



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de Génie Mécanique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences et Techniques
Filière : Génie Mécanique
Spécialité : Construction Mécanique

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
CHETHOUTHY Rachid

AMRI Abdenour

Le : dimanche 26 juin 2022

Maintenance industrielle : pipes de transport des hydrocarbures

Jury :

Dr.	DJEMAI Hocine	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	BOULGGROUNE Abdelmalek	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
Dr.	HADEF hefaïdh	MCB	Université de Biskra	Examineur

Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux êtres qui sont les plus chère dans ma vie :

A ma très chère mère : **SALIMA** cette fontaine d'amour et de tendresse, pour ces conseils et soutien indéfectible.

A mon très cher père : **MASSAOUD** qui a travaillé pour moi

A mon très cher frères : **SOUFIAN**, **SADDAM HOUSIN**, **AYMAN** Et ma sœur **SIHAM** et **KAWTHER**, Et je dédie à mes amies : **MOKHTAR MERINI**, **MOHAMED HANI**, **IBRAHIM BEZZIOU**, **ATHMANE GUEMIDA**, **KARIM BAKCHA....**

A toute la famille **CHETHOUTH**

En fin, je remercie mes amies qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

RACHID

Dédicace

Je me suis dédié au modeste travail aux êtres qui sont les plus chères dans ma vie :

A ma très chère mère : FATIMA cette fontaine d'amour et de tendresse, pour ces conseils et soutien indéfectibles.

A mon très cher père : MOHAMED

A mon très cher frères : LAMIN, ZINOUE, MONDHER et MAHDI et ma sœur AFAF et ZAHRA

Et je me suis dédiée à mes amies : EZZOUBIR, ATHMAN, BAKCHA, ACHRAF, NAWRI DHAKI, MOHAMED...

A toute la famille (AMRI)

Je remercie mes amies dans la cité LABITA

En fin, je remercie mes amies qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail.

REMERCIEMENT

Tout d'abord je dois remercier Dieu qui m'a donné la santé et la volonté durant la réalisation de ce présent mémoire.

Nous remercions l'honorable docteur **Boulegroun Abdelmalek** ; qui a accepté la supervision de notre note et nous a aidés étape par étape pour atteindre la fin de la recherche.

Nous remercions également les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail.

Nous remercions les travailleurs de Sonatrach en particulier, **Kilani Abdessalam** (gestionnaire), **Bouchebbat Issam** (technicien ppl mécanique), **Bouabid Djamel** (technicien ppl prévention), **Omar Bdirina** (ingénieur), qui nous a soutenus avec leurs informations et leurs idées.

SOMMAIRE

REMERCIEMENT.....	I
Dédicace	II
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX	X
LISTE DES ABREVIATIONS	X
SOMMAIRE.....	IV
Introduction générale.....	1

CHAPITRE I : Généralité sur la maintenance industrielle

I.1.Introduction	3
I.2.Définition	3
I.3. Objectifs de la maintenance	3
I.3.1. Coût.....	3
I.3.2. Opérationnels	4
I.4.Methodes de maintenance :	5
I.5.Type maintenance	6
I.5.1. Preventive.....	6
I.5.1.1. Systématique	6
I.5.1.2. Conditionnelle	7
I.5.1.3. Prévisionnelle	7
I.5.2. Corrective	7
I.5.2.1. Palliative.....	8
I.5.2.2. Curative	8
I.5.2.3. Améliorative.....	8
I.6. But de la maintenance	8

I.7. Opérations de maintenance	9
I.7.1. Corrective	9
I.7.2. Préventive.....	9
I.8.1. Défaillance	9
I.8. Niveau de maintenances.....	12
I.9. Missions de la maintenance	14
I.10. Structure du bureau de maintenance	14
I.10.1. Bureau de méthode.....	16
I.10.2. Bureau d'ordonnancement	16
I.10.3. Bureau de réalisation.....	17
I.10.4. Magasin PR	17
I.11. Conclusion.....	18

Chapitre II : fiabilité pipeline, maintenabilité...

II.1. Introduction.....	20
II.2. Définition	20
II.3. Historique des pipelines	21
II.4. Caractéristique de pipeline.....	23
II.5. Type de pipeline.....	25
II.6. Procédé de fabrication des tubes de pipelines.....	25
II.6.1. Tubes soudés sous forme spirale.....	26
II.6.2. Tubes soudés sous forme longitudinale	27
II.6.2.1. Croquage et formage :.....	27
II.6.2.2. Soudage.....	29
II.6.2.3. Expansion et calibrage	30
II.6.3. Tubes sans soudure	30
II.7. Défaillances Des Tubes.....	32
II.8. Composants d'un système de transport par pipeline	35

II.9. Réseau de transport des hydrocarbures par canalisation en Algérie.....	37
II.10. Maintenances des pipelines.....	39
II.10.1. Objectif	39
II.10.2. Planning	40
II.10.3. Stratégies.....	40
II.10.4. L’inspection et la maintenance des canalisations	41
II.11. Sécurité industrielle du transport par pipeline	43
II.12. Conclusion	44

Chapitre III : L’inspection des pipelines par racleurs instrumentés

III.1. INTROUCTION.....	46
III.2. Definition PR.....	48
III.3. Anatomie d’un racleur	48
III.4. Différents types de racleurs	48
III.5. Technologies de mesures :.....	49
III.5.1. Contrôle de géométrie	49
III.5.2. Contrôle de l’étanchéité.....	49
III.5.3. Recherche de manques de métal.....	49
III.5.3.1. Fuite de flux magnétique	49
III.5.3.2. Ultrasons	50
III.5.4. Recherche de fissures longitudinales.....	50
III.5.4.1 MFL Transverse	51
III.5.4.2. Ultrasons.....	51
III.6. Racleur MFL	51
III.7. Mesures nécessaires avant le nettoyage.....	52
III.8. Gere racleur (GR)	53
III.8.1. Gare racleur depart (GRD)	53
III.8.2. Gare racleur arrivée(GRA)	54

III.9. Emploi des racleurs pour la maintenance des pipelines	55
III.10. But de PR.....	56
III.11. Conclusion	57
Conclusion générale	59
Liste des références	61
Annexes	
Résumé.....	

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I

Figure I.1 : organigramme représentant les types de maintenance

Figure I.2: structure du service maintenance

CHAPITRE II

Figure II.1. Pipeline dans l'environnement

Figure. II.2.La première utilisation connue de pipelines pour le transport

D'hydrocarbures remonte aux environs de 500 av. J.-C. en Chine.

