F}$) à la pression atmosphérique, il se transforme en un liquide clair, transparent et inodore. Le GNL est inodore, incolore, non corrosif et non toxique.

Le gaz brut ou le gaz naturel est un mélange d'hydrocarbures {tendance paraffinique (Hydrocarbures saturés) contenant du méthane (CH_4) et de l'éthane (C_2H_6) en grande proportion ce qui lui donne un pouvoir calorifique et une combustibilité remarquable. En plus d'un combustible, le gaz naturel est utilisé dans les industries de fabrication du ciment, du verre, de la céramique...etc. Il est considéré comme une matière première dans l'industrie pétrochimique, citons comme exemple le méthanol, l'ammoniac, les engrais...etc.

Sur des usines de liquéfaction de gaz naturel typiques, des courants réfrigérants sont utilisés pour produire le froid à différents niveaux d'un échangeur de chaleur principal en se vaporisant contre le courant d'hydrocarbures à liquéfier (typiquement le gaz naturel).

Il est souhaitable de liquéfier le gaz naturel pour un certain nombre de raisons. A titre d'exemple, le gaz naturel peut être stocké et transporté sur de longues distances plus facilement à l'état liquide que sous forme gazeuse, car il occupe un volume plus petit pour une masse donnée et n'a pas besoin d'être stocké à une pression élevée.

Typiquement, le gaz naturel contient des hydrocarbures et du CO_2 (0,5% à 5% mol environ). Afin d'éviter le gel de ce dernier au cours de la liquéfaction du gaz naturel, il convient de le retirer. Un moyen permettant de retirer le CO_2 du courant de gaz naturel est par exemple un lavage aux amines situé en amont d'un cycle de liquéfaction.

Le lavage aux amines sépare le CO_2 du gaz d'alimentation par un lavage du courant de gaz naturel par une solution d'amines dans une colonne d'absorption. La solution d'amines enrichie en CO_2 est récupérée en cuve de cette colonne d'absorption et est régénérée à basse pression dans une colonne de régénération de l'amine (ou stripping en anglais). En tête de cette colonne de distillation, un gaz acide riche en CO_2 est rejeté. Ainsi le courant de gaz naturel par un lavage aux amines rejette un flux concentré en CO_2 « gaz acide », le plus souvent directement émis à l'atmosphère :

Le Procédé de production de gaz naturel liquéfié et de dioxyde de carbone (CO_2) liquide comprenant au moins les étapes suivantes :

Étape a : séparation d'un gaz d'alimentation de gaz naturel, contenant des hydrocarbures et du dioxyde de carbone dans une unité de traitement, en un courant gazeux enrichi en CO_2 et un courant de gaz naturel appauvri en CO_2 ;

Étape b : liquéfaction du courant de gaz naturel appauvri en CO₂ issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de gaz naturel comprenant au moins un échangeur de chaleur principal et un système de production de frigories ;

Étape c : liquéfaction simultanée du courant gazeux enrichi en CO₂ issu de l'étape a) dans une unité de liquéfaction de CO₂ ;

Caractérisé en ce que tout ou partie du froid nécessaire à la liquéfaction du courant gazeux enrichi en CO₂ et à la liquéfaction du gaz naturel est fourni par ledit système de production de frigories de l'unité de liquéfaction de gaz naturel ; et caractérisé en ce que le courant gazeux enrichi en CO₂ issu de l'étape a) est purifié préalablement à l'étape c), le froid nécessaire à cette purification étant fourni par ledit système de production de frigories de l'unité de liquéfaction de gaz naturel.

Déshydratation : on élimine l'eau (H₂O) du gaz pour éviter la formation d'hydrates de méthane qui peuvent bloquer les échangeurs cryogéniques. Une fois « sec », le gaz naturel est quasiment du méthane pur. On le débarrasse également de toute trace de mercure (Hg), élément toxique qui peut corroder les alliages utilisés dans la suite du processus ;

Pré refroidissement : le gaz naturel est refroidi à une température proche de -30°C. Une série de distillations (dans les colonnes d'épuration) permet d'isoler les hydrocarbures plus lourds ainsi que les GPL (gaz de pétrole liquéfié : propane et butane). Ceux-ci peuvent être vendus comme matière première dans la pétrochimie ou comme carburant ;

Liquéfaction : le gaz est comprimé, refroidi à pression constante puis détendu. Cette opération est renouvelée à deux ou trois reprises dans des colonnes frigorifiques (pompes à chaleur) dont le gaz sort à près de -160°C, entièrement liquide à pression atmosphérique ;

Le processus de liquéfaction consomme une importante quantité d'énergie : l'usine de liquéfaction utilise en moyenne près de 10% du gaz qui lui est livré pour son propre fonctionnement, en particulier pour alimenter ses pompes à chaleur.

Stockage du GNL : Avant chargement, le GNL est stocké à pression atmosphérique dans de grands réservoirs cylindriques verticaux à proximité de l'usine de liquéfaction. Ceux-ci fonctionnent comme des bouteilles thermos. Métalliques ou en béton, ils possèdent une double paroi et une isolation thermique sophistiquée afin de maintenir le gaz à l'état liquide (à -160°C) avec un minimum d'évaporation.

Pour rappel, près de 600 m³ de gaz naturel occupent seulement 1 m³ à l'état liquide (à pression atmosphérique). Les réservoirs de GNL, qui disposent d'une capacité de stockage comprise entre 65 000 et 150 000 m³ de GNL permettent donc de stocker de très grandes quantités d'énergie.

Transport du GNL jusqu'au terminal méthanier

Le GNL est chargé à bord de méthaniers, des navires géants spécialement conçus pour cet usage. Les méthaniers doivent également être isolés thermiquement pour maintenir le gaz à l'état liquide en minimisant les déperditions énergétiques : leurs réservoirs sont dits « adiabatiques », c'est-à-dire sans pertes thermiques.

Les plus gros méthaniers en activité peuvent transporter près de 267 000 m³ de GNL. Ces navires, dits « Q-MAX » et exploités par la Qatar Gas Transport Compagnie, mesurent près de

345 m de long et 54 m de largeur. Pendant la traversée, le méthane qui s'évapore des cuves « adiabatiques » est récupéré pour participer à la propulsion du navire.

Une fois à destination, les méthaniers déchargent leur cargaison sur un terminal doté d'une installation de réception et de stockage cryogénique du GNL dans des réservoirs similaires à ceux utilisés sur les sites de liquéfaction.

Regazéification

Lorsque la consommation le nécessite, le GNL est regazéifié : sa température est portée d'environ -160°C à plus de 0°C sous haute pression (entre 60 et 100 bars). Le GNL peut être réchauffé par des échangeurs à ruissellement d'eau de mer ou par combustion d'une partie du gaz.

Avant l'acheminement du gaz par gazoduc depuis le terminal jusqu'aux réseaux de distribution, son pouvoir calorifique peut être ajusté par modification de la teneur en azote ou par mélange avec d'autres gaz.

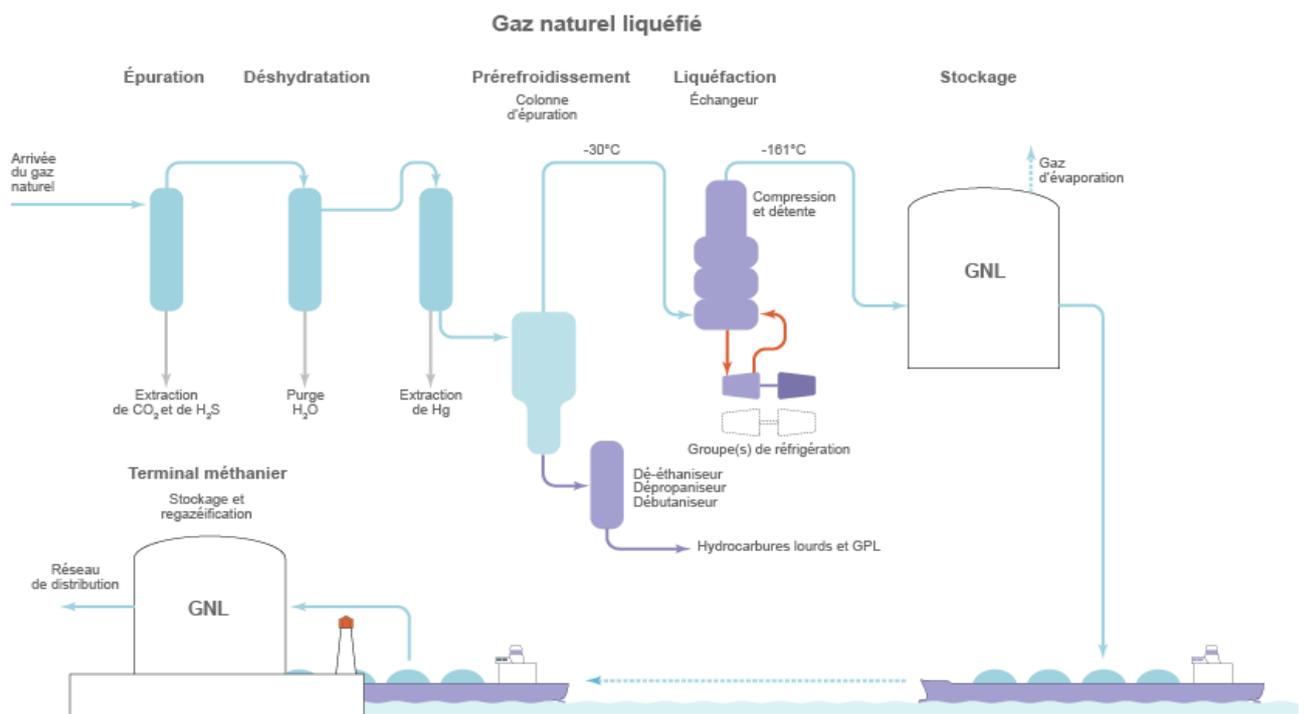


Figure 1.1- Procédés de gaz naturel liquéfié

1.3 Généralités sur les utilités dans les usines de traitement de gaz

En général les utilités ou « Utilities » en anglais définit la partie principale de l'usine du GNL qui produit l'électricité, l'azote, la vapeur, et l'air sec, nécessaire pour le déroulement normal du processus de l'usine comme :

1.4 L'azote nécessaire pour les opérations de l'inertage en pour la préparation des travaux de maintenances.

- L'air sec est nécessaire pour la manipulation des vannes automatique.
- La vapeur est nécessaire pour le nettoyage et décontamination des équipements avant les opérations de maintenance.
- L'électricité est le cœur de toute l'usine (tout est alimentés par l'électricité).

Les utilités sont d'une importance extrême voire vitale pour les usines de gaz naturel liquéfié.

Dans une usine de gaz naturel liquéfié GNL, on peut trouver des turbines à gaz, des turbines a vapeurs.

Pour avoir une idée générale, dans le prochain chapitre on va traiter les deux types de centrale et faire une comparaison.

1.4.1 Centrale thermique à vapeur (turbines à vapeur) :

Dans une centrale thermique, une chaudière chauffe de l'eau et la transforme en vapeur. L'énergie calorifique est obtenue en brûlant le plus souvent du charbon, du pétrole ou du gaz. La chaleur dégagée par la combustion vaporise l'eau qui atteint alors une très haute température. Cette vapeur se détend progressivement dans les corps haute, moyenne et basse pression de la turbine avant de se liquéfier dans le condenseur et d'être renvoyée dans le générateur de vapeur. L'énergie mécanique engendrée par la vapeur circulant dans la turbine, entraîne l'alternateur qui la transforme en énergie électrique. Les centrales thermiques produisent l'électricité à partir de la chaleur qui se dégage de la combustion du charbon, du mazout ou du gaz naturel. La plupart ont une capacité comprise entre 200 MW et 2000 MW afin de réaliser les économies d'une grosse installation. On la trouve souvent près d'une rivière ou d'un lac, car d'énormes quantités d'eau sont requises pour refroidir et condenser la vapeur sortant des turbines.

En fonctionnement nominal, le rendement de ces centrales se situe entre 40 et 42%. Leur minimum technique est de l'ordre de 20 %. Elles peuvent participer au réglage primaire et secondaire de la fréquence.

1.4.1.1 Organisation d'une centrale thermique

La figure montre les parties principales d'une centrale thermique identifiées comme suit :

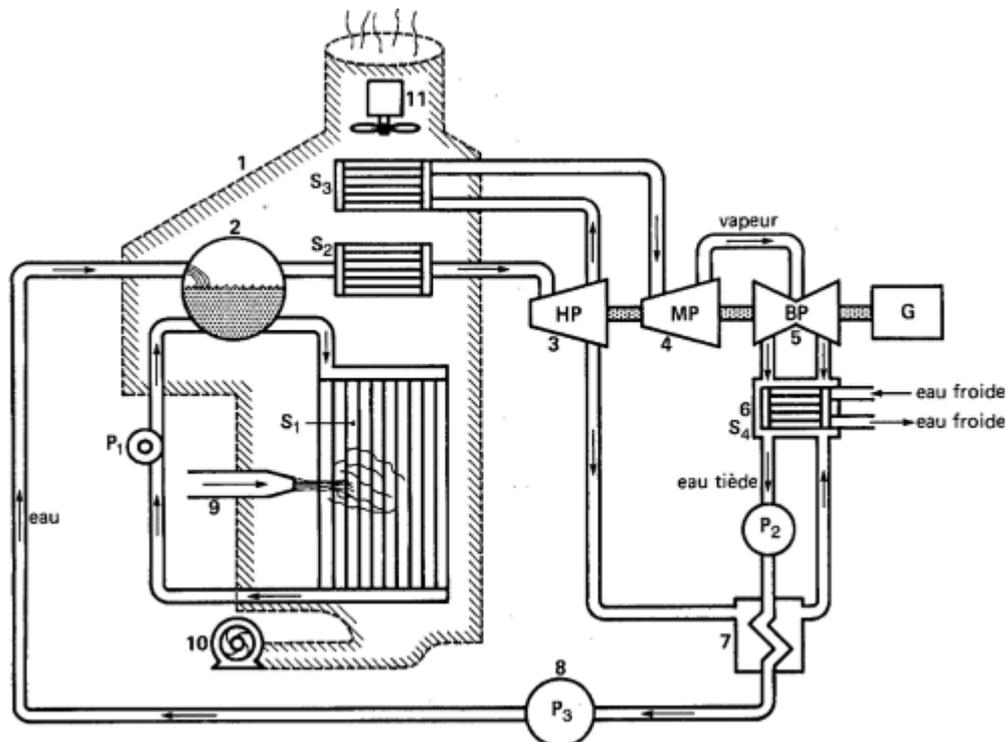


Figure 1.2- Éléments d'une centrale thermique.

1. Immense chaudière construite en hauteur dans laquelle on brûle le combustible. La chaleur est absorbée par l'eau circulant dans une série de tubes SR 1 R qui entourent les flammes. La circulation est forcée par la pompe PR 1 R.
2. Réservoir, contenant de l'eau et de la vapeur à haute pression. Il constitue à la fois le point de départ de la vapeur vers les turbines et le récepteur de l'eau d'alimentation de retour. La vapeur se dirige vers la turbine haute pression (HP) en passant par un surchauffeur SR 2 R. Ce dernier formé d'une série de tubes entourant le feu, provoque une forte augmentation de la température de la vapeur (200 °C environ). Cela assure une vapeur qui est absolument sèche et donne un meilleur rendement thermique.
3. Turbine haute pression (HP) qui permet une première expansion de la vapeur durant laquelle une partie de l'énergie mécanique. La pression et la température à la sortie de la turbine HP sont donc plus basses qu'à l'entrée. Afin d'augmenter le rendement thermique et pour éviter une condensation prématurée de la vapeur, on la fait passer par un réchauffeur SR 3 R composé d'une troisième série de tubes.
4. Turbine moyenne pression (MP) semblable à la turbine HP sauf qu'elle est plus grosse pour permettre à la vapeur de se détendre davantage.
5. Turbine basse pression (BP) à double carter qui enlève le reste de l'énergie thermique disponible dans la vapeur, permettant à cette dernière de se détendre dans un vide presque complet à l'intérieur du condensateur.
6. Condensateur qui provoque la condensation de la vapeur, grâce à la circulation d'eau froide venant de l'extérieur et circulant dans des tubes SR 4 R. Une pompe d'extraction

PR 2R enlève l'eau tiède condensée et la pousse à travers le réchauffeur (7) vers la pompe PR 3 Ralimentant la chaudière.

7. Réchauffeur. Dans cet échangeur de chaleur, une partie de la vapeur qui est passée par la turbine HP réchauffe l'eau d'alimentation, après quoi, la vapeur se condense aussi dans le condensateur. Les analyses thermodynamiques prouvent que le rendement ainsi obtenu est meilleur que si la vapeur dérivée dans le réchauffeur allait aux turbines MP et BP en passant par le réchauffeur S3.
8. Pompe d'alimentation PR 3 R qui refoule l'eau d'alimentation contre la forte pression régnant à l'intérieur du ballon (2) et complète ainsi le cycle thermique.
9. Brûleurs provoquant la combustion du gaz, du mazout ou du charbon pulvérisé projeté à l'intérieur de la chaudière.

Avant d'être projeté dans la chaudière, le charbon est réduit en poudre. De la même façon, l'huile lourde est préchauffée et soufflée en jet vaporisé afin d'augmenter sa surface de contact avec l'air environnant.

10. Ventilateur soufflant l'air requis pour la combustion.
11. Ventilateur aspirant les gaz brûlés qui s'échappent par la cheminée.

En pratique, une centrale contient bien d'autres appareils et accessoires essentiels pour assurer un bon rendement et des conditions sécuritaires. Ainsi, des vannes de réglage permettent de contrôler l'admission de la vapeur dans les turbines, un système d'épuration maintient la propreté de l'eau d'alimentation, des pompes gardent les paliers en bon état de lubrification, etc. Cependant, les composants que nous venons de décrire suffisent à expliquer le fonctionnement et les problèmes de base d'une centrale thermique.

Diagramme énergétique d'une centrale thermique

Les centrales thermiques modernes se ressemblent beaucoup et la plupart fonctionnent à une température de 550 °C et une pression de 16.5 MPa; elles donnent un rendement global de l'ordre de 40 %. Les quantités d'énergie, les débits de vapeur, etc., ne changent pas beaucoup, même pour des températures et des pressions différentes. Cela nous a permis de tracer le schéma de répartition de l'énergie pour un modèle réduit ayant une puissance calorifique de 30 MW et un débit électrique de 12 MW, soit un rendement global de 40 %.

Par exemple une centrale de 480 MW aurait les caractéristiques approximatives suivantes :

Puissance électrique	Consommation de charbon	Consommation d'air	Puissance de la chaudière
Débit de vapeur	Eau de refroidissement (Avec $\Delta t = 10$ °C)	480 MW	40 Kg/s
400 Kg/s	1200 MW	320 Kg/s	14 400 Kg/s ou 14.4 mP

3P/s Si l'on doit installer une tour de refroidissement, elle doit évaporer une quantité d'eau égale à : $2 \% \times 14.4 = 0.288$ m3/s.

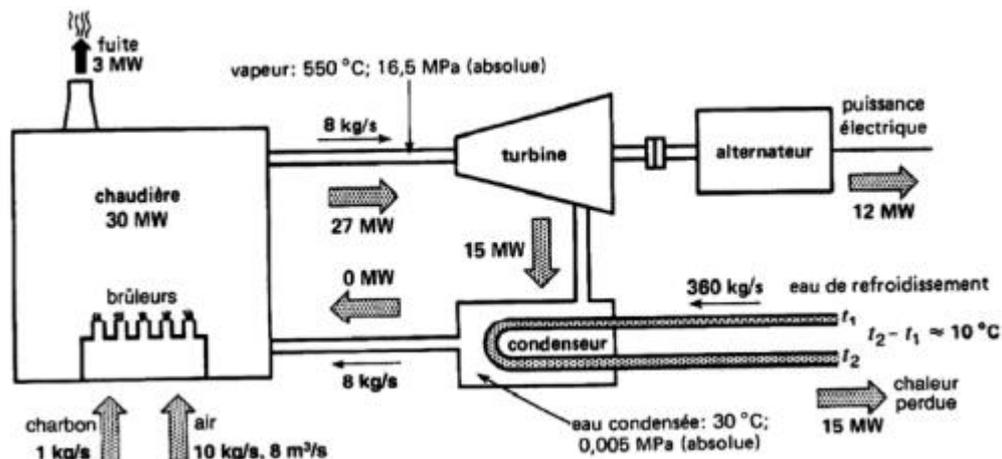


Figure 1.3- Model réduit d'une centrale thermique de 12

1.4.1.2 Sélection du site pour la centrale thermique

- *Approvisionnement en carburant :*

La centrale électrique à vapeur devrait être située près de la mine de charbon de sorte que le coût de transport du carburant soit minimum. Si le terrain n'est pas disponible à proximité des mines de charbon, prévoir des installations adéquates pour le transport du carburant.

- *Disponibilité de l'eau :*

Une énorme quantité d'eau est nécessaire pour alimenter la chaudière et le condenseur, pour cela la station devrait être située près de la mer, rivière, du lac, etc.

- *Facilité de transport :*

Pour la centrale à vapeur offrir un meilleur service de transport pour le transport de l'homme, de la machinerie, etc.

- *Type de terrain :*

La centrale électrique à vapeur devrait être installée dans un terrain où l'extension future est possible et zone non sismique.

- *Pres du poste électrique :*

Afin de réduire les pertes de transmission et de distribution, la centrale devrait être située près du poste Interconnexion.

- *Distance de la zone d'habitation :*

Comme la centrale thermique produit des gaz de combustion, ces gaz affecteront l'être humain vivant, donc la centrale devrait être située loin de la zone densément peuplée.

1.4.1.3 Avantages et inconvénient

Avantages :

- ✓ Centrales d'appoint qui peuvent être facilement mise en fonctionnement ou arrêtées.
- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande.
- ✓ Autonomie (dépendant de l'approvisionnement et du stock de combustible).
- ✓ Flexibilité dans le choix du combustible (pour certaines technologies).
- ✓ Longue durée de vie (30 à 40 ans).

Inconvénients :

- ✓ Réactivité faible au démarrage (plus d'1h pour atteindre la puissance max).
- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique).
- ✓ Emissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants, en particulier sur charbon et fioul (SOx, NOx, poussières).
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages.
- ✓ Besoin d'un débouché (ouverture) chaleur pour la cogénération.

1.4.2 Centrale thermique à gaz (turbines à gaz)

Les centrales à gaz sont basées sur la combustion du gaz naturel ou fioul dans de l'air sous pression et sur la détente des gaz chauds brulés dans une turbine couplée à un alternateur. La turbine est l'élément de base d'une centrale électrique. C'est un moteur rotatif qui convertit l'énergie de vapeur ou de gaz en énergie mécanique. Plus généralement, c'est un organe permettant la détente d'un fluide en recueillant son énergie sous formes mécanique. On distingue les turbines hydrauliques, les turbines à vapeur et les turbines à gaz.

1.4.2.1 Turbines à combustion (TAC)

Les turbines à gaz (turbines à combustion) sont plus généralement connues pour leur application dans le domaine de l'aéronautique, mais elles ont également utilisé pour la propulsion ferroviaire et marine. Aujourd'hui, les générateurs à turbine à gaz produisent la plus grande partie de l'énergie électrique dans le monde.

Le système d'une turbine à gaz est composé principalement d'un compresseur (généralement à plusieurs étages), d'un système de combustion (plusieurs chambres de combustion), d'une turbine à plusieurs étages, un dispositif de démarrage et quelques auxiliaires. Dans sa forme la plus simple et la plus répandue, une turbine à combustion est composée de trois éléments :

- ✓ Un compresseur, centrifuge ou plus généralement axial, qui a pour rôle de comprimer de l'air ambiant à une pression comprise aujourd'hui entre 10 et 30 bars environ ;

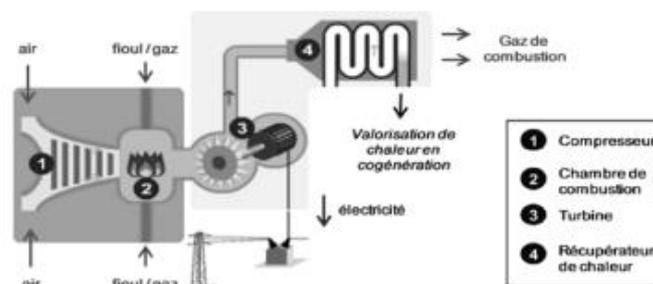


Figure 1.4-Turbine à gaz simple

- ✓ Une chambre de combustion, dans laquelle un combustible gazeux ou liquide est injecté sous pression, puis brûlé avec l'air comprimé, avec un fort excès d'air afin de limiter la température des gaz d'échappement.
- ✓ Une turbine, généralement axiale, dans laquelle sont détendus les gaz qui sortent de la chambre de combustion.

Dans une turbine à combustion (TAC), l'électricité est générée grâce à la circulation de gaz d'échappement issus d'une chambre de combustion et traversant directement la turbine. La chambre de combustion est le plus souvent interne à la turbine, elle génère de la chaleur à partir d'un combustible (gaz ou fioul) et d'air initialement comprimé.

Sous cette forme, la turbine à gaz constitue un moteur à combustion interne à flux continu. On notera que le terme de turbine à gaz provient de l'état du fluide de travail, qui reste toujours gazeux, et non du combustible utilisé, qui peut être aussi bien gazeux que liquide. Sur le réseau électrique, la forte réactivité des TAC (moins de 30 min pour atteindre la puissance max) est souvent mise à profit pour fournir la pointe électrique. Les TAC sont également répandues pour la production décentralisée dans l'industrie ou le tertiaire, notamment pour un fonctionnement en cogénération. L'intérêt de la cogénération sur les TAC réside dans la haute température des fumées de combustion, dont la chaleur peut être récupérée et valorisée sans affecter la production électrique.

1.4.2.2 Avantages et inconvénients

Avantages :

- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande.
- ✓ Forte réactivité (moins de 30 min pour atteindre la puissance max).
- ✓ Autonomie et sécurité de fourniture des TAC fioul, grâce au stock de combustible sur site.
- ✓ Longue durée de vie (25 à 30 ans).
- ✓ Qualité de la chaleur pour cogénération (haute température).

Inconvénients :

- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique).
- ✓ Emissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants, notamment pour le fioul (SO_x, NO_x).
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages (croissants avec le besoin de flexibilité sur les réseaux).
- ✓ Besoin d'un débouché chaleur pour la cogénération.

1.4.3 Centrale thermique à cycle combiné

La recherche continue pour améliorer le rendement thermique qui a donné lieu à des modifications plutôt innovantes aux centrales électriques conventionnelles. La modification la plus populaire implique le cycle à gaz qui surmonte un cycle de vapeur, qui est appelé le cycle combiné gaz-vapeur, ou simplement le cycle combiné.

1.4.3.1 Principe de fonctionnement

Les centrales à cycle combiné (CCC) sont de grandes centrales thermiques utilisant le gaz naturel comme combustible pour produire de l'électricité sur deux cycles successifs. Le premier cycle est semblable à celui d'une TAC : le gaz brûlé en présence d'air comprimé actionne la rotation de la turbine reliée à l'alternateur. Dans le second cycle, la chaleur récupérée en sortie de la TAC alimente un circuit vapeur qui produit également de l'électricité avec une turbine dédiée.

- ✓ Un mélange de gaz naturel et d'air comprimé est brûlé dans une chambre à combustion (C), à une température d'environ 1300 degrés. En augmentant de volume, les gaz chauds issus de la combustion actionnent une turbine (T1) qui, reliée à un alternateur (A1), permet de produire de l'électricité.

Le rendement de cette turbine à gaz simple n'est pas très élevé, entre 35 et 38%, car une grande partie de l'énergie est perdue sous forme de chaleur dans les gaz d'échappement. La meilleure solution pour augmenter ce rendement consiste à récupérer la chaleur des gaz d'échappement, pour le chauffage ou la production de vapeur.

- ✓ Au sortir de la première turbine, les gaz d'échappement sont encore suffisamment chauds pour produire de la vapeur. Dans une centrale à cycle combiné, cette vapeur sert à actionner une deuxième turbine (T2), reliée à un deuxième alternateur (A2). Le rendement global pour la production électrique d'une centrale à cycle combiné au gaz naturel oscille actuellement entre 58 et 61%. Une partie de la chaleur des gaz d'échappement issus de la combustion du gaz naturel peut également être utilisée pour le chauffage.

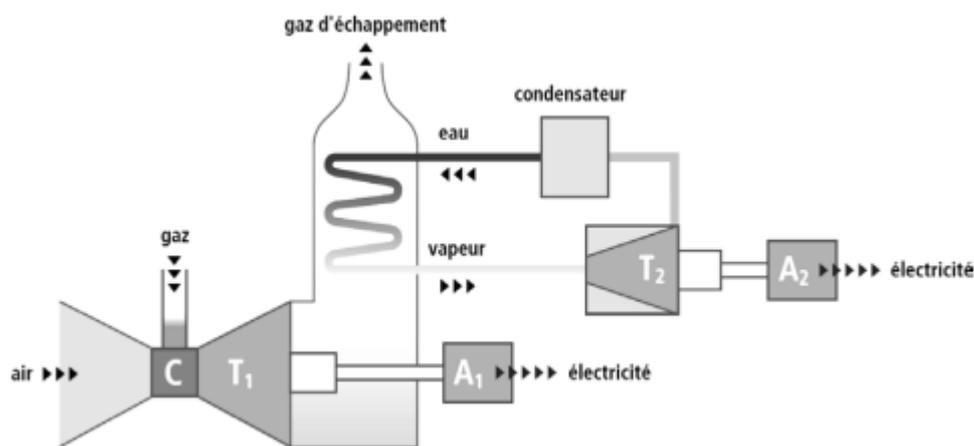


Figure 1.5-Principe d'une centrale à gaz combiné

La cogénération sur les cycles combinés gaz (CCG) est possible en valorisant la chaleur résiduelle, mais elle demeure peu répandue.

1.4.3.2 Avantages et inconvénients

Avantages

- ✓ Moyen de production d'électricité « dispatchable » pour répondre aux variations de la demande.
- ✓ Rendement élevé par rapport à un cycle simple.

- ✓ Réactivité (30 min à 1h pour atteindre la puissance max).
- ✓ Impact environnemental réduit par rapport aux centrales thermiques à flammes : émissions de gaz à effet de serre et d'éléments polluants (SOx, NOx, etc.) moindres.
- ✓ Longue durée de vie (25 à 30 ans).

Inconvénients

- ✓ Usage de combustibles fossiles (raréfaction et coût de la ressource, dépendance énergétique).
- ✓ Emissions de gaz à effet de serre.
- ✓ Coût et usure liés aux arrêts / démarrages (croissants avec le besoin de flexibilité sur les réseaux).
- ✓ Besoin d'un débouché chaleur pour la cogénération

CHAPITRE II
La fonction maintenance dans le secteur
pétrolier

2 CHAPITRE II : la fonction maintenance dans le secteur pétrolier

2.1 Généralités sur l'évolution de la fonction maintenance

À la fin des années 70, l'entretien était trop souvent le « parent pauvre » des services de l'entreprise.

Les dirigeants le considéraient uniquement comme un poste de dépenses et ne pensaient qu'à réduire ses coûts.

Les choses ont bien changé : l'automatisation presque systématique des procédés et leurs coûts d'amortissement croissants, font que la part du coût machine dans le coût de production ne cesse d'augmenter, aux dépens de celui de la main-d'œuvre.

Evolution de la maintenance

• **Evolution de la maintenance**

D'après Moubray dans [59]