Figure II.3. Dès 1976. International pipeline étend son réseau jusqu'à Montréal

Figure II.4. Caractéristiques des tubes

Figure II.5. Technique de fabrication des tubes soudés en spirale

Figure II.6. L'angle d'introduction de la bande

Figure II.7. Croquage

Figure II.8. Formage sous forme "U"

Figure II.9. Formage sous forme "O"

Figure II.10. Soudage manuelle et automatique des tubes

Figure II.11. Expansion

Figure II.12. Fabrication de pipe sans soudure « Schéma du filage sur aiguille

permettant d'obtenir un tube sans soudure »

Figure II.13. Organigramme présente les grandes catégories d'endommagement

Figure II.14. Causes des ruptures de pipelines en cours d'exploitation

Figure II.15. Système de transport des hydrocarbures par canalisation (BS, 2003).

Figure II.16. Des pipelines en service

CHAPITRE III

Figure III.1. Image réelle de racleur

Figure III.2. Configuration de l'outil de nettoyage

Figure III.3. L'outil d'inspection Magnetic Flux Leakage (MFL)

Figure III.4. Racleur équipé

Figure III.5. Image du GRD II est situé dans l'unité RAAS ELMIAD de SONATRACH 00

Figure III.6. Gare Racleur Arrivée

Figure III.7. Racleur après être sorti

LISTE DES TABLEAUX

TAB. (II.1) : Données du réseau de transport par canalisation fournies par TRC(2012)

LISTE DES ABREVIATIONS

TRC : transport par canalisation

GR : Gare Racleur

GRA : Gare Racleur Arrivée

GRD : Gare Racleur Départ

PR : Piston Racleur

CND : contrôles non destructif

MFL : Magnetic Flux Leakage

Introduction Générale

Introduction générale

Dans l'industrie pétrolière, l'objectif principal est d'extraire, transporter, raffiner les produits pétroliers en très grandes quantités dans les conditions économiques les plus performantes et pour des conditions de sécurité et de fiabilité des équipements optimales. Le transport des hydrocarbures sous forme liquide ou gazeuse (gazoducs).

Se fait par pipelines qui sont des canalisations enterrée ou aérienne.

Ce travail de mémoire est divisé en 3 chapitres, au premier chapitre, nous avons traité de la maintenance industrielle, qui est La maintenance est un facteur de compétitivité puisqu'elle influe sur l'outil de la production "les machines industrielles" dans l'entreprise, la qualité et le cout de revient. Dans cette optique la maintenance intégrée permet de développer de nouvelles stratégies visant à augmenter le rendement des moyens de production au moindre cout.

Dans le chapitre II introductif est montré l'importance des pipelines, Caractéristiques du pipeline, les méthodes leur fabrication, leurs comportements mécaniques et les effets effectives d'environnement sur les tubes en service (corrosion, fissure,). Les méthodes traditionnelles utilisées pour l'évaluation de la nocivité des défauts dans l'industrie du transport des hydrocarbures et les différentes méthodes de réparation des endommagements qui probablement amoindri le comportement mécanique du pipeline..... On termine ce chapitre par les principaux étapes et méthodes de maintenance des pipes.

Dans le dernier chapitre, nous avons discuté L'opération de ramonage est un processus qui permet d'éliminer en interne tous les dépôts sur la paroi du pipeline à l'aide d'une presse spéciale. Cependant, les pipelines après ce processus doivent être surveillés avant de relâcher le gaz à haute pression, pour préserver l'intégrité du tube, par l'observation (surveillance):

-Les résultats du processus de balayage à l'intérieur des gazoducs.

-L'état des gazoducs et l'étude des caractéristiques dans lesquelles le gaz y est transporté.

Enfin, on a donné une conclusion générale et des perspectives sur ce travail.

CHAPITRE I :
Généralité sur la maintenance
industrielle

I.1.Introduction

La fonction maintenance a pour but d'assurer la disponibilité optimale des installations de production et de leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt.

Jugée pendant longtemps comme une fonction secondaire entraînant une perte d'argent inévitable, la fonction maintenance est en général, assimilée à la fonction dépannage et réparation d'équipements soumis à usage et vieillissement.

La véritable portée de la fonction de la maintenance mène beaucoup plus loin : elle doit être une recherche incessante de compromis entre la technique, et l'économique. Il reste alors, beaucoup à faire pour que sa fonction productive soit pleinement comprise. Une organisation, une planification et des mesures méthodiques sont nécessaires pour gérer les activités de maintenance.

I.2.Définition

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de bien maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé avec un cout optimal.

Commentaires: [1]

- Maintenir : contient la notion de « prévention » sur un système en fonctionnement.
- Rétablir : contient la notion de « correction » consécutive à une perte de fonction.
- État spécifié ou service déterminé : implique la prédétermination d'objectif à atteindre, avec quantification des niveaux caractéristiques.
- Coût optimal qui conditionne l'ensemble des opérations dans un souci d'efficacité.

I.3. Objectifs de la maintenance**I.3.1. Coût**

- Minimiser les dépenses de maintenance.

- Assurer la maintenance dans les limites d'un budget.
- Avoir des dépenses de maintenance portant sur le service exigé par l'installation en fonction de leur âge et de leur taux d'utilisation.
- Tolérer à la discrétion du responsable de la maintenance une certaine quantité de dépense imprévue [9].

I.3.2. Opérationnels

- Maintenir le bien durable:
 1. Dans un état acceptable
 2. Dans des meilleures conditions
- Assure la disponibilité maximale à un coût raisonnable.
- Eliminer les pannes à tout moment et au meilleur coût.
- Maximiser la durée de vie de bien.
- Remplacer le bien à des périodes prédéterminées.
- Assurer au bien des performances de haute qualité.
- Assurer au bien un fonctionnement sûr et efficace.
- Garder au bien une présentation suffisamment satisfaisante.
- Maintenir le bien dans un état de propreté absolue.