• **La fonction maintenance**

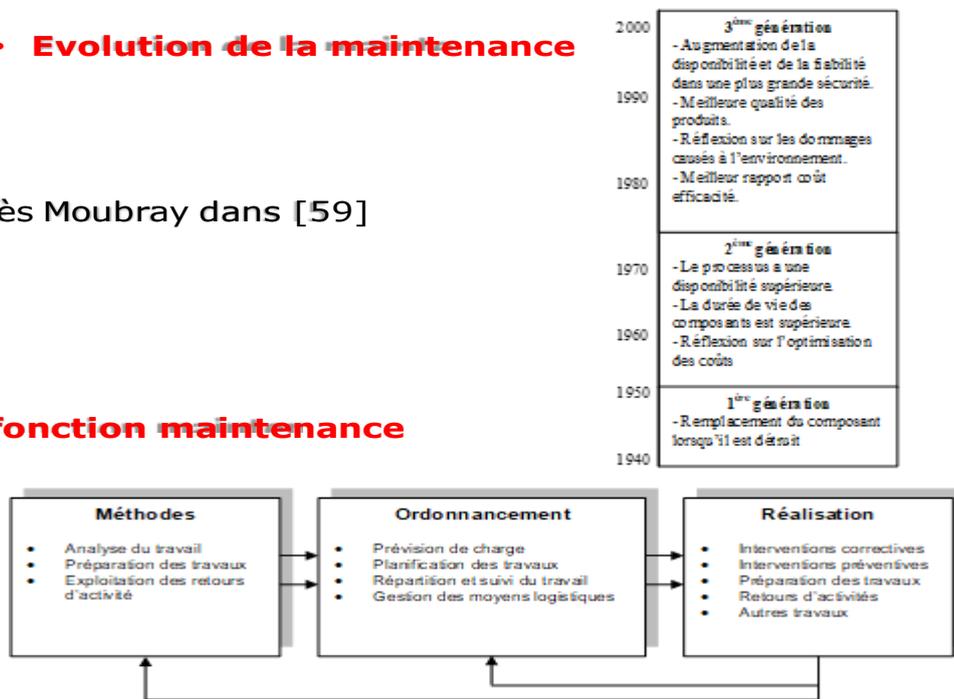
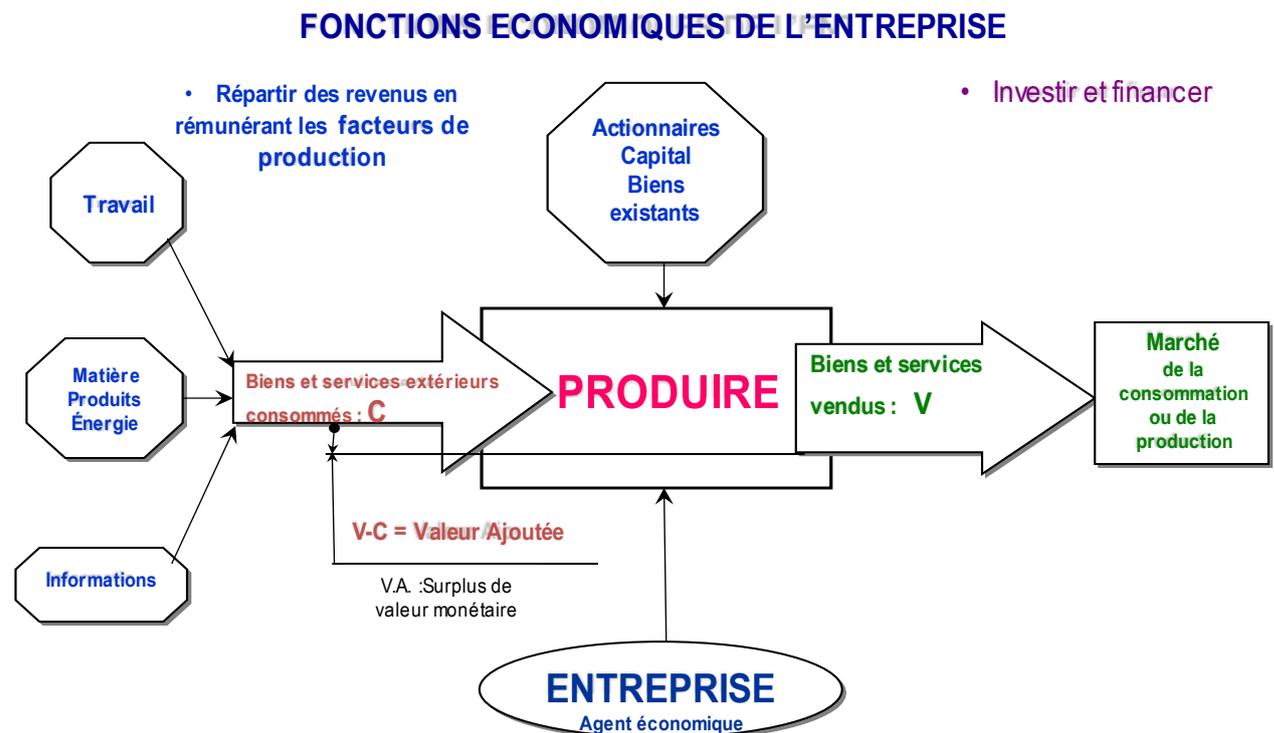


Figure 2.1-Évolution de la maintenance.

Dans ces conditions, la fonction maintenance est devenue stratégique.

Les coûts directs de maintenance (comme la main d'œuvre) sont devenus secondaires voire négligeables par rapport aux coûts indirects. (Non-production, conséquences de la panne), Pour le gestionnaire la disponibilité des biens productifs est devenue essentielle.

2.1.1 Fonctions économiques de l'entreprise



L'entreprise est un agent économique dont l'activité principale est de produire des biens ou des services destinés à être vendus sur le marché des biens de consommation ou de production.

Figure 2.2- Schéma de fonctions économiques de l'entreprise.

2.1.2 La fonction maintenance

Définition : La maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management, durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise (NF EN 13306).

2.1.2.1 Management de la maintenance

C'est toutes les activités et les instances de direction qui déterminent :

- ✓ Les objectifs.
- ✓ La stratégie.
- ✓ Et les responsabilités concernant la maintenance, qui les mettent en application par des moyens tels que : **la planification, la maîtrise et le contrôle de la maintenance, l'amélioration des méthodes**, dans l'entreprise, y compris dans les aspects économiques.

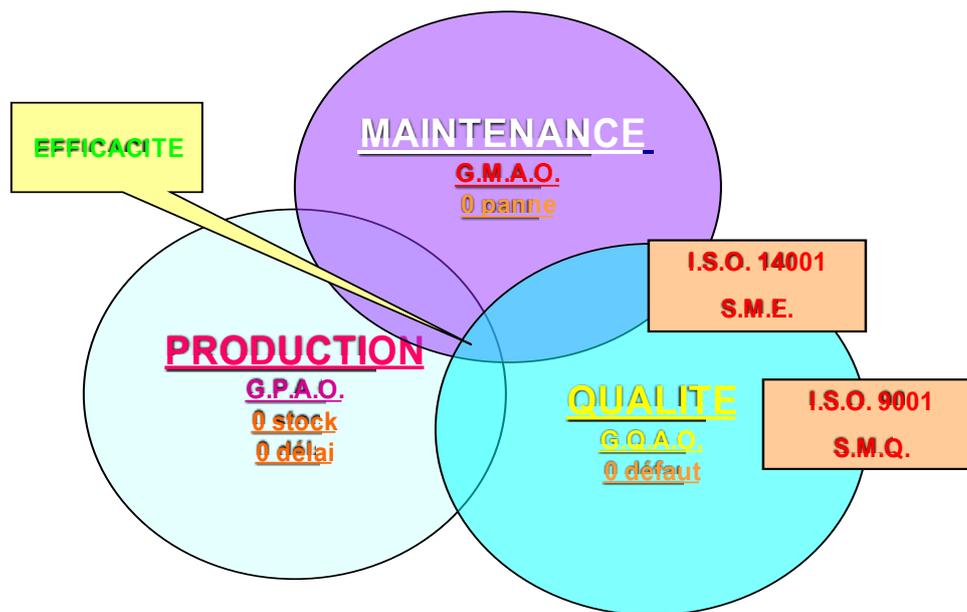


Figure2.3- Schéma système de management de la maintenance.

2.1.2.2 Domaine d'actions de la fonction maintenance

- Maintenance préventive et corrective de tous les systèmes dont le service a la charge ainsi que toutes les opérations de révisions, contrôles, etc.
- Travaux d'installation et de mise en route de matériels neufs
- Travaux directement liés aux conditions de travail : sécurité, hygiène, environnement, pollution, etc.
- Amélioration, reconstruction et modernisation des installations
- Gestion des pièces de rechange, des outillages et des moyens de transport et de manutention
- Fabrication de certaines pièces détachées
- Travaux divers dans les locaux de l'entreprise, agrandissements, déménagements
- Gestion des différentes énergies et des réseaux de communication.

2.1.2.3 Fonctions et tâches associées à la maintenance

Pour un bon déroulement de la fonction maintenance, d'autres fonction sont mis en œuvre comme :

Le service étudie et méthodes, dont les fonctions sont comme suit :

- Études techniques.
- Préparation et ordonnancement.
- Études économiques et financières.
- Stratégie et politiques de maintenance.

- Exécution et mise en œuvre.
- Fonction documentation et ressources.

2.1.2.4 Les formes de maintenance

Les concepts de maintenance :

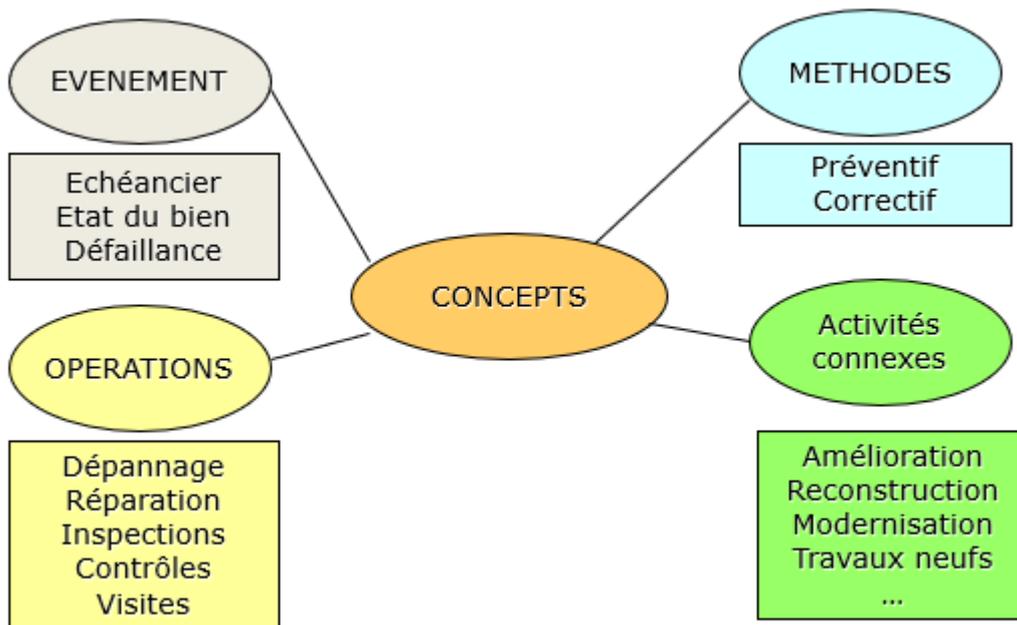


Figure 2.4-Les concepts de maintenance

- *La maintenance corrective*

La maintenance corrective est la maintenance exécutée après défaillance de la machine ou du système.

On distingue deux types de remise en état de fonctionnement

- la réparation : remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.
- le dépannage : remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivi d'une réparation.

Selon la norme NF EN 13306 la maintenance corrective est définis comme suit :

- Défaillance : altération ou cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

Il existe 2 formes de défaillance :

- ✓ **Défaillance partielle** : altération de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.
- ✓ **Défaillance complète** : cessation de l'aptitude d'un bien à accomplir la fonction requise.

La maintenance corrective appelée parfois curative (terme non normalisé) a pour objet de redonner au matériel des qualités perdues nécessaires à son utilisation.

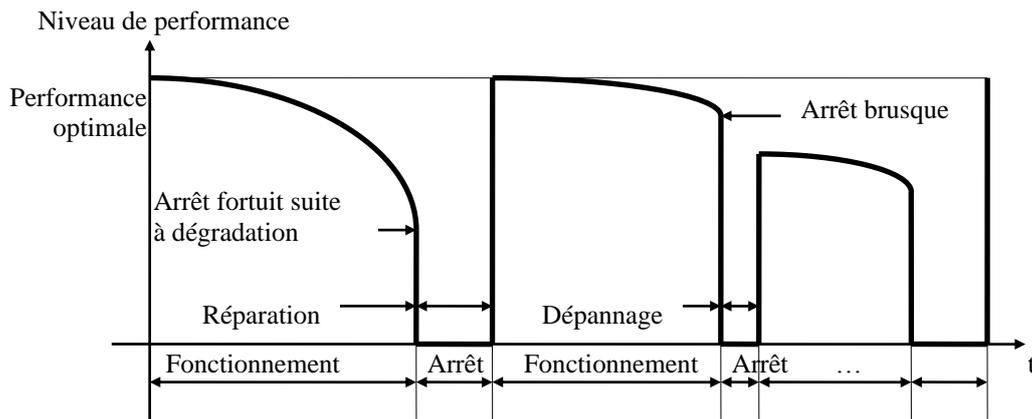


Figure 2.5- Schéma maintenance corrective.

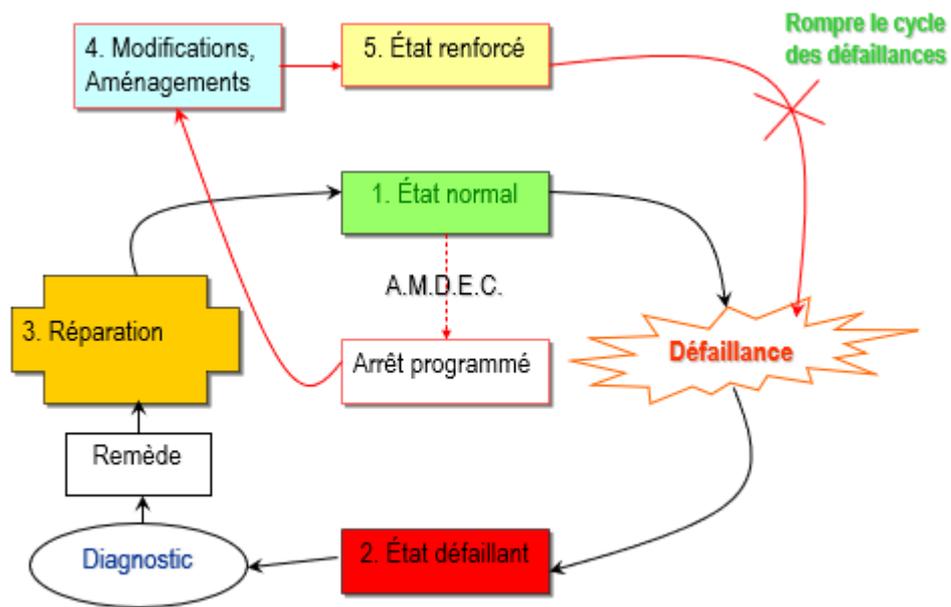


Figure 2.6- Maintenance corrective curative.

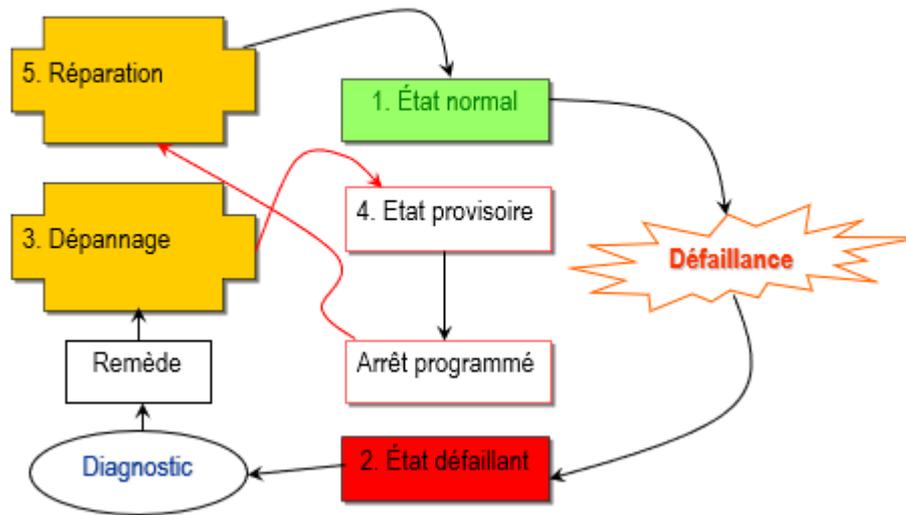


Figure 2.7- Maintenance corrective palliative.

- La maintenance préventive

Calque de la langue anglaise « préventive maintenance », l'expression « maintenance préventive » désigne le remplacement, la révision, ou la réfection d'un élément matériel avant que celui-ci n'entraîne une avarie.

La définition donnée par l'AFNOR est la suivante : « Maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

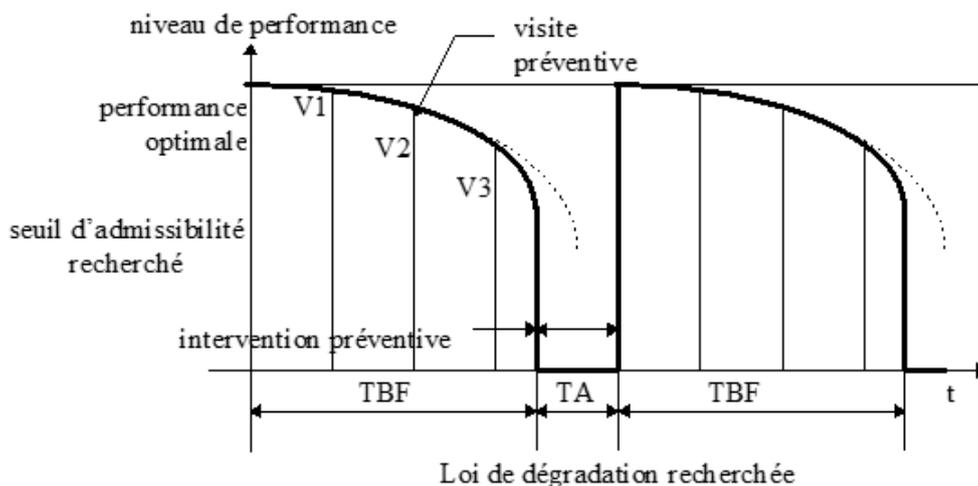


Figure 2.8- Loi de dégradation recherchée

Objectifs de la maintenance préventive

Dans le cas de maintenance des turbines ou autres machines en général, la maintenance préventive a les objectifs suivants :

- ✓ Augmenter la durée de vie des turbines et du matériel en général.
 - ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service.
 - ✓ Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
 - ✓ Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective
 - ✓ Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc.
 - ✓ Améliorer les conditions de travail du personnel de production
 - ✓ Diminuer le budget de maintenance
 - ✓ Supprimer les causes d'accidents graves
- Maintenance systématique

Définition de la norme européenne : « Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

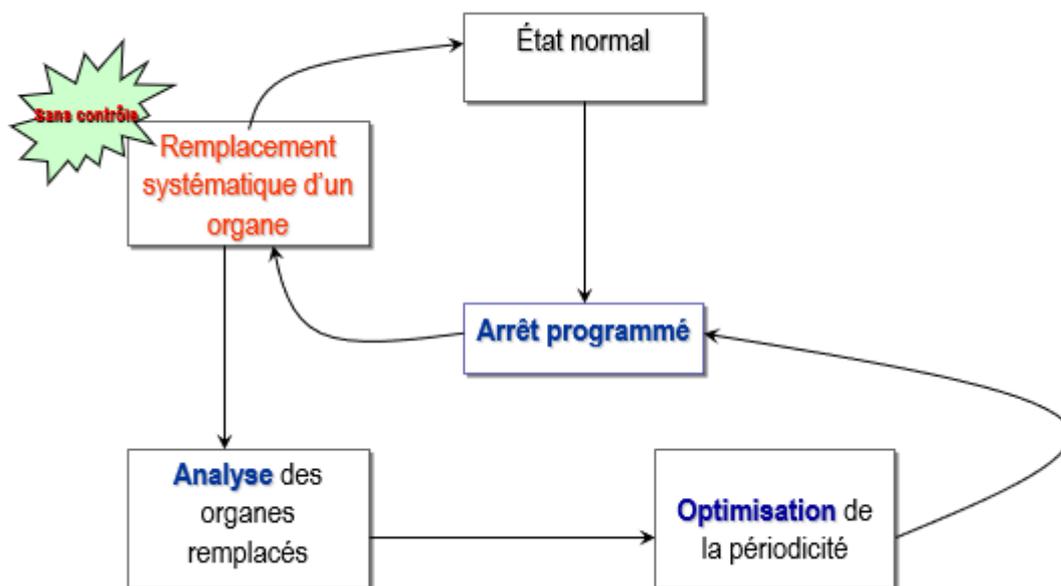


Figure 2.9- Maintenance préventive systématique.

Cas d'application de la maintenance préventive systématique

- Équipements soumis à une législation en vigueur (sécurité réglementée) : appareils de levage, extincteurs, ascenseurs, etc.
- Équipements dont la panne risque de provoquer des accidents graves : tous les matériels assurant le transport en commun des personnes.
- Équipement ayant un coût de défaillance élevé : éléments d'une chaîne de production automatisée, processus fonctionnant en continu (industries chimiques ou métallurgiques).

- Équipements dont les dépenses de fonctionnement deviennent anormalement élevées au cours de leur temps de service : consommation excessive d'énergie, éclairage par lampes usagées, etc.
- Maintenance préventive conditionnelle

La maintenance conditionnelle (calque de l'anglais conditional maintenance), maintenance subordonnée à l'apparition d'indices révélateurs de l'état (angl. condition) d'un élément matériel. Consacrée par l'usage, cette expression est une traduction fautive, l'anglais conditional signifiant ici non pas « conditionnel » (au sens de soumis à des conditions) mais « reposant sur l'état » du matériel (comme dans l'expression anglaise équivalente condition-based maintenance).

Définition de la norme européenne : « Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent » (extrait norme NF EN 13306 X 60-319).

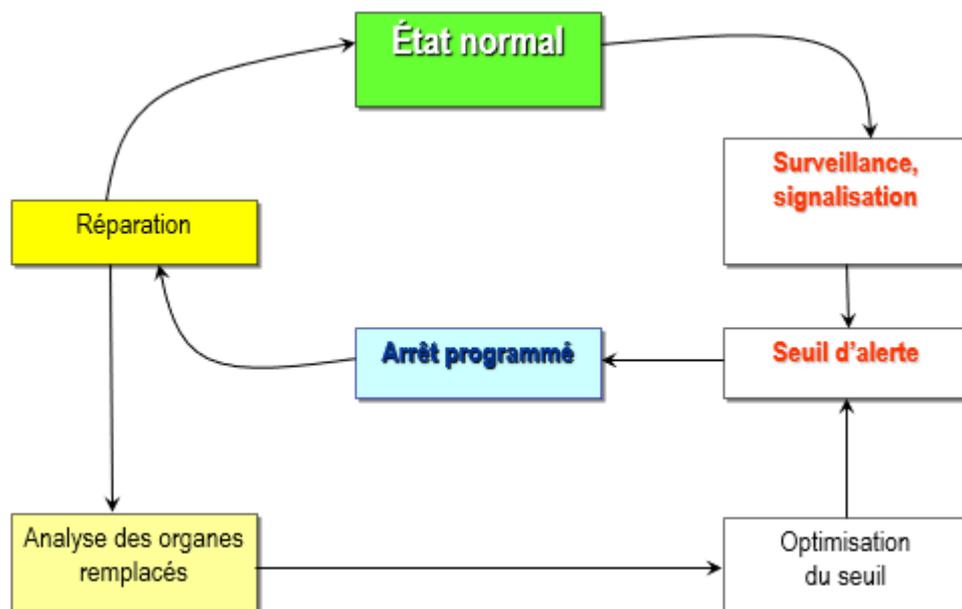


Figure2.10- Maintenance préventive conditionnelle.

2.1.2.5 Les opérations de maintenance

- Le dépannage

Actions physiques exécutées pour permettre à un bien en panne d'accomplir sa fonction requise pendant une durée limitée jusqu'à ce que la réparation soit exécutée (EN 13306 : avril 2001).

- La réparation

Actions physiques exécutées pour rétablir la fonction requise d'un bien en panne (EN 13306 : avril 2001).

2.1.2.6 La stratégie de maintenance

"La stratégie de maintenance est une méthode de management utilisée en vue d'atteindre les objectifs de maintenance."

Les choix de stratégie de maintenance permettent d'atteindre un certain nombre d'objectifs de maintenance :

- ✓ Développer, adapter ou mettre en place des méthodes de maintenance ;
- ✓ Élaborer et optimiser les gammes de maintenance ; -
- ✓ Organiser les équipes de maintenance ;
- ✓ Internaliser et/ou externaliser partiellement ou totalement les tâches de maintenance ;
- ✓ Définir, gérer et optimiser les stocks de pièces de rechange et de consommables ;
- ✓ Étudier l'impact économique (temps de retour sur investissement) de la modernisation ou de l'amélioration de l'outil de production en matière de productivité et de maintenabilité.

Donc il s'agit de décider sur les points principaux suivants :

- Quelles méthodes de maintenance à suivre.
- Quels biens fiabiliser ?
- Quand remplacer un Equipment ?

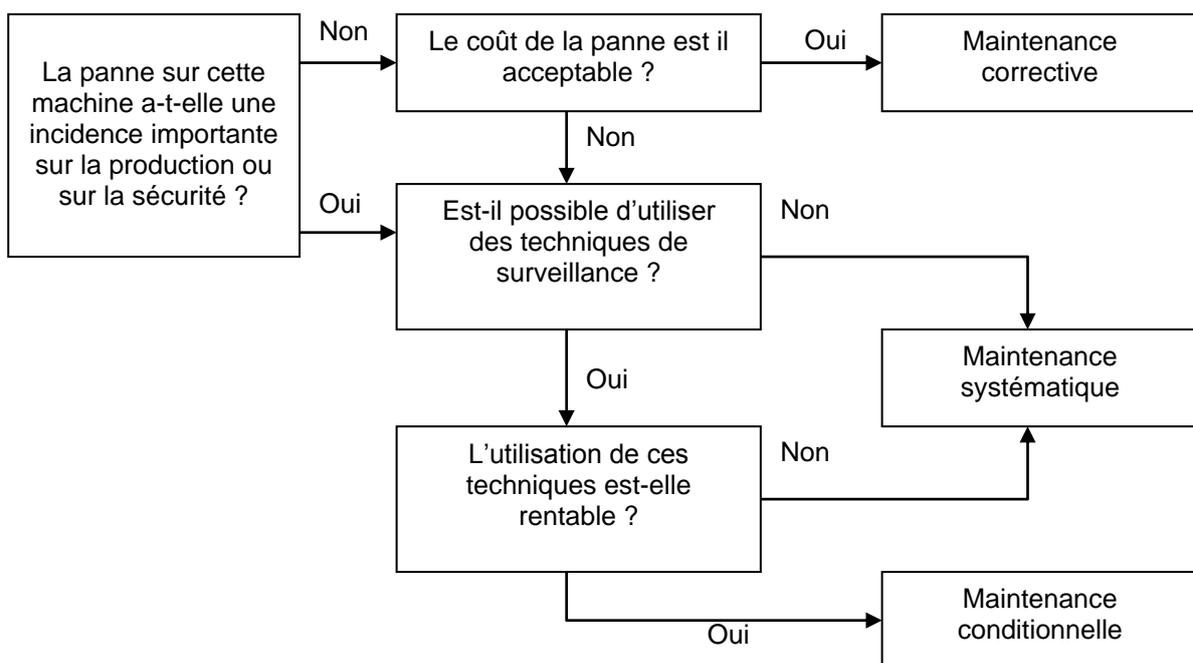


Figure 2.11- Choix de politique de maintenance.

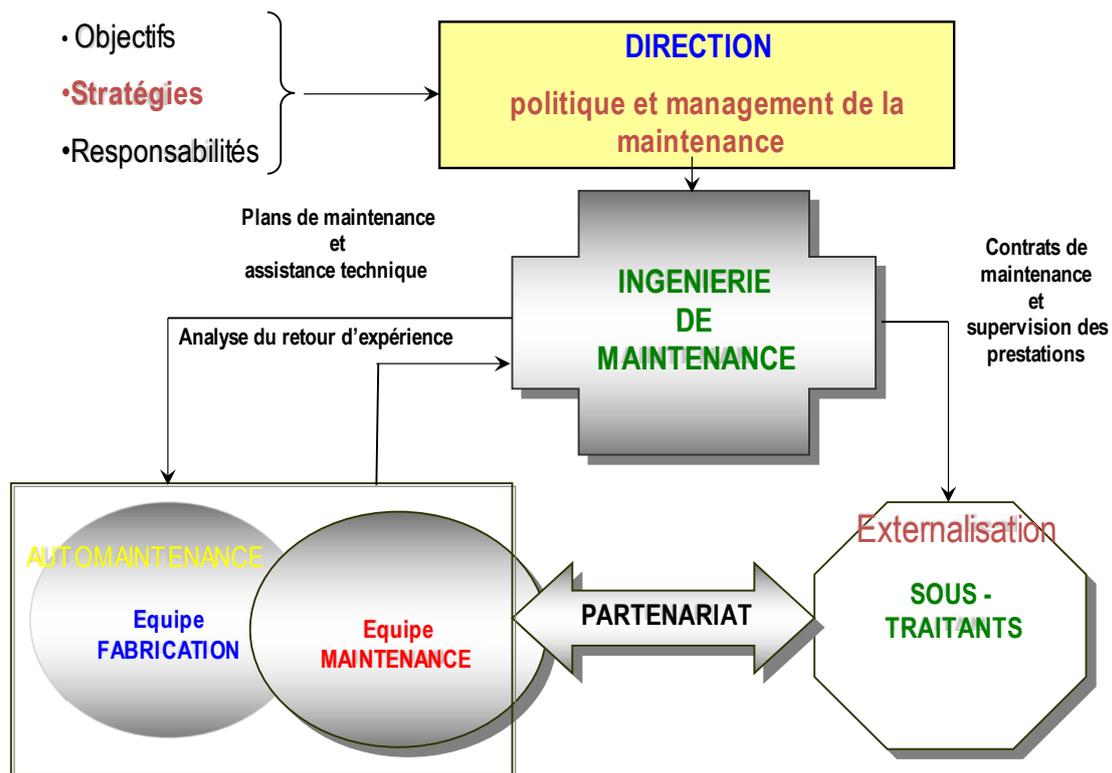


Figure 2.12 Schéma Ingénierie de maintenance.

- Ingénierie de maintenance

C'est l'ensemble des actions permettant de constituer et d'organiser les moyens aptes à obtenir d'un bien durable, dès sa conception, et à chaque instant de son cycle de vie pour :

- ✓ Une sûreté de fonctionnement meilleure.
- ✓ Des performances.
- ✓ Et une durée de vie optimale au cout global minimum.



Figure 2.13- Choix d'une stratégie de maintenance

CHAPITRE III

Généralités sur les turbines à gaz

3 CHAPITRE III : généralités sur les turbines à gaz

3.1 Introduction

La turbine à gaz est une machine motrice à mouvement rotatif et à combustion interne, munie d'un compresseur d'air et d'une chambre de combustion en mesure de produire un fluide sous pression et à température très élevée.

Ce fluide, en se détendant dans les étages de la turbine, libère de l'énergie mécanique pour entraîner une machine réceptrice.

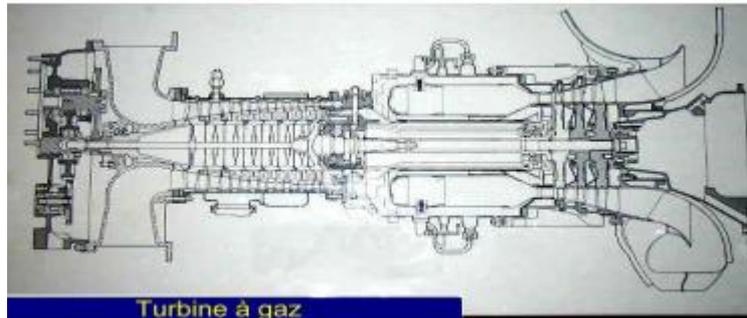


Figure 3.1- Schéma représentatif de la turbine à gaz

3.1.1 Composition d'une turbine à gaz

- **Compresseur axial** : La fonction principale du compresseur est de comprimer l'air atmosphérique à une pression plus élevée.
- **Chambres de combustion** : L'air comprimé en provenance du compresseur est mélangé avec le combustible, et le mélange est allumé. Le produit de cette combustion est une veine de gaz chauds à haute pression.
- **Section turbine** : Les gaz chauds à haute pression se détendent en produisant du travail pour entraîner d'une part le compresseur de la turbine et d'autre part la charge.

3.1.2 Principe de fonctionnement

L'air atmosphérique, aspiré par le compresseur axial, est comprimé puis refoulé dans la chambre de combustion où est introduit le combustible ; le mélange désiré (air comprimé et gaz sous pression) est obtenu. Une étincelle fournie par une bougie provoque la combustion. La chaleur produite dans la chambre de combustion et l'énergie dégagée par le produit de la combustion sont dirigées vers la première roue de la turbine (HP) où cette énergie thermique se transforme en énergie mécanique. Une partie de la puissance développée par la turbine sert à l'entraînement du compresseur axial (après son désaccouplement du moteur ou turbine de lancement). L'autre partie de la puissance développée est convertie en énergie utilisable, c'est-à-dire servant à entraîner la machine réceptrice (compresseur à gaz, ou un alternateur pour générer de l'électricité).

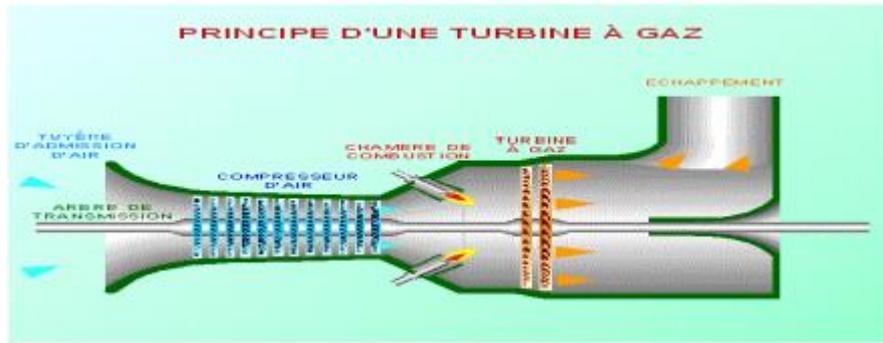


Figure 3.2- Principe de fonctionnement d'une turbine à gaz

3.1.3 Classification des turbines à gaz

- **Par mode de construction** : Les turbines à gaz peuvent être classées comme suit :

Le domaine d'utilisation d'une turbine à gaz est un moyen de choisir le type de machines adéquates. Dans l'industrie, on trouve les turbines à un seul arbre, dites aussi mono-arbre ; elles sont généralement utilisées dans le cas où on cherche un fonctionnement avec une charge constante (pour entraîner les générateurs d'électricité).

Un deuxième type, englobe les turbines à deux arbres (bi-arbres), elles ont l'avantage d'entraîner des appareils à charges variables (pompes, compresseur,). Elles se composent, principalement de deux parties, la première assure l'autonomie de la turbine (TAG), la deuxième est liée à la charge.

Un troisième type peut être aussi cité, ce sont les turbines dites dérivées de l'aéronautique, elles ont une conception spéciale suivant le domaine dans lequel elles sont utilisées. Dans ce troisième type, la partie qui assure l'autonomie de la turbine existe toujours, et l'énergie encore emmagasinée dans les gaz d'échappement est utilisée pour générer de la poussée, en transformant cette énergie (thermique et de pression) en une énergie cinétique de jet dans une tuyère.

- **Par mode de travail** : On distingue deux types de turbines :
 - ✓ **Turbine à action** : Où l'énergie thermique est transformée complètement en énergie cinétique dans la directrice. L'évolution des gaz dans la roue se fait sans variation de pression statique $P_1 > P_2 = P_3$.
 - ✓ **Turbine à réaction** : Une partie de l'énergie thermique est transformée dans la roue en énergie cinétique et mécanique. L'évolution des gaz dans la roue se fait avec une variation de la pression statique $P_1 > P_2 > P_3$. Le taux de réaction ϵ caractérisera le pourcentage d'énergie thermique totale.