I.4. Methodes de maintenance :

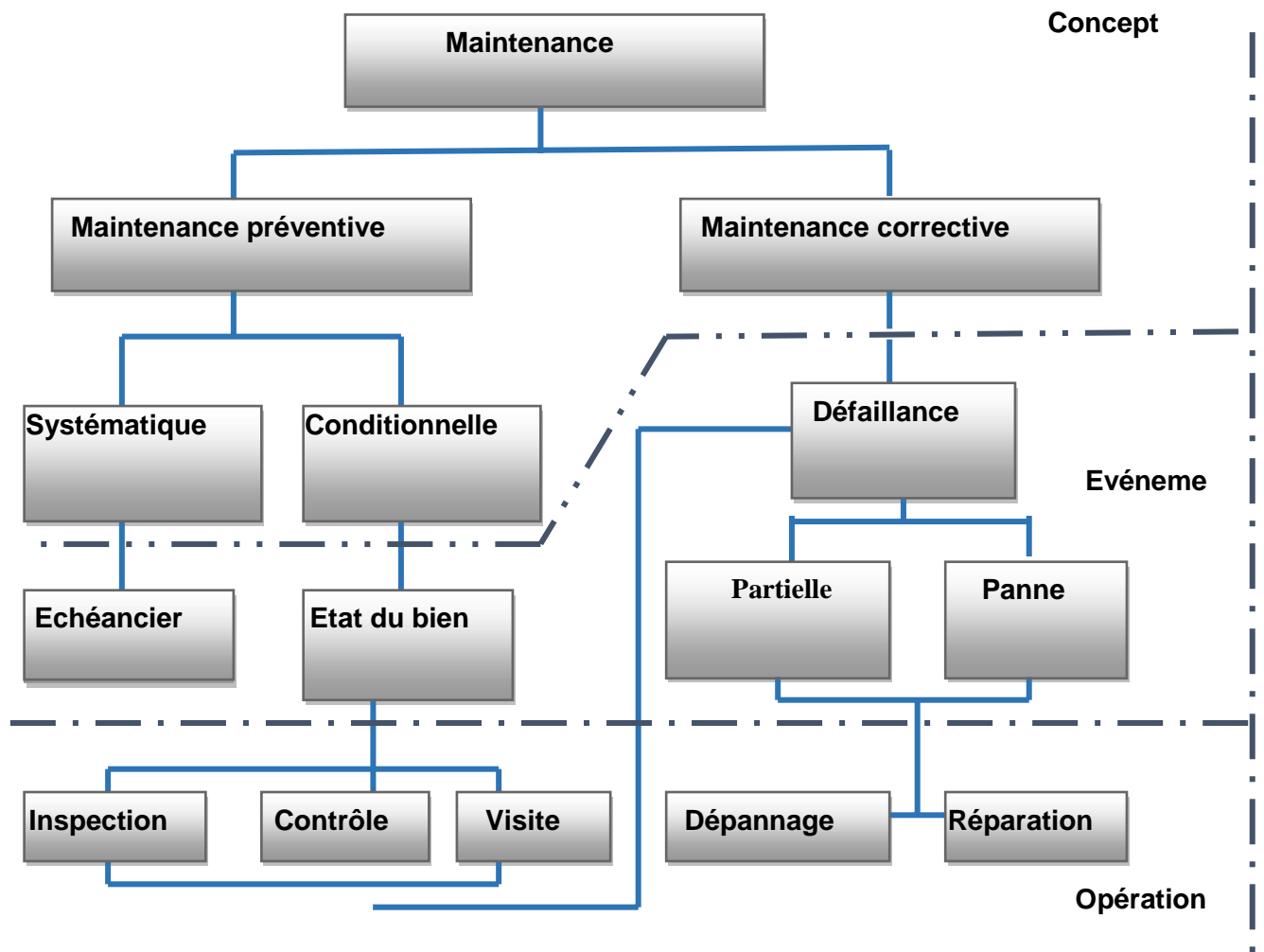


Figure I.1 : Organigramme représentant les types de maintenance

I.5.Type maintenance

D'après la définition, on a plusieurs types de maintenance. [2]

I.5.1. Préventive

Et / ou des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou de service. Cette politique de maintenance s'adresse aux machines provoquant une perte de production ou des coûts d'arrêts imprévisibles classés comme important pour l'entreprise. Telle est le cas des machines des chantiers de forages. Il convient donc d'organiser un système de maintenance visant à minimiser ces arrêts souvent trop onéreux. Ainsi on aura à pratiquer trois formes de maintenance dite préventive :

I.5.1.1. Systématique

Maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage. La mise en pratique de cette maintenance nécessite de décomposer les machines en éléments maintenables. Ces éléments doivent être visités ou changés régulièrement.

La périodicité de ces visites s'établit par l'étude des lois de durée de vie. On harmonisera ces périodicités de façon à les rentres multiple les unes des autres.

Des gammes d'entretien seront élaborées de façon à préciser le travail à exécuter par l'équipe de maintenance, un rapport sera rédigé mettant en relief les résultats des diverses mesures et les observations. L'intérêt de cette méthode est de diminuer les risques de défaillance. Ceux – ci restants néanmoins possible entre deux visites.

Les opérations de maintenance préventive systématique peuvent être :

- Le remplacement,
 - De l'huile des boites de vitesse,
 - Des filtres (air, huile, carburant...),
 - Des pièces d'usure normale,
- Le réglage et l'étalonnage,
 - Des niveaux de pressions hydrauliques et pneumatiques,

- Des tensions de courroies,
- Des jeux glissières ou des cales d'ajustement,
- Le contrôle de l'état général,
- Des niveaux d'huile,
- Des divers blocages,
- Apparence d'usure ou de fissure.

I.5.1.2. Conditionnelle

Maintenance préventive subordonnée au franchissement d'un seuil prédéterminé significatif de l'état de dégradation du bien.

Note : Le franchissement du seuil peut être mis en évidence par l'information donnée par un capteur ou par tout autre moyen.

Outil disponibles pour la maintenance conditionnelle industrielle:

L'intégration des différentes technologies de la maintenance préventive prévisionnelle conduit à une optimisation de la disponibilité des équipements.

- Analyse des vibratoire pour la détection de problèmes mécanique sur les machines rotatives.
- Analyse d'huile sur site ou avec l'aide d'un laboratoire d'analyse externe.
- Mesure de température, thermographie infrarouge pour le contrôle périodique de l'installation électrique, mécanique.

I.5.1.3. Prévisionnelle

Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée des paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

I.5.2. Corrective

Ensemble des activités réalisées après la défaillance d'un bien, ou la dégradation de son fonctionnement, pour lui permettre d'accomplir une fonction requise, au moins provisoirement.

Note : la maintenance corrective comprend en particulier :

- La localisation de la défaillance et son diagnostic,
- La remise en état avec ou sans modification,
- Le contrôle du bon fonctionnement.

I.5.2.1. Palliative

Activités de maintenance corrective destinées pour permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou une partie d'une fonction requise.

Note : Appelée couramment "dépannage", la maintenance palliative est principalement constituée d'actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'actions curatives.

I.5.2.2. Curative

Activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise.

Le résultat des activités réalisées doit présenter un permanent, ces activités peuvent être :

- Des réparations.
- Des modifications ou améliorations ayant pour objet de supprimer la (ou les) défaillance (s).

I.5.2.3. Améliorative

Ce type de maintenance permet, après réflexion et étude, d'éliminer le problème. Elle nécessite obligatoirement une concertation entre services production-bureau d'étude et maintenance

I.6. But de la maintenance

La maintenance a pour but :

- Le maintien du capital machine.
- Minimiser les arrêts et les chutes de production.
- Améliorer la sécurité de personnel et la protection de l'environnement.

I.7. Opérations de maintenance

I.7.1. Corrective

- **Dépannage :**

C'est l'action sur un équipement en panne en vue de le remettre en état de fonctionnement, les interventions de dépannage sont souvent de courte durée mais peuvent être nombreuses, il peut être appliquée sur des équipements fonctionnant sans interruption dont les impératives de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

- **Réparation :**

C'est une intervention définitive et limitée, l'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

I.7.2. Préventive

- **Inspections :**

Ce sont des activités de surveillance consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage spécifique ni d'arrêt de l'outil de production. [3]

- **Visite :**

Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique s'opèrent selon une périodicité prédéterminée, ces

- **Contrôle :**

Cette opération a pour objectif de vérifier des critères ou des données définies. Elle a pour base des références de vérification parfaitement établies.

I.8.1. Défaillance

C'est la cessation de l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise. Pour définir avec précision les défaillances, il faut tenir compte de la rapidité de manifestation, des causes, du degré d'importance, des conséquences ou d'une combinaison de tous ces éléments. A cette fin, un vocabulaire précis est utilisé (voir définitions suivantes). [8]

Causes de défaillance :

Circonstances liées à la conception, la fabrication ou à l'emploi d'un bien et ayant entraîné la défaillance.

-Différents mode de défaillance :

Effet par lequel une défaillance est observée.

-Défaillance progressive :

Défaillance qui aurait pu être prévue par un examen ou une surveillance antérieure.

Exemples : usures diverses.

-Défaillance soudaine :

Défaillance qui n'aurait pas pu être prévue par un - examen ou une surveillance antérieure.

-crevaison d'un pneumatique.

-Défaillance partielle :

Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au –delà des limites spécifiées, mais telle qu'elle n'entraîne pas une disparition complète de la fonction requise.

Défaillance de l'un des deux feux de croisement d'une automobile.

-Défaillance complète ;

Défaillance résultant de déviations d'une ou des caractéristiques au –dé la des limites spécifiées, telle qu'elle entraîne une disparition complète de la fonction requise Rupture du moteur d'une automobile.

- Défaillance intermittent :

Défaillance d'un dispositif pour une période de temps limitée, après laquelle le dispositif retrouve son aptitude à accomplir sa fonction requise sans avoir été soumis à une action corrective extérieure.

Panne typique due à un mauvais contact électrique

-Défaillance catalectique :

Défaillance qui est à la fois soudaine et complète.

-Défaillance par dégradation:

Défaillance qui est à la fois progressive et partielle (qui, à la longue, peut devenir une défaillance complète); mauvais allumage d'une automobile suite à l'usure des bougies.

-Défaillance due à une faiblesse inhérente :

Défaillance attribuable à une faiblesse inhérente au dispositif lui-même lorsque les contraintes ne sont n'y pas au – delà des possibilités données du dispositif (faiblesse due à la conception de contraintes au – delà des possibilités données du dispositif).

-Défaillance due à un mauvais emploi :

Défaillance attribuable à l'application de contraintes au-delà des possibilités données du dispositif. Rupture d'un système de levage sous l'effet d'une surcharge.

-Défaillance première :

Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la défaillance d'un autre dispositif.

-Défaillance seconde :

Défaillance d'un dispositif dont la cause directe ou indirecte n'est pas la Défaillance d'un autre dispositif.

Rupture d'un moteur après défaillance de la pompe à eau.

-Défaillance critique:

Défaillance qui empêche l'accomplissement de la fonction requise et fait encourir des risques de blessures graves aux personnes ou des dégâts très importants au matériel.

Exemples : Panne du circuit de freinage d'une automobile.

- Défaillance majeure:

Défaillance autre que critique qui risque de réduire l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise.

Rupture d'un joint de culasse d'une automobile.

-Défaillance mineure: défaillance autre que critique qui ne réduit pas l'aptitude d'un dispositif plus complexe à accomplir la fonction requise. Panne de l'une des ampoules d'un circuit d'éclairage.

I.8. Niveau de maintenances

Dans l'application de la maintenance, les différents cas à intervenir sont repartis selon leurs importances en cinq niveaux

Un niveau de la maintenance se définit par rapport :

A la nature de l'intervention,

A la qualification de l'intervenant,

Aux moyens mis en œuvre.

Selon « AFNOR X60-010 » donne, à titre indicatif, 5 niveaux de maintenance, en précisant la responsabilité, la production ou la maintenance. [4]

Niveau 1

Réglage simple, prévus par le constructeur aux organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables en toute sécurité.

Exemples

Echanges en toutes écriture d'éléments consommables tels que : fusibles, voyants...

Dégradation d'un produit défectueux sur une machine automatisée après la mise en sécurité de la machine.

Ces interventions de premier niveau peuvent être réalisées par l'exploitant du bien, Sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

Niveau 2

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet, et opérations minutieuses de maintenance préventive, tel que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

Exemples

Graissages d'une machine;

Contrôle du bon fonctionnement d'un four de traitement thermique;

Remplacement d'une électrovanne sur un système desserrage de pièce.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien de qualification moyenne, sur place avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance.

Niveau 3

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineure set toutes opérations courantes de maintenance préventive telle que réglage général ou réalignèrent des appareils de mesure...etc.