Avec :

P_1 : Pression des gaz à l'entrée de la directrice.

P_2 : Pression des gaz à la sortie de la directrice.

P_3 : Pression des gaz à la sortie de la roue de la turbine.

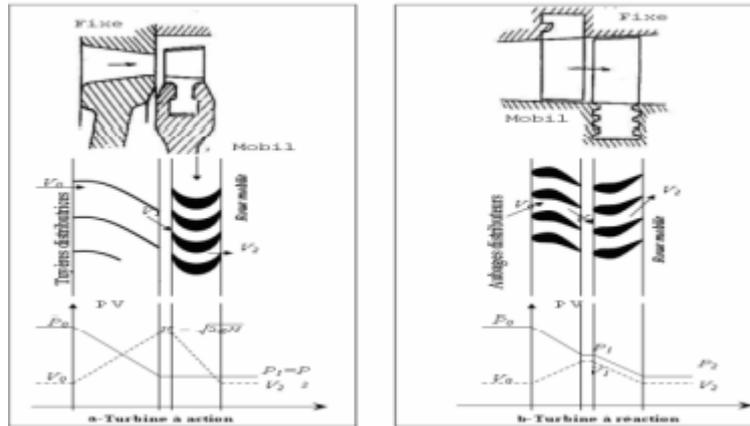


Figure 3.3-Classification par le mode de travail

- **Par mode de fonctionnement thermodynamique**

Il existe deux cycles thermodynamiques :

- ✓ **Turbine à gaz cycle fermé :**

Dans laquelle le même fluide est repris après chaque cycle.

- ✓ **Turbine à gaz à cycle ouvert :** C'est une turbine dont l'aspiration et l'échappement s'effectuent directement dans l'atmosphère.
- ✓ **Turbine à cycle simple :** C'est une turbine utilisant un seul fluide pour la production d'énergie mécanique, après la détente les gaz possédant encore un potentiel énergétique sont perdus dans l'atmosphère à travers l'échappement.
- ✓ **Turbine à cycle régénéré :** C'est une turbine dont le cycle thermodynamique fait intervenir plusieurs fluides moteurs dans le but d'augmenter le rendement de l'installation.

- **Selon la disposition de l'arbre :**

Un autre moyen de classification des turbines à gaz est selon la disposition et le nombre d'arbres qu'elles peuvent contenir, on trouve à cet effet :

- ✓ **Arbre unique :** Dite aussi mono-arbre, c'est une turbine à gaz dans laquelle les composants rotatifs sont couplés mécaniquement sur un arbre commun. Elle est généralement utilisée dans le cas où on cherche un fonctionnement avec une charge constante (pour entraîner les générateurs d'électricité).
- ✓ **Deux arbres :** Elle a l'avantage d'entraîner des appareils à charges variables (pompes, compresseurs, etc.), elle se compose de deux parties, la première assure l'autonomie de la turbine génératrice de gaz (TAG), la deuxième est liée à la charge.

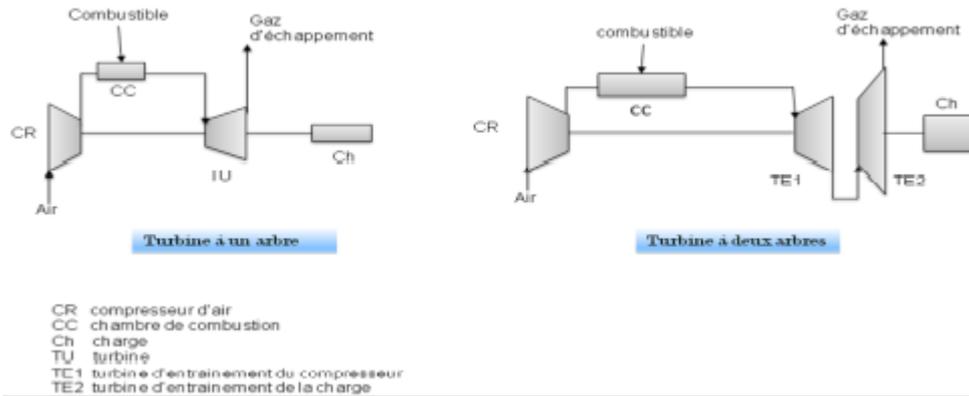


Figure 3.4- Turbine à gaz a un arbre et a deux arbres.

- ✓ **Arbres multiples** : C'est une turbine dont laquelle les rotors des éléments mécaniques sont montés sur plus d'un arbre rotatif. Ces arbres peuvent tourner ou non entre eux avec un rapport de vitesse déterminé. Ils sont appelés arbres flottants, à l'exception de l'arbre d'accouplement.

3.1.4 Utilisation des turbines à gaz dans les complexes de liquéfaction du gaz naturel

En général les turbines sont utilisées dans les complexe et usines de traitement et de liquéfaction du gaz naturel pour :

- Entrainer les compresseurs centrifuges.
- Entrainer les alternateurs pour générer de l'électricité.



Figure 3.5- Vue générale d'une turbine à gaz.



Figure 3.6- Photo d'un rotor d'une turbine à gaz.

CHAPITRE IV

Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

4 CHAPITRE IV : Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

4.1 Les dangers et risques identifiés au cours de travaux de maintenance

4.1.1 Risque électrique:

Le risque électrique est un risque majeur en cours des opérations de maintenance des turbines.

Effet du courant électrique :

- ✓ Tétanisation : C'est une contraction musculaire involontaire qui empêche la personne de lâcher la source d'énergie, ce qui augmente la durée du passage du courant. Ce phénomène sert à définir le concept d'intensité limite = 10 mA.
- ✓ Arrêt respiratoire : lorsque le courant traverse le thorax, la tétanisation des muscles du diaphragme provoque l'arrêt respiratoire ~ 30mA.
- ✓ Fibrillation cardiaque : C'est une action désordonnée du muscle cardiaque, elle se produit quand le choc électrique ~75 mA atteint le cœur au cours de la phase post-systolique, dite phase critique (20% du cycle) : elle est donc voisine de 0,16s pour un cycle de 0,75s.
- ✓ Brûlures : A partir de ~100 mA.
- ✓ Arrêt cardiaque : se produit lorsque le courant passe par le cœur ~1 A.

4.1.2 Levage critique:

Accessoires de levage : Tout matériel utilisé, autre que l'appareil de levage, pour compléter un levage (manille, chaîne, crochet, élingue de câbles métalliques, élingue de fibres synthétiques, palonnier, etc.).

Appareil de levage : Camion-grue à flèche télescopique (boom truck), flèche télescopique montée sur un transporteur à roues avec structure supérieure tournante (picker et grue mobile), flèche télescopique montée sur transporteur à chenille, avec structure supérieure pivotante, appareil de levage de type «Merlo» auquel un treuil muni d'un câble y a été ajouté comme accessoire de levage, grue à tour et pont roulant.

Charge nominale : Charge maximale établie par le fabricant.

Gréage : L'ensemble des accessoires de levage et d'accrochage ainsi que les manœuvres nécessaires au déplacement d'une charge à l'aide d'un appareil de levage.

Grues mobiles : Appareil de levage conforme à la norme CSA-Z150-98 (ex. : camion-grue, transporteur sur roues ou sur chenilles).

Grues articulées : Appareil de levage conforme à la norme ANSI/ASME B30.22-2000 (ex. : les grues à mât articulé montées sur camion de type courant dotée d'un tablier pour y placer

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

des matériaux ou autres). Ce type de camion est fréquemment appelé HIAB et est utilisé pour la manutention

Levage de charge standard : Un levage est considéré comme étant standard lorsque la charge à soulever est de moins de 20 tonnes métriques et qu'aucun item de l'article 4.3.3 de ce document est applicable.

Levage de charge critique : Un levage est considéré comme étant critique lorsque la charge à soulever est de plus de 20 tonnes métriques, levage en tandem ou tout autre levage nécessitant un plan de levage.

4.1.3 Risque de chute

Les conséquences d'une chute vont être multiples : il y a bien sûr le risque de blessure physique (hématome, plaie ouverte, entorse, fracture...) mais également la possibilité d'un traumatisme psychologique.

4.1.4 Travail en hauteur

Le travail en hauteur peut désigner plusieurs situations de travail résultant de l'emplacement du travail : toiture, charpente, passerelle, pont, poteau, pylône, arbre... On distingue aussi le travail en hauteur par l'utilisation de certains équipements : échelles, échafaudages, plates-formes de travail, ascenseurs, monte-charges, nacelles...

4.1.5 Espace confiné

Un espace confiné est défini comme un espace fermé, totalement ou partiellement avec les caractéristiques suivantes :

- ✓ Cet espace n'est pas au préalable conçu ni destiné à être occupé par du personnel évoluant à l'intérieur.
- ✓ Les opérations qui s'y déroulent sont alors définies comme exceptionnelles, que ce soit au stade de la fabrication de ces espaces, de leur entretien (nettoyages en particulier) ou de leur maintenance (vérifications périodiques, réparations).
- ✓ Les moyens d'accès, à l'extérieur comme à l'intérieur, sont restreints.
- ✓ Lors de la pénétration dans ces espaces, les opérateurs peuvent être exposés à un nombre important de risques qu'il convient de maîtriser.

4.1.6 Travail à chaud

À l'intérieur de l'usine de GNL, travailler avec des sources d'inflammation près de matières inflammables ou dans des zones classées est appelé « travail à chaud » comme : Le soudage, le brasage et le coupage sont des exemples de travail à chaud.

4.1.7 Risque radioactif

Après les opérations de soudage, le domaine de radiographie industrielle est utilisé afin de déterminer la qualité du soudage.

Cette opération représente un risque imminent et doit être prévenue avant et pendant les opérations de maintenance des turbines.

4.1.8 Le stress thermique

Le stress thermique est une accumulation de chaleur dans l'organisme qui empêche le travailleur de maintenir une température corporelle normale.

Un travailleur qui ne peut pas refroidir son corps par la transpiration s'expose à de graves troubles dus à la chaleur.

Le stress thermique est un risque environnemental et professionnel, résultant de l'activité physique dans des environnements chauds ou humides, qui entraîne toute une série de maladies liées à la chaleur, y compris les coups de chaleur, pouvant entraîner la mort. Tout comme vous ne pouvez pas laisser le moteur d'une voiture surchauffer ou s'arrêter, vous ne voulez pas que votre corps devienne trop chaud. Travailler dans la chaleur met à rude épreuve le système de refroidissement de notre corps. Les températures élevées et l'humidité élevée, qui entravent la capacité du corps à se refroidir, et les maladies liées à la chaleur peuvent devenir une préoccupation mortelle.

Il existe quatre facteurs environnementaux qui influent sur le niveau de stress auquel un travailleur est confronté dans un environnement de travail chaud :

- La température
- L'humidité
- La chaleur rayonnante (comme celle du soleil ou d'une fournaise) et
- La vitesse de l'air.

Le niveau de stress auquel l'individu est confronté dépend fortement d'un certain nombre de caractéristiques personnelles telles que :

- L'âge
- Le poids
- La forme physique
- Des conditions médicales préexistantes :
 - Le diabète,
 - Problèmes de rein et de cœur,
 - Grossesse,
 - Être en surpoids
- L'acclimatation à la chaleur
- La consommation d'alcool ou de drogues.

1. Nouveaux employés (acclimatation)

La première étape de gestion du stress thermique est de déterminer si le salarié est habitué au travail par forte chaleur.

L'accoutumance au travail par forte chaleur influe sur le rendement de l'individu. Perte de rendement pour les personnes non habituées.

Le nouvel employé doit être progressivement acclimaté à cette nouvelle ambiance de travail.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Les tâches confiées à ce personnel tiennent compte des capacités, de la force et de l'acclimatation à la chaleur.

Une activité épuisante prolongée doit être limitée en effectuant une rotation des employés jusqu'à ce qu'ils soient accoutumés au nouvel environnement.

Le processus d'acclimatation normal s'étale sur une période de 2 à 3 semaines avant de retrouver une ambiance de travail confortable.

Facteurs influençant la durée d'acclimatation d'un nouvel employé :

- Condition physique
- Expérience professionnelle : une personne ayant travaillé dans un environnement à forte chaleur sera acclimatée et possèdera de meilleures connaissances sur la manière de s'acclimater.
- Consommation d'eau : afin de se prémunir de la déshydratation
- Temps de repos : une personne qui travaille à un rythme régulier avec des pauses régulières s'acclimater plus rapidement.
- Attitude et comportement : un nouvel employé enthousiaste et qui n'est pas préoccupé par la température ambiante s'acclimater plus rapidement qu'une personne anxieuse lors du travail en environnement chaud. Attention particulière sur les employés enthousiastes qui peuvent dépasser leurs limites.

2. Températures apparentes

La température apparente est l'indice combiné de la chaleur et de l'humidité, c'est la température réelle ajustée en fonction des effets de l'humidité de l'air.

En se basant sur le degré de température apparente certaines mesures de prévention et de protection sont mises en place.

Tableau4.1-Mesure dynamique.

Température apparente	32-35 °C Niveau 1	36-40 °C Niveau 2	41-49 °C Niveau 3
Consommation d'eau	10 à 20 centilitres toutes les 30 minutes	10 à 20 centilitres toutes les 25 minutes	10 à 20 centilitres toutes les 15-20 minutes
Pauses	Pauses fréquentes de 1 à 2 mn pour boire. Pauses de 30 mn dans un endroit abrité et ventilé	Pauses fréquentes de 1 à 2 mn pour boire. Pauses de 25 mn dans un endroit abrité et ventilé	Pauses fréquentes de 1 à 2 mn pour boire. Pauses de 15-20 minutes dans un endroit abrité et ventilé
Absorption de liquides	Apport en solution électrolyte recommandé	Apport en solution électrolyte et en eau fortement conseillés	Apport en solution électrolyte et en eau impératif

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

3. Types de stress thermique

Il est important de savoir identifier le stress thermique. Cette procédure se concentre sur la prévention des effets liés au travail en milieu chaud.

Informations sur les effets liés au stress dû à la chaleur :

Tableau 4.2-Types de stress thermique

Types de stress thermique	Causes	Symptômes	Traitement	Prévention
Érythème calorique	Environnement chaud et humide et glandes sudorifiques obstruées	Éruption irrégulière rouge avec démangeaison sévère	Se changer souvent pour vêtir des vêtements propres secs Éviter les environnements chauds Se rincer la peau à l'eau fraîche	Se rincer régulièrement et bien s'essuyer pour tenir la peau propre et sèche
Crampes de chaleur	Les crampes de chaleur sont causées par un déséquilibre du sel consommé pendant une transpiration intense	Les crampes douloureuses se manifestent au niveau des muscles qui ont travaillé (bras, jambes ou estomac); cela peut se produire soudainement au travail ou plus tard. Les crampes de chaleur ne doivent pas être négligées car elles peuvent signaler d'autres lésions ou dérèglements provoqués par la chaleur.	Se rendre dans un lieu frais Desserrer les vêtements, faire des massages doux sur les muscles douloureux Etirer les muscles et boire de l'eau salée fraîche (1 ½ ml à 2 ½ ml de sels par litre d'eau) Si les crampes sont sévères ou persistantes, consulter un médecin. Il n'est pas recommandé d'ingérer des pastilles de sel.	Réduire le niveau d'activité et/ou l'exposition à la chaleur Boire régulièrement Les travailleurs doivent se surveiller mutuellement pour aider à détecter les symptômes qui précèdent souvent les coups de chaleur
Épuisement par la chaleur	Ingestion insuffisante de sel et d'eau causant un dérèglement du système de refroidissement du corps.	Transpiration intense, peau froide et moite Température du corps supérieure à 38°C	CONSULTER UN MÉDECIN Ce symptôme peut conduire à un dérèglement du rythme cardiaque	Réduire les niveaux d'activités ou l'exposition à la chaleur Boire régulièrement

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

		<p>Pouls faible, pression sanguine normale ou basse, fatigue, faiblesse, maladresse, dérangement ou confusion, soif intense, essoufflement ou respiration rapide, vision floue.</p>	<p>qui peut entraîner à un infarctus Déplacer le patient dans un lieu frais à l'ombre Ouvrir les vêtements ou les enlever Faire boire de l'eau fraîche (salée si possible) Aérer le patient et l'asperger d'eau fraîche</p>	<p>Les travailleurs doivent se surveiller les uns les autres pour aider à localiser les symptômes qui précèdent souvent un coup de chaleur.</p>
Syncope	<p>Déshydratation, absorption d'eau insuffisante et le fait de demeurer debout sans bouger entraînent une diminution du débit sanguin au cerveau. Se manifeste habituellement chez les personnes qui ne sont pas acclimatées.</p>	<p>Évanouissement subit après au moins deux heures de travail Peau froide et moite Pouls faible.</p>	<p>CONSULTER UN MÉDECIN Évaluer la nécessité de la réanimation cardiorespiratoire Déplacer le patient dans un lieu frais Ouvrir les vêtements Etendre le patient; s'il est conscient, le faire boire en petite quantité</p>	<p>Limiter les niveaux d'activité ou l'exposition à la chaleur Boire régulièrement. Se déplacer et éviter de rester en position statique Les travailleurs doivent se surveiller les uns les autres pour aider à localiser les symptômes qui précèdent très souvent un coup de chaleur.</p>
Coup de chaleur	<p>Il y a deux sortes de coup de chaleur : 1/ le coup de chaleur classique qui peut affecter des personnes âgées souffrant de maladies chroniques et qui sont exposées à une chaleur excessive. Si le corps a épuisé la totalité de ses réserves d'eau et de sel, la transpiration cesse. La température du corps peut alors augmenter.</p>	<p>Température du corps élevée (plus de 40°C) Faiblesse, confusion, dérangement ou comportement étrange Peau rouge, chaude et sèche (coup de chaleur classique) ou transpiration excessive (coup de chaleur par l'effort)</p>	<p>APPELER UNE AMBULANCE Ce symptôme peut tuer rapidement Enlever les vêtements en trop Aérer et asperger le patient d'eau Lui faire boire de l'eau fraîche en petite quantité s'il est conscient Ne pas laisser seule la personne malade.</p>	<p>Réduire les niveaux d'activités ou l'exposition à la chaleur Boire régulièrement. Les travailleurs doivent se surveiller les uns les autres pour aider à localiser les symptômes qui précèdent souvent un coup de chaleur</p>

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

	<p>2/ le coup de chaleur par l'effort qui se produit chez des jeunes, qui font une activité physique intense sur une période prolongée dans un environnement chaud</p> <p>Le mécanisme de refroidissement du corps ne peut pas se débarrasser de la chaleur excessive.</p> <p>Le coup de chaleur peut se produire soudainement ou être la conséquence d'un épuisement causé par la chaleur.</p>	<p>Pouls rapide</p> <p>Maux de tête ou étourdissement</p> <p>Peut aboutir sur un évanouissement possible et convulsions.</p>	
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

4. Mesures de prévention contre le stress thermique

Anticiper les jours de grosse chaleur grâce aux prévisions météorologiques et préparer des mesures de prévention à cet effet.

Recommandations pour faciliter la prévention des problèmes liés à la chaleur (fiche de sensibilisation en annexe) :

- Commencer à se désaltérer tôt dans la journée
- Éviter les boissons caféinées.
- Porter des vêtements légers. Éviter de superposer les vêtements sous les combinaisons
- Les aliments lourds et gras sont à proscrire. Les fruits, les légumes, les protéines et les féculents sont à privilégier
- Éviter de prendre des pastilles de sel, sauf si cela est prescrit par le médecin.
- Utiliser un écran solaire et protéger le visage et le cou contre le soleil
- Utiliser des zones ombragées pour les pauses brèves
- Prendre de courtes pauses (1-2 minutes) pour boire toutes les 20-30 minutes
- Se rafraîchir à l'aide de linge mouillé
- Se rendre régulièrement dans les zones spécifiques pour se rafraîchir, ce à intervalle de 1 ou 1 ½ heure
- Salles et bureaux équipés de Climatiseurs
- Faire particulièrement attention aux zones ayant un flux d'air limité comme les fondations, les excavations et les réservoirs
- Surveiller les températures ambiantes des zones de travail extérieures. Utiliser le tableau d'indice de chaleur pour déterminer la température apparente. Les zones avec une température apparente supérieure à 35 °C doivent être surveillées pour éviter les

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

problèmes au personnel. Commencer à fournir des mesures supplémentaires aux employés.

- Mise à disposition de distributeurs de boissons fraîches
- Zones ombragées aménagées
- Instructions données aux employés
- Boîte de premiers secours mis à demeure sur site incluant des remèdes contre la déshydratation
- Affichage tableau « couleurs des urines » pour sensibilisation

4.1.9 COVID-19

Le SRAS-CoV-2, le virus responsable de la COVID-19, se transmet d'une personne infectée à d'autres par des gouttelettes respiratoires et des aérosols lorsqu'une personne infectée respire, tousse, éternue, chante, crie ou parle. La taille des gouttelettes est variable, allant de grosses gouttelettes qui tombent rapidement au sol (en quelques secondes ou minutes) près de la personne infectée, à des gouttelettes plus petites, parfois appelées aérosols, qui restent dans l'air, en particulier dans les espaces intérieurs.

On connaît mal l'infectiosité relative des gouttelettes des différentes tailles. Les gouttelettes ou aérosols infectieux peuvent entrer en contact direct avec les muqueuses du nez, de la bouche ou des yeux d'une autre personne ou être inhalés dans le nez, la bouche, les voies respiratoires et les poumons de celle-ci. Le virus peut également se propager lorsqu'une personne touche une autre personne (par exemple, poignée de main) ou une surface ou un objet (également appelé matière contaminée) sur lequel il se trouve, puis touche sa bouche, son nez ou ses yeux sans s'être lavé les mains.

Durant le déroulement des travaux de maintenance le COVID-19 peut se propager entre les travailleurs s'ils ne respectent pas les mesures de prévention (masque, distanciation social).

4.2 Plan de prévention

4.2.1 Management leadership et responsabilités

La manager de maintenance et shut down

Il est responsable pour :

- ✓ S'assurer que tout le personnel du sous-traitant a bien reçu leur orientation HSE et tous les trainings HSE requis pour le projet et selon la matrice de formation.
- ✓ Vérifier que tous les aspects HSE ont été dûment pris en compte, en particulier que les dangers ont été identifiés et que les précautions sont entièrement en adéquation avec le risque réel ;
- ✓ Assurera la mise en œuvre correcte des procédures en vigueur en relation avec l'exécution des travaux de maintenances majeurs.
- ✓ S'assurer que les Ingénieurs maintenance sont informés de la nécessité d'effectuer des évaluations de Risque adéquates et suffisantes et que toutes mesures visant à ce que les risques soient ALARP sont appliquées avant que le travail commence.

Le manager Opération ou exploitation

Il est responsable pour :

- ✓ Avant d'autoriser un permis quelconque, vérifie si une évaluation de Risque est nécessaire et, en cas de doute quelconque, demander conseils au département HSE.
- ✓ Assurer que, le cas échéant, des copies des évaluations de Risque sont jointes aux permis de travail, et que les mesures requises pour assurer que les risques sont ALARP sont notées comme précautions.
- ✓ Assure que le personnel exécutant l'activité, y compris le Responsable de Tâche, est informé du contenu de l'évaluation de Risque et des mesures nécessaires pour que les risques soient ALARP.
- ✓ Identifier les risques liés aux travaux et en particulier concernant les interférences possibles entre des travaux à effectuer sur un système et l'exploitation des systèmes voisins SIMOPS (opérations simultanés).
- ✓ Ils organiseront des évaluations de Risques ou demanderont qu'une évaluation de Risque soit effectuée à chaque fois qu'une activité répond aux critères spécifiés (Déclencheurs d'évaluation de Risque) ou qu'ils sont d'avis qu'il existe un risque important pour l'environnement ou le personnel

Le Chef de Département HSE

- ✓ Fournir une assistance et un appui à tout le personnel de projet pour la mise en œuvre correcte des procédures et pour toute question relative au processus d'évaluation des Risques et les mesures de réduction des risques relative aux travaux de maintenance.
- ✓ Aider et donnera des conseils pour l'exécution des évaluations de Risque et, quand cela sera requis, ou pour toute activité anormale ou à risque plus élevé, organisera ou présidera l'évaluation.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

- ✓ Administrer le système et les enregistrements d'évaluation de Risque en assurant que le personnel reçoit un accès adéquat aux évaluations de Risques et est informé des mesures nécessaires pour assurer que ces risques sont ALARP.

Personnel

Tout le personnel concerné par les travaux de maintenances et qui doit utiliser le système de permis de travail doit être formé à la compréhension de base du processus d'évaluation du risque de tâche et peut être invité à participer en tant que membre de l'équipe d'évaluation de risque. Ils seront également responsables de se rendre au courant des contrôles et des exigences des Permis, des Certificats et des Évaluations des Risques de Tâches qui ont été complétés pour tout travail auquel ils sont impliqués. Ils doivent arrêter le travail si les conditions changent, participer activement aux causeries sécurité ou réunion de sécurité avant le commencement du travail et identifier les leçons apprises pendant le travail

4.2.2 Comité de pilotage HSE (comité d'hygiène et de sécurité)

Missions

- ✓ De contribuer à la protection de la santé physique et mentale et de la sécurité des travailleurs.
- ✓ De contribuer à l'amélioration des conditions de travail, des travailleurs de compagnie et de sous-traitants.
- ✓ De veiller à l'observation des prescriptions légales prises en ces matières et veille à l'application des nouvelles lois, et communication de celles-ci aux travailleurs et encadrement.

Pour satisfaire à ces missions, le comité pilotage doit :

- ✓ Procède à la visite des locaux, des sites des travaux à intervalle égal au moins à celui des réunions.
- ✓ Mène les enquêtes après tout accident du travail ou maladie professionnelle pour rechercher les mesures évitant leur renouvellement.
- ✓ Procède à l'analyse des risques professionnels et des conditions de travail dans le but de proposer des mesures de prévention.
- ✓ Est consulté pour avis sur les formations à la sécurité, le programme annuel de prévention, avant toute transformation importante des postes de travail, la remise ou le maintien au travail des accidentés du travail, et des travailleurs handicapés.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

- ✓ Peut demander communication de tous les documents concernant l'hygiène et la sécurité du travail (Document unique, rapports des vérifications techniques, registres de sécurité, observations de l'Inspection du travail...).
- ✓ Est informé de la présence dans l'établissement de la visite de l'inspection du travail pour que les membres du personnel puissent présenter leurs observations.
- ✓ Procède à une enquête sur le champ en cas de danger grave et imminent.

4.2.3 Objectif HSE et KPIs (Key performance indicators)

L'objectif cible du management du projet et toujours « Zéro incident ».

Cet objectif fondamental peut être concrétiser à travers :

- ✓ Être en conformité avec toutes les lois et réglementations applicables à l'entreprise, et en l'absence de réglementation, appliquer des normes fixées de manière responsable.
- ✓ Satisfaire les exigences des clients en matière de Sécurité & Environnement.
- ✓ Identifier, évaluer et réduire les risques pour la santé, la sécurité et l'environnement au travail liés aux activités, et qui pourraient affecter le personnel, des sous-traitants ainsi que les équipements et installations.
- ✓ Acquérir et utiliser des équipements conformes aux normes et règlements en vigueur en matière Sécurité et Environnement.
- ✓ Assurer la formation et la sensibilisation de tout le personnel de de la compagnie et du sous-traitant sur les aspects Sécurité & Environnement.
- ✓ Mettre en place les structures nécessaires au suivi médical du personnel.
- ✓ Maîtriser les rejets, optimiser la gestion de des déchets qui résultent des travaux de maintenance, par une élimination contrôlée.
- ✓ Maintenir un niveau élevé d'exigence environnementale et de sécurité auprès de personnel, de clients et de différents fournisseurs et sous-traitants.
- ✓ Assurer une communication efficace auprès de notre personnel, de clients et nos sous-traitants sur les objectifs fixés, les actions planifiées et les résultats obtenus. Parce que l'amélioration continue de performances Qualité, Santé, Sécurité et Environnement est vitale pour la compagnie,

4.2.4 Pre-shut down audit

Avant l'exécution de travaux de maintenance et de shut down de la turbine, une série d'audit préliminaire doit être exécuté afin d'assurer que tous les plans prévus pour une exécution des travaux en toute sécurité sont respectés et éviter toute surprise qui empêchent le bon déroulement des travaux de shut down.

Le Département HSE peut être amené à modifier et mettre à jour le planning des audits en cours d'année, en particulier si : · un audit de suivi est requis (l'efficacité des actions mises en œuvre peut être vérifiée au cours d'un audit de suivi, décidé par le responsable d'audit selon la nature des écarts identifiés), un événement HSE remarquable s'est produit (mort d'homme, pollution) ·

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Si de sérieux écarts d'un élément du système de management apparaissent lors d'une opération de routine, le Département HSE peut initier un audit non planifié.

Désignation de l'équipe d'audit

Le Département HSE nomme le responsable d'audit (Chef Auditeur) et l'informe de la date prévue de l'audit, du référentiel, du champ de l'audit, du nom des personnes à contacter.

Le responsable d'Audit est sélectionné dans la liste des auditeurs compétents.

Ensemble, ils procèdent au choix éventuel d'un deuxième auditeur. Il est généralement préférable de constituer des équipes de deux auditeurs, en essayant de combiner des compétences complémentaires (sécurité + environnement, hygiène...) ou aussi sécurité + expert technique), en fonction des activités à auditer et de l'importance relative des divers aspects HSE de l'entité à auditer. Cependant, dans beaucoup de cas il faudra se contenter d'une équipe mono - auditeur. Il peut être souhaitable d'intégrer dans l'équipe des spécialistes non-auditeurs, dans ce cas : Les spécialistes de l'activité auditée font, dans la mesure du

Possible, partie intégrante de l'équipe d'audit. Le responsable d'audit est désigné suffisamment à l'avance pour lui permettre de gérer son planning et de préparer l'audit (au moins un mois).

4.2.5 « COLD EYE REVIEW » audit:

Collationnement de la documentation nécessaire à l'audit

Le responsable d'audit réunit les auditeurs pour analyser les documents nécessaires à l'audit, revoir les rapports d'audit précédents (si applicable) et définir les missions de chaque auditeur. La checklist définit les points clés à auditer et sert essentiellement de guide à l'équipe d'audit durant la conduite des entretiens. Elle ne dispense pas de rédiger un rapport mais peut être jointe en annexe. Il est fortement recommandé de s'appuyer sur la checklist afin de s'assurer de couvrir tous les points du système de management.

Réunion d'ouverture

Le responsable d'audit conduit la réunion et s'assure qu'une fiche de présence est remplie. L'objet de cette réunion d'ouverture est de :

- ✓ Présenter l'équipe d'audit auprès des audités et réciproquement,
- ✓ Rappeler brièvement les objectifs, le champ et référentiel de l'audit, clarifier tout point obscur de la notification d'audit,
- ✓ Désigner les personnes qui accompagneront les auditeurs,
- ✓ Se mettre d'accord sur un horaire prévisionnel pour la tenue de la réunion de clôture,
- ✓ Définir la mise à disposition de bureaux ou autres facilités pour les réunions de l'équipe d'audit, en particulier pour les visites sur site,
- ✓ Prévoir les E.P.I.
- ✓ Se mettre d'accord sur la logistique de transport le cas échéant.

Les entretiens

L'audit est conduit utilisant comme guide l'agenda dans la notification et la checklist d'audit.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Il convient de recueillir les informations nécessaires à la conduite de l'audit par entretien, examen de documents, et observation des activités sur le terrain dans les domaines concernés. Il est important de noter que toute réponse (positive ou négative) donnée à un point de la checklist doit être étayée par des preuves tangibles : enregistrements ou démonstration.

Un témoignage ne sera complet que si ces preuves ont été recueillies. Afin de conserver à l'audit une durée raisonnable, un échantillonnage sera fait sur les réponses à étayer de cette manière.

Les visites sur le terrain

Tout audit de système de management HSE doit être assorti d'autant de visites terrain qu'il y a de sites de travaux de maintenance dans le champ de l'audit. La visite de terrain doit être effectuée par un ou plusieurs auditeurs (il peut être plus efficace de répartir les visites sur l'équipe) préférablement accompagné(s) par le Responsable du site ou un de ses adjoints. Des ingénieurs HSE, non qualifiés auditeurs, peuvent effectuer des visites lorsqu'ils accompagnent un audit en observateur. Dans chaque secteur visité, on rencontrera le responsable qui présentera son activité et pourra suivre la visite de son secteur afin de répondre aux questions et prendre acte des constats. En introduction, lui demander quels sont les risques les plus importants peut être très informatif et aidera à guider la visite. La visite se réalise mains libres de préférence, avec carnet et crayon/stylo dans une poche pour noter les constats. Une checklist de visite HSE peut être utilisée, mais il peut être aussi productif de se laisser guider par les activités et d'avoir en tête les points à observer.

Préparation des conclusions de l'audit et de la réunion de clôture

À la fin des entretiens et des visites terrain et avant la réunion de clôture, les auditeurs évaluent les témoignages recueillis pendant les entretiens et les analysent pour préparer les conclusions de l'audit.

Les témoignages sont examinés, vérifiés, évalués et classifiés en deux catégories

Demande d'Action Corrective

Une « DAC » sera notifiée sur constatation d'une absence ou défaillance du système à satisfaire une exigence, ou situation qui pourrait entraîner directement ou indirectement des blessures, des maladies, des dommages matériels ou des atteintes à l'environnement.

Recommandation : situation qui pourrait être améliorée, sans toutes fois constituer un écart.

Il est important de se donner un temps suffisant pour bien préparer les conclusions ; ce temps est fonction du nombre de jours d'audit, du nombre d'auditeurs (la durée croît avec la taille de l'équipe) et de l'expérience du responsable d'audit.