Exemples

-Remplacement d'une bobine de contacteur défectueuse à la suite d'une sur tension;

-Démontage d'un manomètre donnant des indications erronées réétalonnage sur un banc de contrôle, remontage sur la machine.

Niveau 4

Tous les travaux importants de maintenance convective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la construction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Exemples

-Révision générale d'un compresseur;

-Démontage, réparation, remontage, réglage d'un treuil de levage;

Niveau 5

Rénovation, reconstruction, et modernisation ; par définition, cet perde travaux est donc effectué par le constructeur ou par le reconstruteur.

Exemples

- Révision générale de la chaufferie d'une usine;
- Rénovations d'une ligne de conditionnement.

I.9. Missions de la maintenance

La maintenance a pour mission les différentes tâches suivantes:

- La participation à la sélection et l'achat des équipements.
- La réception des équipements.
- La définition du programme de maintenance préventive et les moyens associés.
- L'exécution des travaux de maintenance préventive et corrective.
- La réalisation des modifications.
- L'analyse des causes de défaillances.
- La gestion du stock des pièces de rechange, de consommables et d'outillage.
- La gestion des moyens humains.
- L'analyse et l'optimisation des coûts de maintenance.
- La définition des critères de remplacement des équipements.

I.10. Structure du bureau de maintenance

Il s'agit d'une représentation schématique de la structure d'une entreprise (d'un service) mettant en évidence les domaines de responsabilité de chaque élément composant.

[5]

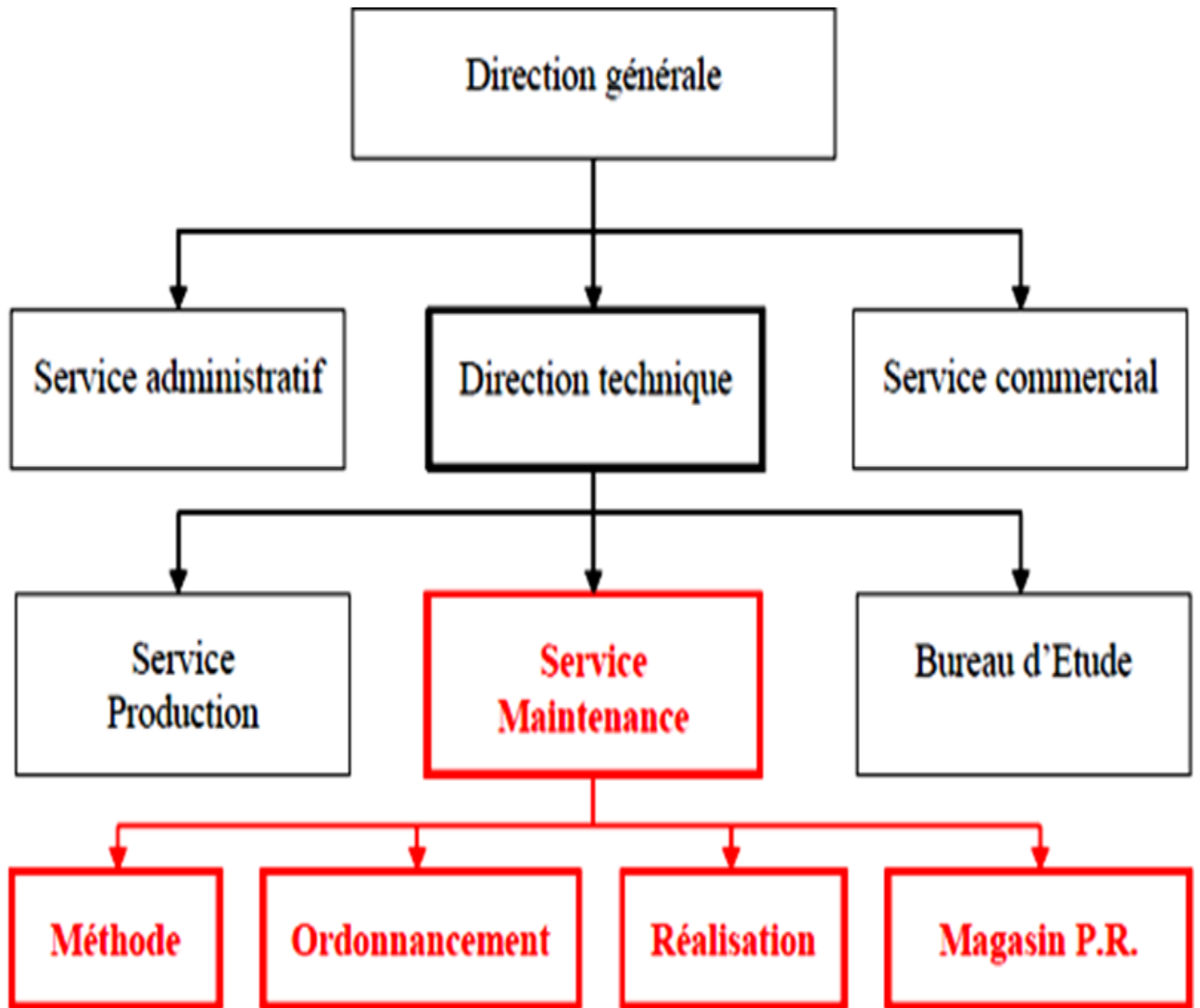


Figure I.2: Structure du service maintenance

I.10.1. Bureau de méthode

C'est la fonction qui permet la préparation des travaux de maintenance. Elle comprend :

- L'analyse et/ou les études des travaux à effectuer y compris les améliorations possibles (plans de graissage, de maintenance préventive, etc..).
- La synthèse de cette analyse, c'est à dire la préparation des interventions,
- Le contrôle de la réalisation sachant que la réalisation est confiée à une équipe « terrain ».
- La mise à jour des dossiers techniques et des normes,
- La gestion économique de l'activité maintenance, - L'assistance technique.

I.10.2. Bureau d'ordonnancement

Elle permet l'intervention optimale, à l'heure H et avec tous les moyens nécessaires : personnel, outillage, préparation, dossier technique, consignes de sécurité, moyens spéciaux (appareils de levage, échafaudage, etc..), pièces de rechange.

Elle permet également :

- De faire la comparaison entre les besoins et les moyens,
- De prendre en compte les délais d'approvisionnement et de mise à disposition (pièces de rechange, outillages spéciaux, etc...
- De prendre en compte les servitudes (arrêt de fabrication, sécurité, etc....),
- De prendre en compte les capacités de charge du personnel de maintenance et donc de faire appel à la sous-traitance si nécessaire.