Réunion de clôture :

Le responsable d'audit, les auditeurs, le responsable de l'entité auditée et les représentants appropriés de la direction de l'audit assistent à cette réunion.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Le responsable d'audit conduit la réunion de clôture et s'assure que la fiche de présence est remplie. Le but de cette réunion de clôture est de :

- ✓ Présenter un résumé des conclusions de l'équipe d'audit,
- ✓ Discuter brièvement des conclusions, ·
- ✓ Obtenir l'assurance que les conclusions ont été comprises par les audités, ·
- ✓ Définir une date prévisionnelle de réponse aux conclusions de l'audit, ·
- ✓ Informer l'audité de la date prévue de l'émission du rapport d'audit, ·
- ✓ Faire des recommandations, si cela est demandé, ·
- ✓ Remercier le responsable de l'entité auditée pour la coopération et l'assistance des personnes auditées.

En préambule, le responsable d'audit confirmera que le référentiel, et le champ de l'audit ont bien pu être couverts, ou le cas échéant présentera les limites rencontrées lors de l'audit

Rédaction et diffusion du rapport d'audit

Le rapport d'audit comporte : une conclusion générale et des commentaires, la liste des personnes auditées et leur fonction, des Demandes d'Action Corrective, le cas échéant des Recommandations.

Le rapport final sera distribué au management du shut down pour action.

4.2.6 Les réunions de sécurité

Afin d'assurer un suivi rigoureux des actions de sécurité, les réunions de sécurité doivent organiser d'une façon journalière et l'ordre du jour sera pour objectif :

- ✓ Procède à l'analyse des risques professionnels auxquels peuvent être exposés les travailleurs en cours des activités journalières.
- ✓ Prendre des décisions relatives aux corrections des observations HSE durant la journée.
- ✓ Suivre des enquêtes des accidents de travail, discuter les Leçons apprises et le communiquer aux cadres et aux personnels.

4.2.7 Les documents (délivrables) requis pour le shut down

4.2.7.1 Plans HSE pour les sous-traitants et les documents requis

La phase de préparation des travaux relatifs aux soumission du projet et l'exécution des travaux de maintenance et de shut down commence par l'élaboration :

D'un plan HSE qui explique sommairement la démarche prévention à utiliser pour maintenir le cap des objectifs HSE.

En fonction des spécifications du maître d'ouvrage, ce plan peut se compléter, d'un Plan Particulier de Sécurité et de Protection de la Santé, PPSPS et/ou d'un Plan de Gestion Environnementale et Sociale, PGES.

D'une analyse et d'une évaluation des risques particuliers du projet, pour cerner et orienter la formation et les sensibilisations des travailleurs sur le site.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

D'un manuel des procédures HSE relative au chantier, pour définir la méthode à utiliser dans des situations spécifiques.

Parmi ces procédures on peut citer entre autres :

La procédure d'accueil sécurité selon schéma ci-dessous :

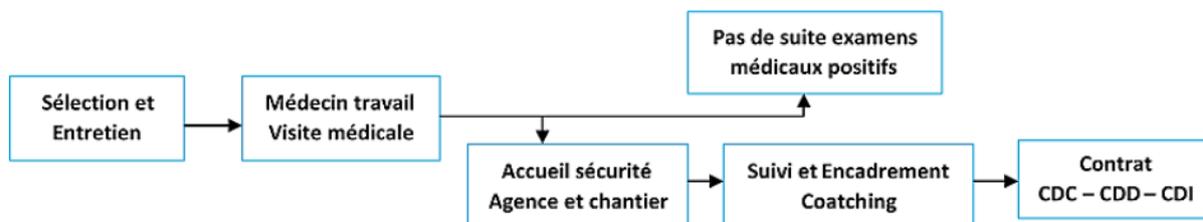
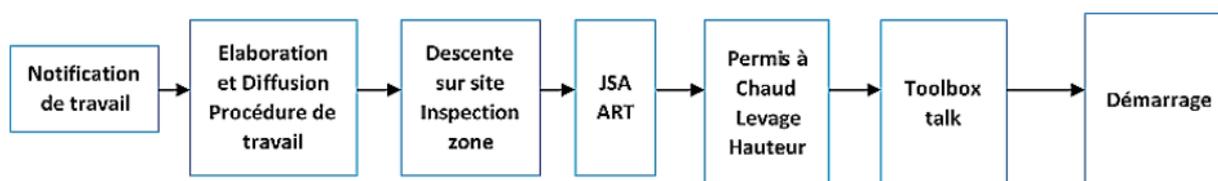


Figure 4.1- Procédure d'orientation et d'accueil d'un sous-traitant

Ce plan HSE, peut contenir aussi :

- ✓ La procédure d'autorisation de travail conditionnant le démarrage de toute tâche selon le schéma suivant :



- ✓ La Procédure de gestion des urgences :
Définition des scénarios d'urgence pouvant survenir sur le chantier.
- ✓ La procédure d'investigation des accidents/Incidents :
Conformément à la norme, notamment relative au respect des délais de déclaration d'accident, d'enquête, de comptes-rendus, de diffusion des résultats d'enquête et des mesures correctives.

Pour le reste des procédures notamment, pour travaux en hauteur, travaux en espace confiné, travaux à chaud, travaux sous tension électrique, travaux de levage, manipulation de produits chimiques, gestion des déchets, transport du matériel et du personnel, le manuel donne les indications nécessaires et propose des modèles de fiche accueil sécurité, déclaration d'accident, rapport d'enquête.

4.2.7.2 Vérification et approbation des documents et plan HSE

Tous les documents préparés par le sous-traitant et exigés par le client doivent être soumis à un processus de vérification, révisions et approbation par les autorités compétentes du client.

Ces plans et procédures, doivent considérer les exigences légales du pays, ainsi que les standards et les procédures du clients.

4.2.7.3 Sélection de sous-traitant (Contractor), et vérification des compétences

Les sous-traitants et les prestataires de service doivent être soumis à un processus de sélection durant la période de soumissions de projet.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Beaucoup d'entreprises utilisatrices ont mis en place une stratégie proactive en amont de l'inspection préalable des travaux et du plan de prévention. Cette politique permet de faciliter la sélection, le suivi des opérations futures et d'inciter leurs sous-traitants à mettre en place une démarche d'amélioration continue en termes de prévention des risques pour la santé et de la sécurité des personnes.

Les sous-traitants doivent donc passer dans un processus de sélection et de qualification. Une garantie qui permettra d'améliorer et de faciliter la gestion des aspects santé, sécurité lors de la conduite des opérations.

Parmi les informations demandées on peut citer par exemple :

- ✓ Les performances sécurité antérieures,
- ✓ La couverture en responsabilité civile,
- ✓ L'existence d'une politique santé, sécurité,
- ✓ L'existence de consignes ou procédures écrites en place,
- ✓ Le plan de formation,
- ✓ La procédure relative aux premiers secours,
- ✓ L'existence d'une politique des gestions d'accidents,
- ✓ L'existence d'un programme de santé et de suivi médical, etc.

Même après la période de soumission le sous-traitant sera l'objet d'une évaluation continue de la part du client, a fin de :

- ✓ Évaluer la performance du sous-traitant selon plusieurs éléments : qualité des services, respect des éléments HSE, remise des documents nécessaires, etc.
- ✓ Surveiller la progression (ou la régression) d'un sous-traitant d'un mandat à l'autre
- ✓ Accéder à l'historique de performance du sous-traitant.
- ✓ Regrouper à un même endroit et rendre visible à tous les intervenants de l'entreprise les évaluations des sous-traitants
- ✓ Avoir une vue précise des éléments à améliorer de la part d'un sous-traitant.
- ✓ Offrir une rétroaction transparente au sous-traitant.

4.2.7.4 L'organisation HSE du sous-traitant

La sélection de l'organisation HSE du sous-traitant est d'une importance extrême, vue les risques que représente les travaux de maintenance des turbines.

Le personnel HSE est l'élément clef pour une politique HSE rigoureuse est réussite.

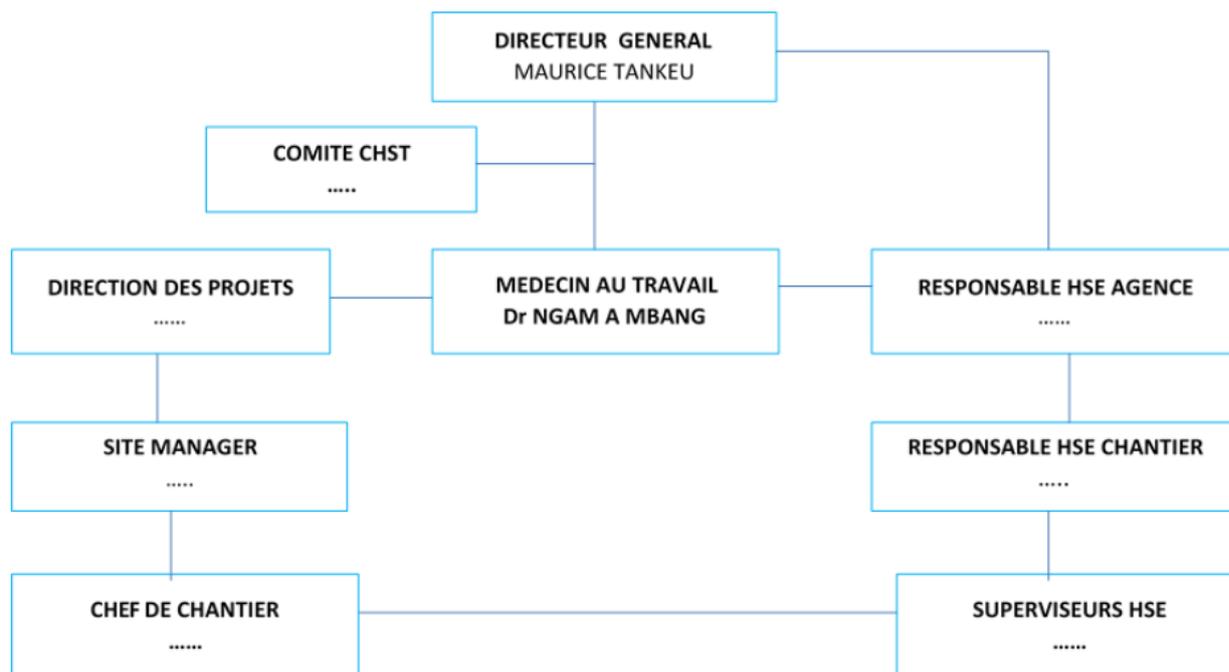


Figure 4.2- Exemple d'une organisation HSE d'un sou traitant

4.2.8 Rôles et responsabilités du personnel sous-traitant

Le recours à la sous-traitance est aujourd'hui devenu une pratique courante qui mérite un regard particulier pour améliorer la prévention des risques à la vue d'un nombre important d'entreprises extérieures intervenantes dans une entreprise d'accueil. Quelle que soit l'activité réalisée, des travaux ou des prestations de service, les contextes sont différents et l'environnement dans lequel interviennent les entreprises extérieures leur est parfois inconnus. De plus, la coactivité et l'interférence entre les différentes activités du site sur lequel ils interviennent parfois en présence d'autres intervenants augmentent considérablement les risques d'accident du travail.

Bien préparer l'intervention et le chantier sur lequel vous êtes amené à travailler est donc important si vous souhaitez prévenir ces risques. Mais bien au-delà, la démarche de prévention des risques vous permettra de garder une longueur d'avance et de vous démarquer de la concurrence. De cette façon, vous pérennisez la relation avec vos donneurs d'ordre, vos clients et construisez naturellement une relation de confiance au fil du temps.

L'engagement et l'intérêt que vous portez en matière de prévention des risques professionnels envers vos salariés et ceux de l'entreprise qui vous accueille ne doivent pas avoir simplement pour vocation que d'être conforme au code du travail et aux obligations réglementaires qui régissent les interventions d'entreprises extérieures sur site. Votre démarche vous permet de démontrer la responsabilité sociétale de votre entreprise (RSE). Ce leadership contribue à faire grandir votre image sociale, votre marque de fabrique et permet de vous différencier.

Pour les donneurs d'ordre, cet engagement et cette implication sont légitimes ! L'objectif n'est pas de déléguer ou de sous-traiter certaines activités à risques. Au-delà de la responsabilité pénale qui peut être engagée aujourd'hui pour les donneurs d'ordre, la volonté de mettre en œuvre une politique de gestion de la sécurité des sous-traitants leurs permet de construire un

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

réseau d'intervenants qui répondent à leur besoin, dans un principe d'éthique et de responsabilité sociétale. In fine, un réseau qui ne nuit pas à la qualité et à l'image de marque de chacun, de la profession, par une accidentologie importante.

4.2.8.1 Formation et communication du personnel du projet

Tout le personnel du client et des sous-traitant doivent passer et suivre le plan de formation HSE du shut down.

Le plan de formation est préétabli par des spécialistes et approuvé par le management et selon la matrice de formation.

Comme exemples de formation qu'on peut rencontrer pour un projet shut down est comme suit :

- ✓ Orientation HSE de shut down.
- ✓ Espace confiné.
- ✓ Travail en hauteur.
- ✓ Utilisation des ARI (appareil respiratoire isolant).

Transfert de connaissance workshop :

Avant le début de shut down ; des journées de transfert de connaissance (work shop) doivent être organisées dont le but :

- ✓ Faire un transfert des leçons tirées des shut down précédents.
- ✓ Communication des incidents et des mesures correctives nécessaires pour éviter les incidents des shut down passés.
- ✓ Transfert de nouvelles informations relatives aux nouvelles procédures, et lois applicables du shut down.
- ✓ Présenter du nouveau personnel du leadership du client et des sous-traitants.

Bulletin quotidien d'information :

Un rappel de sécurité quotidien doit être fait aux travailleurs, pour renforcer le sens de sécurité des travailleurs.

Les discussions HSE ou tool box talk (TBT) :

Une réunion quotidienne de sécurité le matin pour accentuer les incidents et les observations de sécurité enregistrés dans la journée précédente pour plus de sensibilisation.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Les compagnes spéciales de sécurité :

Le but de ces compagnes de sécurité est augmenté la sensibilisation du personnel concernant le volet HSE.

4.2.8.2 Santé et sécurité et bien être des travailleurs

La santé, et le bien être est primordial :

Avant le démarrage du projet et pendant la période d'audit, la base de vie destine aux travailleurs doit être inspecté pour s'assurer que tous les moyens mis en œuvre pour assurer une meilleure prise en charge des travailleurs et selon la loi.

Le chef d'entreprise doit mettre à disposition des salariés des installations sanitaires et de vie dont la nature et la quantité sont définies par le Code du travail.

Au-delà de l'obligation réglementaire ces installations apportent :

Une bonne image de l'entreprise pour les clients et les salariés.

Une augmentation de la performance de l'entreprise par l'amélioration des conditions de travail des salariés.

Une diminution du risque routier en évitant les allers-retours en voiture des salariés pour la pause déjeuner.

La mise en place des locaux d'hygiène et de vie nécessite une réflexion en amont de votre chantier pour :

- ✓ Définir la localisation de la base vie.
- ✓ Assurer la proximité entre les installations et le chantier.
- ✓ Veiller à ne pas générer de risques (ex : circulation engins/piétons).

L'accès aux toilettes est obligatoire :

- ✓ Entrée séparée de l'entrée principale.
- ✓ Séparer les toilettes hommes et femmes.
- ✓ Installer 1 cabinet et 1 urinoir pour 20 hommes et 2 cabinets pour 20 femmes.
- ✓ Mettre une poubelle pour garnitures périodiques dans les toilettes des femmes.
- ✓ Prévoir au moins un poste d'eau.
- ✓ Mettre du papier toilette à disposition.
- ✓ Nettoyer et désinfecter les sanitaires au moins 1x/jour.
- ✓ Vidanger les cabinets sanitaires autonomes 1x/semaine.
- ✓ Munir les portes des WC d'un dispositif de fermeture intérieur décondamnable de l'extérieur.

4.3 Plan d'urgence de shut down

- **Anomalie, situation dangereuse, acte dangereux :**

Une condition ou un acte ayant le potentiel de contribuer à un incident, avec un degré de gravité de 0 : Rien n'est arrivé,

- **Accident :**

Tout événement indésirable ayant eu pour conséquence : blessure ou décès, dommage à l'environnement, perte de production ou de matériel ou de réputation.

- **Incident :**

Tout événement professionnel lors duquel un préjudice personnel, une atteinte à la santé ou à l'environnement ou des dommages se sont produits, ou auraient pu se produire.

- **Incident à haut potentiel (HPI) :**

Toute anomalie ou incident avec une réelle ou potentielle gravité équivalente ou supérieure à 3 (selon la matrice de gravité).

- **Presque accident (Near Miss) :**

Tout événement aux conséquences mineures (humain, matériel, environnemental),

- **Accident corporel :**

Un accident corporel est tout événement qui nuit à l'intégrité physique d'un être humain ou provoque un décès.

C'est un dommage physique causé à une personne à la suite d'un contact traumatisant entre son corps et un agent extérieur ou de l'exposition à des facteurs environnementaux associés au travail.

Un accident corporel se subdivise en cinq groupes :

Accident bénin (First Aid Case-FAC) : Toute blessure légère, faisant appel à un traitement ponctuel d'égratignures, coupures, brûlures mineures, qui ne nécessite généralement pas l'intervention d'un médecin. Ces soins et cette observation sont considérés comme des premiers soins même s'ils sont dispensés par un médecin ou du personnel médical agréé.