I.10.3. Bureau de réalisation

Elle correspond au court terme et concerne tout le personnel opérationnel de maintenance. Des équipes polyvalentes (EP) sont attachées à un équipement dont elles ont une parfaite connaissance ; elles sont sous la responsabilité du responsable maintenance pour les raisons suivantes : [6]

- Coordination des travaux.
- Cohérence de la politique maintenance, suivi centralisé du matériel.
- Procédures standardisées permettant la circulation de l'information.
- Echanges inter-équipes facilités.

Aussi, elles sont pluriethniques et de composition adaptée au matériel. Par exemple, un chef d'équipe, un électricien, un mécanicien, un hydraulicien et un tuyauteur. La dualité « service électricité » - « service mécanique », comme on la rencontre encore trop souvent, est totalement inadaptée à des équipements pluriethniques. Elle pose également des problèmes de responsabilité et de coordination.

I.10.4. Magasin PR

La localisation du « magasin de maintenance », comprenant les stocks de consommables et de pièces de rechange est discutée.

Va-t-il mieux intégrer ce magasin à un magasin général de l'entreprise, donc centralisé en augmentant les distances aux lieux d'intervention ?

Ou est-il préférable de multiplier des dépôts à proximité des antennes associés à un magasin spécifique implanté dans l'atelier central de maintenance ?

Dans le passé on centralisait les achats et le magasin sous une direction logistique, et on retrouve toujours cette structure dans les grandes entreprises. Dans les PME plus ou moins importantes on place les stocks et parfois les achats sous l'autorité de la direction technique ou direction de production. Cela limite les inconvénients du cloisonnement interservices et permet de mieux appréhender une gestion en flux tendu. [7]

I.11. Conclusion

La maintenance en tant que technologie mal menée gagne de jour en jour ses titres de noblesse et devient une fonction clef de l'entreprise. Par son effet, elle agit comme facteur de productivité, élément de sécurité, argument de promotion et réputation de la classe de l'entreprise. Dans ce chapitre, nous avons exposé une vue générale sur les différents types de maintenance industrielle ainsi leur choix qui devenue avec le temps de plus en plus importante. Pour être efficace, il faut d'abord avoir une idée aussi claire que possible des mécanismes qui influent sur les grandeurs significatives (nombre de pannes, temps de réparation, délais logistiques, coûts de maintenance préventive, coûts du stockage des matières, actions de communication, etc.). Il faut ensuite mesurer ces grandeurs et construire des indicateurs pour juger de l'état du système.

Chapitre II :

Fiabilité pipeline, maintenabilité...

II.1. Introduction

Actuellement, le mode de transport par pipeline est très important tant au niveau national qu'international, ce qui s'explique par l'augmentation du volume de produits transportés et de la consommation d'énergie. Cette situation oblige les entreprises à développer davantage leur logistique et même à modifier leurs modes de transport pour assurer un approvisionnement normal afin de faire face à la croissance de la demande du marché. C'est avec cette vision qu'Algérie Pétrole s'est lancée dans un important programme d'investissement visant à sécuriser l'approvisionnement du pays en produits pétroliers à travers un réseau de pipelines intelligents, répondant aux besoins réels des différentes régions du pays. Le mode de transport par canalisation réduit fortement les coûts, les délais de livraison, le trafic routier, et assure également le transport massif des hydrocarbures, garantissant le respect de l'environnement dans les conditions de sécurité les plus strictes. S'il n'existe pas ! Il est inévitable que des milliers de camions et de camion-citerne circulent sur les routes, les autoroutes et les voies ferrées pour assurer le même transport [1].

La technologie actuelle est révolutionnée et orientée vers les pipelines multi-produits. Cette dernière présente à son tour l'inconvénient de naissance d'une zone de mélange ou contaminât entre deux produits en contact, et qui circulent séquentiellement dans le pipeline [1].

Le mélange en question est créé à chaque contact produit à produit lors du transport du carburant, ainsi l'enchaînement des lots favorise la contamination de plusieurs lots, nécessitant un parc important pour les stocker.

II.2.Définition

Une canalisation, ou un pipeline (de l'anglais) est une conduite destinée à l'acheminement de matières gazeuses, liquides, solides ou poly phasiques, d'un endroit à un autre. Le diamètre nominal d'une canalisation peut aller de trente millimètres environ (un pouce un quart) pour des fluides spéciaux jusqu'à plus de trois mètres vingt (soixante-huit pouces) pour les adductions d'eau. [2]

On désigne par « pipelines » (figure II.1), les oléoducs ou gazoducs qui sont des canalisations de diamètres pouvant aller de 1 à 42 pouce (1pouce = 2, 54 centimètres), Celles-ci sont le plus souvent en acier, constituées d'éléments linéaires soudés bout en bout

et revêtus, et dans lesquelles transitent, sous des pressions relativement élevées, des produits pétroliers, liquides ou gazeux. Ces produits pétroliers sont propulsés par des installations de pompes ou de compression. Elle sert à transporter un produit entre deux points donnés et elle est construite avec des matériaux et des techniques qui apportent la solution la plus économique au problème posé.



Figure II.1. Pipeline dans l'environnement

Pour la fabrication des tubes, un grand nombre de matériaux peut être utilisé : acier, fonte, plastique, résines armées, etc. . . . Le choix du matériau est fonction de la nature et de l'état des produits qu'elle doit acheminer. Dans ce cas, on considère l'application de l'acier dans la fabrication, des tubes, pièces et matériaux qui satisfont aux exigences les plus sévères de l'industrie gazière explicites et implicites.

II.3. Historique des pipelines

On différencie le pipeline de l'aqueduc en raison de l'évacuation gravitationnelle des eaux. Des réseaux d'aqueducs pour la distribution d'eau potable existent depuis des temps historiques.

La première utilisation connue de pipelines pour le transport d'hydrocarbures remonte aux environs de 500 av. J.-C. en Chine.

Des pipelines en bambou étaient alors utilisés pour le transport du gaz naturel issu de puits de saumure et de gaz afin de chauffer ladite saumure pour en recueillir le sel. Les segments de bambou étaient fendus dans la longueur pour en retirer les nœuds horizontaux. Les moitiés étaient ensuite recollées et liées par de la ficelle



Figure. II.2.La première utilisation connue de pipelines pour le transport

D'hydrocarbures remonte aux environs de 500 av. J.-C. en Chine.

Le premier concept de pipeline aurait été formulé par le Russe Dimitri Mendeleïev en 1863. Il suggéra d'utiliser des tubes pour transporter du pétrole. Un autre Russe, Vladimir Choukhov aurait construit l'un des premiers oléoducs à la fin du XIXe siècle, en 1878-1880 près de Bakou.

Au XIXe siècle, les installations industrielles comprenaient des systèmes de transport locaux par canalisations en fonte, bois, acier, céramique, d'ampleur modeste. Le premier concept industriel de transport par canalisation aurait été formulé par le Russe Dimitri Mendeleïev en 1863. Il suggéra d'utiliser des tubes pour transporter du pétrole. Un autre Russe, Vladimir Choukhov aurait construit l'un des premiers oléoducs à la fin du XIXe siècle, en 1878-1880 près de Bakou. Entre-temps, un oléoduc reliant un champ de production de Pennsylvanie à une gare de chemin de fer à Oil Creek aurait été construit vers 1860 par l'Oil Transport Association. Le début du réseau pipelinier canadien remonte à 1853, date de l'installation d'un tuyau en fonte, d'une étendue de 25 kilomètres, conçu pour le transport de gaz naturel, vraisemblablement depuis Louisville jusqu'à Trois-Rivières (1).

À cette époque, c'était probablement le pipeline le plus long au monde. En 1862, le Canada construisit aussi l'un des premiers oléoducs au monde, qui reliait le champ pétrolifère.



Figure II.3. Dès 1976. International pipeline étend son réseau jusqu'à Montréal

En 1947, il n'existait que trois oléoducs au Canada pour transporter le pétrole. Le premier de la Turner Valley (AB) jusqu'à Calgary ; le deuxième des côtes du Maine à Montréal (QC) ; et le troisième du centre des États-Unis jusqu'en Ontario. L'expansion du réseau commencera dès les années 1950 avec la découverte d'importants gisements de pétrole brut et de gaz naturel dans l'Ouest, et stimulera l'économie canadienne [3].

II.4. Caractéristique de pipeline

La plupart des pipelines sont en acier, bien que le plastique et l'aluminium soient parfois utilisés dans les réseaux de distribution de gaz naturel. Les tuyaux en acier sont fabriqués en soudant des tuyaux courts (20 m) les uns aux autres. Une fois les composants radiographiés, les tuyaux sont enveloppés dans une couche protectrice avant d'être enfouis dans le sol. Tous les tuyaux sont inspectés et testés sous pression avant utilisation sans exception.

Ces caractéristiques principales (diamètres, épaisseur, type d'acier, spécifications de construction, température et pression d'exploitation...) sont régies par tout un ensemble de règles et font l'objet de multiples calculs et de compromis économiques. (Figure 2.2)

Le diamètre d'une canalisation est déterminé en fonction du débit des produits à acheminer, de leur viscosité et de leur densité, de façon à réaliser un compromis économique entre la puissance des stations de pompage ou de compression à installer et l'importance de l'investissement total à réaliser. [4]

Lorsque les considérations technico-économiques ont ainsi permis de fixer le diamètre, et d'ailleurs également la pression de service, on calcule l'épaisseur en fonction de cette pression de service ou des conditions de pose lesquelles parfois imposent des caractéristiques dimensionnelles plus sévères.

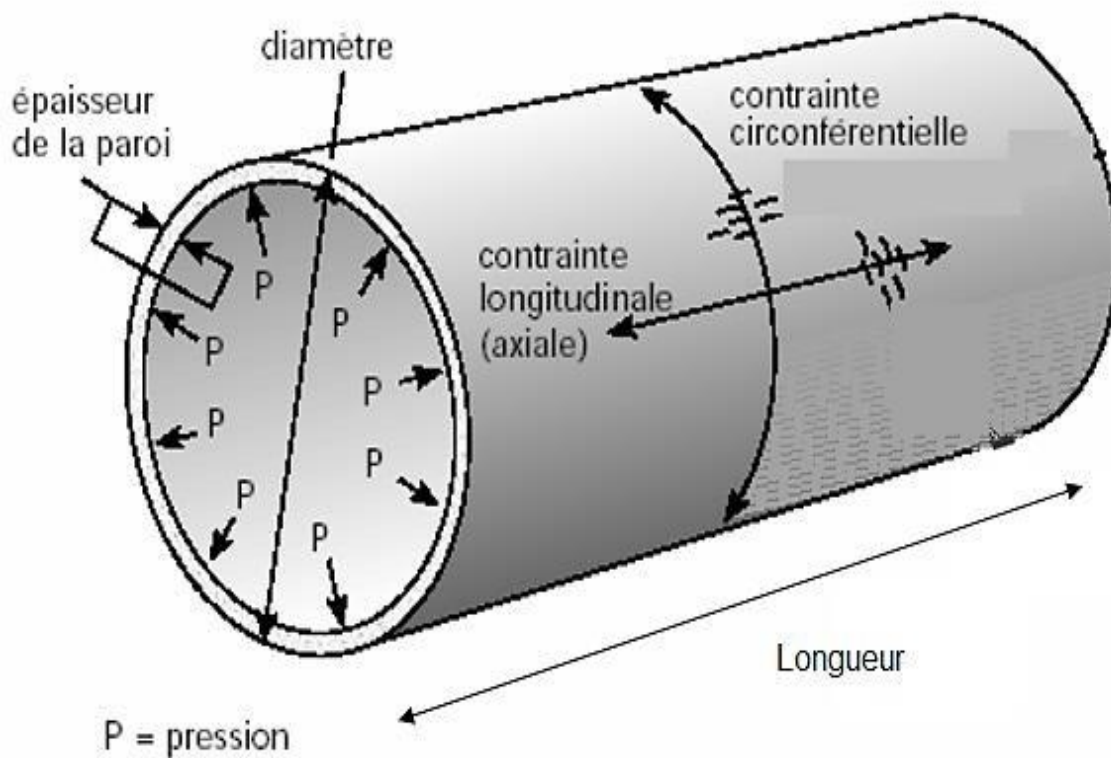


Figure II.4. Caractéristiques des tubes

Les autorités administratives des différents pays responsables de la sécurité des populations dont le territoire est traversé par les pipelines, ne restent pas indifférentes à ces calculs qui déterminent le niveau de sûreté de l'installation.