Accident sans arrêt (Medical Treatment Case-MTC) : est défini comme toute blessure qui ne nécessite pas d'acte médical et un suivi prodigué par un médecin, infirmier ou un auxiliaire médical, il est plus grave qu'un cas de premier secours.

Accident avec poste aménagé (Restricted work case-RWC) : Toute blessure d'origine professionnelle n'entraînant ni décès ni arrêt mais l'inaptitude médicale de la personne à accomplir par la suite son travail habituel dans son intégralité. Cet aménagement peut consister en:

- Une affectation à un travail temporaire.
- Un travail à temps partiel au poste habituel.
- Un travail à plein temps mais réduit au poste habituel.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

- La personne est alors assignée à des « tâches allégées ». Lorsqu'aucun travail significatif n'est réalisé, la blessure est classée comme blessure avec arrêt de travail.

Accident avec arrêt (Lost Time Injury-LTI) : Est un accident entraînant une ou plusieurs blessures avec arrêt de travail, quelles qu'en soient les autres conséquences (environnementale, production.....etc.), entraînant l'inaptitude médicale d'une personne le lendemain (et potentiellement les jours suivant) de cette blessure. Cela inclut les jours de repos, les jours de congés, les jours fériés ou les jours après cessation de travail.

Accident mortel (Fatality-FAT) : Un accident de travail mortel est la mort d'une personne due à une blessure d'origine professionnelle. Aucun jour d'arrêt n'est associé à un décès. Un décès différé qui se produit après l'accident est inclus s'il est le résultat direct de l'accident, tel que l'aggravement d'un cas d'une personne, complication médicale...

Dompage environnemental : Tout incident ayant pour conséquence la pollution de l'air, de l'eau (à la surface ou souterraine) ou de la terre. Est également considéré comme dommage à l'environnement tout dépassement des normes de rejets.

Perte de production / Matériel : Tout incident ayant pour conséquence la destruction d'une partie ou de la totalité d'une unité entraînant l'arrêt momentané ou définitif de production. Tout incident ayant des conséquences matérielles/sur la production d'un niveau de gravité réelle supérieure à 1 et supérieure au niveau de gravité réelle des conséquences sur l'environnement s'il y en a, à condition que le niveau de gravité réelle des conséquences humaines, s'il y en a, ne soit pas supérieure à un (01).

Maladie professionnelle : Tout incapacité liée à l'activité professionnelle, causée par l'exposition à des substances ou facteurs au cours du travail (ex : problèmes de dos, intoxication alimentaire, brûlure chimique, coup de chaleur, perte auditive...).

Arbre des causes : Méthode d'analyse d'incident ou anomalie, déterminant les causes profondes de l'incident ou anomalie et les actions correctives correspondantes, dans le but d'éviter la récurrence de l'événement analysé.

Investigation : Examen méthodique et indépendant dont le but est de déterminer les causes et dysfonctionnements ayant conduit à l'accident ou ayant contribué à ses conséquences. L'analyse par Arbre des Causes est la méthode préférentielle à utiliser pour identifier les différentes causes.

Accident majeur : Accident ayant lieu au cours des opérations avec une sévérité réelle de 4 ou 5 selon la matrice de gravité.

Incapacité Permanente : L'incapacité permanente est la perte permanente chez une personne d'une capacité normale. Cette incapacité peut être partielle comme la perte d'un œil ou une amputation ou totale, empêchant alors l'employé de reprendre le même travail (elle sera affectée de 365 jours d'arrêt).

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

4.3.1 Responsabilités

Tout le personnel :

Toute personne impliquée ou étant témoin d'un accident ou d'un presque accident doit immédiatement le déclarer à son responsable hiérarchique ou au représentant de la compagnie le plus proche dans le cas d'un contractant.

Témoin :

Il est obligatoire pour toute personne se trouvant au sein de la compagnie d'identifier et de déclarer tout incident ou anomalie pour lequel elle est témoin. En cas d'anomalie, cela se fait via une carte d'observation. En cas d'incident, le témoin le déclare à l'Autorité de Zone. En cas d'urgence, le témoin doit donner l'alerte et porter secours s'il est formé (instruction donnée lors de l'arrivée sur site au cours de l'induction HSE). En cas de situation dangereuse ou d'acte dangereux, tout témoin a le devoir d'intervenir afin de faire cesser la situation.

Autorité de Zone :

L'autorité de Zone ou son délégué est en charge de Préparer la notification d'incident dès qu'il en a connaissance et l'envoyer au Département HSE

- ✓ Soumettre aux autres chefs de département les actions correctives mises en œuvre
- ✓ Animer et participer aux analyses et investigations de l'incident.
- ✓ Suivre les actions, les valider et clôturer l'événement lorsque toutes les actions sont mises en œuvre. Pour effectuer ces démarches, chaque Autorité de Zone doit suivre une formation relative à l'analyse d'accident et à l'utilisation de la méthode de l'arbre des causes.

Équipe d'investigation :

L'équipe en charge de l'investigation, est responsable de :

- ✓ Enquêter sur les circonstances qui ont conduit à l'accident
- ✓ Faire des recommandations pour prévenir toute récurrence.
- ✓ Veiller à l'application stricte de la méthode d'arbre des causes (garant)
- ✓ S'assurer que le rapport écrit est complet.

Chef de département HSE :

En tant que conseiller, le chef de département HSE ou son délégué doit :

- ✓ Vérifier et surveiller le flux des cartes d'observations et des incidents.
- ✓ Compiler les données pour le reporting des performances HSE.
- ✓ Communiquer sur les accidents les plus significatifs à l'ensemble du personnel.
- ✓ Veiller au respect de la stricte application de cette procédure.
- ✓ Être support auprès des autres entités dans l'analyse des événements.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Shut down Manager :

Le shut down Manager est l'ultime autorité pour notifier, déclarer, classifier, analyser et enregistrer les événements.

Par conséquent, il approuve ou rejette :

- ✓ Les notifications et rapports d'incidents.
- ✓ La mise en œuvre des actions correctives décidées.

Responsable d'action

La personne désignée comme responsable d'une ou plusieurs actions doit avoir l'autorité et l'expertise nécessaire pour la (ou les) mettre en œuvre. Pour cela, elle doit :

- ✓ Prendre contact avec l'autorité opérationnelle impliqué dans l'incident, s'il considère que l'affectation de l'action n'est pas appropriée.
- ✓ Prendre la responsabilité de mettre en œuvre l'action dans le temps imparti.
- ✓ Prendre les mesures appropriées avec l'autorité Opérationnelle et/ou site si les actions ne sont pas clôturées en temps et en heure.
- ✓ S'assure que les actions entreprises sont bien prises en compte dans la base de données de suivi des actions à la suite d'incidents / accidents.

4.3.2 Secours et gestions des urgences

Urgence : Tout événement non-prévu en dehors des conditions d'exploitation normale qui potentiellement pourraient causer une blessure à une personne, ou des dommages à des biens ou à l'environnement.

Criticité de l'incident : Le DOI en collaboration avec les membres du PC Exploitant doit évaluer le niveau de criticité, selon les critères de la matrice de gravité :

Niveau 1 à 2 : Mineur à modéré

Niveau 3 : Sérieux

Niveau 4 à 5 : Majeur à Catastrophique

Le niveau de criticité de l'événement dictera le niveau d'assistance requis pour le gérer. Le niveau sera réévalué périodiquement afin de remédier à toute aggravation.

Principe des gestions des urgences :

Toutes les entreprises intervenantes doivent disposer d'un Plan de Gestion des Incidents clairement défini, qui inclus les sous-traitants. Des plans de conciliation (bridging document) définissent les relations ainsi que les rôles et responsabilités. Les manquements doivent être identifiés et une analyse de risque doit être effectuée afin de comprendre tous les risques ainsi que leur gravité.

Tous les incidents doivent être signalés. Les besoins, la sévérité, le potentiel d'escalade, et le niveau de support nécessaire afin d'assister le Chef de PC Opérationnel pour le traitement de l'incident, déterminent le degré et le niveau auquel chaque équipe de gestion des incidents sera activée et si l'équipe de gestion d'incident du niveau supérieur dans l'organisation doit être informé.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Les plans ci-dessus disposent de liens clairs entre eux afin de s'assurer que, dans chaque cas, les rôles et responsabilités sont définis pour toutes les fonctions.

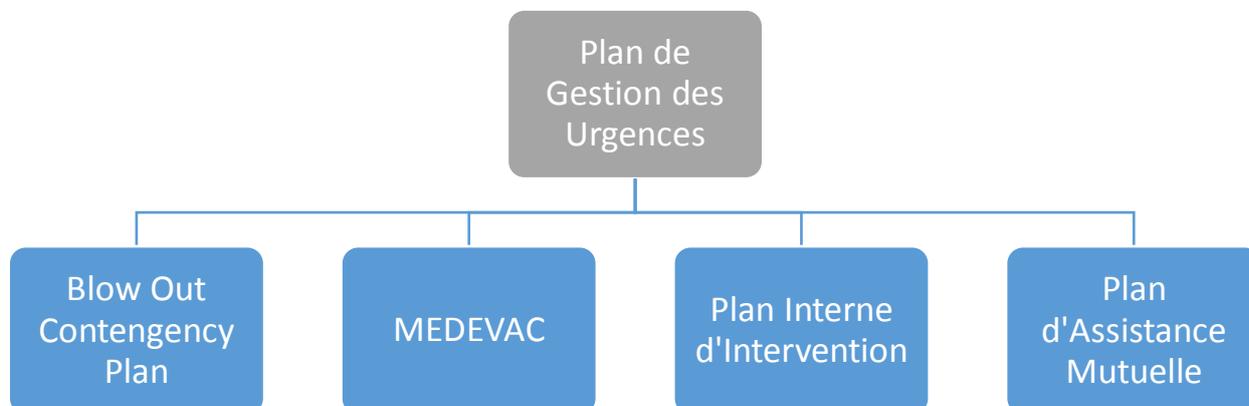


Figure 4.3- Interface avec les autres plans d'urgence

SEVERITE DE L'INCIDENT	Postes de commandement	MISSIONS	RESPONSABILITES
NIVEAU 1 à 2 Incident à faible gravité	PCO / PCE Opérationnel/Exploitant	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Assurer la sécurité du personnel <input type="checkbox"/> Confiner l'incident <input type="checkbox"/> Protéger l'environnement 	<input type="checkbox"/> Client
NIVEAU 3 Incident à haut potentiel	PCT Tactique	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Apporter le soutien opérationnel (Technique et logistique) au PCE <input type="checkbox"/> Réduire l'impact de l'incident au niveau régional / zonal <input type="checkbox"/> Maintenir la liaison avec d'autres sites à proximité de l'incident 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> zone industrielle <input type="checkbox"/> Wilaya
NIVEAU 4 à 5 Incident majeur	PCS Stratégique	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Gérer d'une manière globale l'incident <input type="checkbox"/> Assurer la communication avec les parties prenantes concernées (internes et externes aux compagnies) <input type="checkbox"/> Veiller à la poursuite de la gestion de l'activité pendant la période de perturbation 	Cellule de crise : <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Compagnie mère <input type="checkbox"/> Partenaire.

CHAPITRE IV Plan HSE et prévention des risques au cours des opérations de maintenance (shut down)

Matrice de criticité de l'incident :

NIVEAU	<p align="center">CRITICITE DE L'INCIDENT Niveau de criticité selon la matrice de gravité</p>
<p align="center">1 à 2</p>	<p>INCIDENT MINEUR A MODERE Une urgence qui peut être traitée ou confinée par le Personnel du site sans assistance extérieure. Les urgences de niveau 1 / 2 comprennent par exemple:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Les presque accidents ou blessures mineures, pas d'atteinte significative à la santé (intoxication aigue) <input type="checkbox"/> Les incidents environnementaux qui sont confinés et qui peuvent être maîtrisés localement (Echappement limité de gaz ou déversement avec ou sans feu). <input type="checkbox"/> Les dégâts mineurs sans impact sur le projet et ses opérations, ou la capacité des installations de fonctionner en partie ou en totalité. <input type="checkbox"/> Ayant peu de potentiel apparent à impacter l'exploitation ou sa réputation (y compris les intérêts des médias), préoccupation locale
<p align="center">3</p>	<p>INCIDENT SERIEUX Une urgence qui est de nature grave et nécessite une assistance et des ressources supplémentaires de support pour la réponse à l'incident sur le site. Les urgences de niveau 3 concernent par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Les blessures nécessitant une évacuation sanitaire par air ou par ambulance vers un centre médical extérieur au site (blessures et atteinte significative à la santé (incapacité temporaire). <input type="checkbox"/> Feu avec potentiel d'escalade <input type="checkbox"/> Perte de confinement circonscrit <input type="checkbox"/> Il faut contacter et établir une liaison avec les autorités civiles, les entreprises etc. <input type="checkbox"/> Les incidents environnementaux, qui sont confinés, mais qui ne peuvent être maîtrisés localement (dommages potentiels à l'environnement). <input type="checkbox"/> Les dégâts importants ayant un impact sur les installations et les opérations, ou la capacité du site de fonctionner en partie ou en totalité (Perte de production < 1 semaine, Perturbation potentielle de l'activité) <input type="checkbox"/> Ayant un impact sur l'exploitation et sa réputation via les médias ou autres intérêts externes tels que les Autorités Statutaires (Impact régional).
<p align="center">4 à 5</p>	<p>INCIDENT MAJEUR A CATASTROPHIQUE L'urgence inclus :</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Tout accident mortel associé au projet ou acte criminel signifiant perpétré contre les installations. <input type="checkbox"/> Incendie / explosion / échappement, dépassant la limite du site <input type="checkbox"/> Les incidents environnementaux significatifs qui ne sont pas confinés et ne peuvent pas être maîtrisés localement (Echappement > 10 tonnes / 10 000 litres). <input type="checkbox"/> Les dégâts importants ayant un impact sur les installations et les opérations, ou la capacité du site de fonctionner en partie ou en totalité (Perte de production > 1 mois, coût > 10 000 K€) <input type="checkbox"/> Atteinte grave à l'activité, à la réputation, à l'image du Groupement Touat-Gaz et/ou à l'environnement (Préoccupation nationale et à l'échelle internationale)

Conclusion Générale

Conclusion

Une culture HSE robuste permet de déterminer les priorités des entreprises.

La priorité du top management des entreprises doit être « zéro accident ».

Une bonne culture HSE, permet d'améliorer la compréhension des enjeux et soutenir l'exigence du respect des règles en favorisant l'adhésion des collaborateurs.

Une bonne communication **HSE** implique le déploiement de supports dédiés pour sensibiliser les collaborateurs face aux risques à leur poste de travail et prévenir les accidents.

Une bonne culture HSE nous conduit aussi de parler du système de management de la santé et de la sécurité au travail (SMS) qui est une partie du système de management global de l'entreprise.

L'adoption d'un tel système est l'expression d'une approche globale et gestionnaire de la prévention des risques professionnels. Elle se base sur un référentiel et suit une démarche de changement qui doit être animée et soutenue. Les premiers constats effectués dans quelques entreprises montrent que les résultats sont contrastés : ils dépendent plus de l'utilisation du système de management que de son choix.

La mise en œuvre d'un SMS est recommandée pour autant qu'un certain nombre de valeurs essentielles et bonnes pratiques de prévention soient adoptées.

La gestion des shut down ou d'arrêt général en cours des opérations de maintenance des turbines et ou des unités de production, doit prendre aussi en considération les exigences du system de management SMS.

Pour atteindre l'objectif « Goal Zéro », ou « Zéro Accident », une bonne préparation du shut down en amont à travers :

- ✓ Une sélection attentive des sous -traitant qui ont une bonne culture HSE reconnue sur le marché.
- ✓ Définir les prérequis, les objectifs du shut down.
- ✓ Développer les procédures nécessaires pour réaliser un shut down sure en toute sécurité tel que :
 - Plan HSE du shut down.
 - Les évaluations des risques nécessaires pour les travaux critiques.
 - Préparation de « work pack », pour toutes les activités.
 - Procédures des opérations simultanées.
- ✓ Faire participer les sous-traitant en toutes les activités HSE de l'entreprise avant le démarrage de shut down.

Le leadership et l'engagement des Managers de la société cliente et les sous-traitants dans les activités HSE, est d'une importance extrême afin de montrer l'exemple aux travailleurs (Leading by Example).

Bibliographie

- 1- ENIET CAMEROUN : « Cours de stratégie de maintenance »
- 2- DOCTEUR SELLAMI MOHAMED HASSAN : « Procèdes de traitement de gaz ».
- 3- ETUDE N2011 07, INSTITUT POUR UNE CULTURE DE SECURITE INDUSTRIELLE : « leadership en sécurité pratiques industrielles ».
- 4- INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE : « Prevention des risques en maintenance ».
- 5- DR. TEBANI HOCINE : « Production de l'énergie Electrique », polycopie de cours.
- 6- HAMEL BOUDJMA : « Etude technico économique d'un renouvellement de la chambre de combustion d'une turbine à gaz », thèse de Master.
- 7- « Procédure de sélection et évaluation des fournisseurs et des sous-traitants » : étude publiée de l'institut de recherche en sécurité en France.
- 8- Nathalie Diaz : « le grand guide des responsable QHSE », date de publication 2014.