Dans la plupart des pays où des canalisations sont posées, des réglementations énoncent les lois générales que les constructeurs et les installateurs doivent respecter. Ces réglementations sont basées sur la notion de pression maximale de service, de facteur de sécurité et d'autres conditions de construction, telles que les méthodes d'inspection des canalisations, les méthodes d'essai de pression qui doivent être effectuées avant toute mise en service de la canalisation, les mesures de protection spéciales (mesures pour éviter les fuites dans les zones particulièrement conséquences dangereuses).

II.5. Type de pipeline

Le type et le nom d'une canalisation dépendent des caractéristiques physiques et des conditions de câblage du produit à déplacer.

- ✓ Pour le gaz naturel, on parle de gazoduc.
- ✓ Pour le pétrole, on parle d'oléoduc.
- ✓ Pour l'eau industrielle, il s'agit de conduite ou d'émissaire. Le terme d'aqueduc est plutôt réservé aux ouvrages maçonnés avec écoulement libre de l'eau.
- ✓ Pour l'eau salée, on utilise le terme de saumoduc.
- ✓ Pour l'oxygène, on utilise le terme d'oxygénoduc.

Pour l'hydrogène, on utilise le terme d'hydrogénoduc

II.6. Procédé de fabrication des tubes de pipelines

La multiplicité des diamètres et des épaisseurs de tubes et le développement avec le temps de leurs techniques de fabrication, constituent les raisons de la diversité du réseau de transport gazier algérien. On retrouve :

- ✓ Les tubes soudés sous la forme en spirale
- ✓ Les tubes soudés sous forme longitudinale
- ✓ Les tubes formés sans soudure [5]

II.6.1. Tubes soudés sous forme spirale

Les tuyaux soudés en spirale sont fabriqués en pliant des bandes d'acier en tubes puis en le soudant ensemble. Ce processus de production passe par plusieurs étapes, comme illustré à la figure (II.5). Le soudage a lieu dans la production de tubes en spirale qui sont généralement fournis.

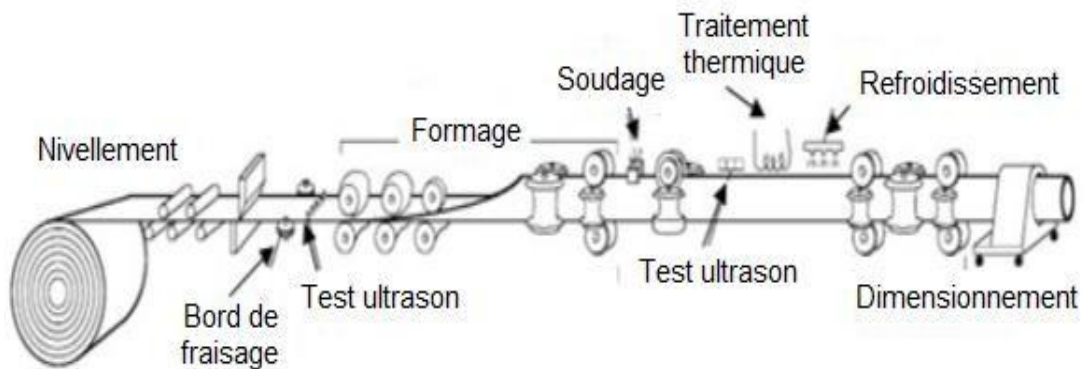


Figure II.5. Technique de fabrication des tubes soudés en spirale [6]

Le formage du tube en spirale se fait avec inclinaison de l'angle d'introduction de la bande qui se calcule par la relation suivante (Fig.II.6):

$$(2.1) \quad \beta = \text{Arcsin}\left(\frac{B}{D_{\text{ext}} * \pi}\right)$$

Avec : B : la largeur de bande

Dext : le diamètre extérieur de tube formé

β : L'angle d'introduction de la bande par rapport au l'axe symétrique (Δ) Pratiquement, c'est très difficile de fabriquer les tubes avec un petit angle aigu, pour cela, que les valeurs de l'angle se limitent entre 15° et 50°.

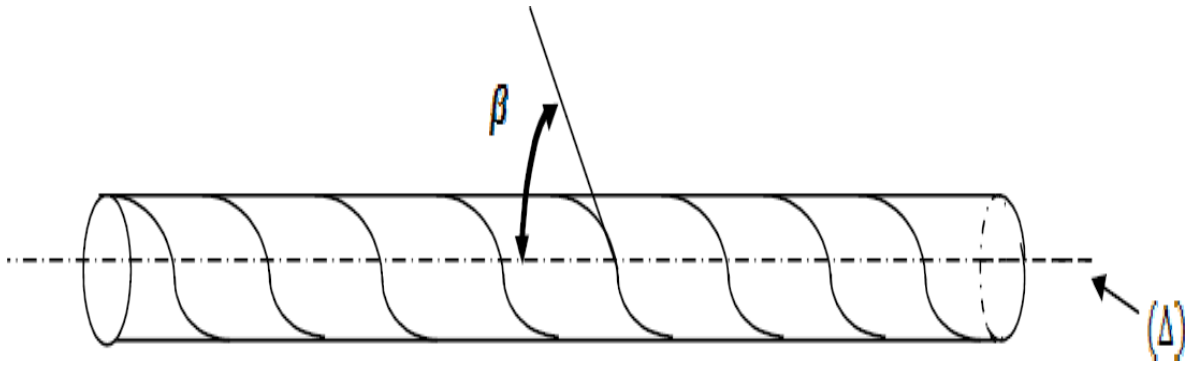


Figure II.6. L'angle d'introduction de la bande [6]

II.6.2. Tubes soudés sous forme longitudinale

La technologie de fabrication des tubes soudés longitudinaux est généralement le formage à froid à partir d'une tôle par le procédé "UOE", particulièrement adapté aux tubes d'un diamètre supérieur à 406,4 mm La technique comprend trois étapes de formage :

II.6.2.1. Croquage et formage :

Cette étape où la plaque va être pliée aux niveaux de l'extrémité, l'objectif de cette opération est de faciliter le processus de pliage par les étapes suivantes, à partir de ça la tôle ou la plaque unitaire est pliée en deux types de presse la première confère la plaque sous forme "U" et la seconde lui donne une forme "O" (voir les figures II. (7, 8 et 9)).

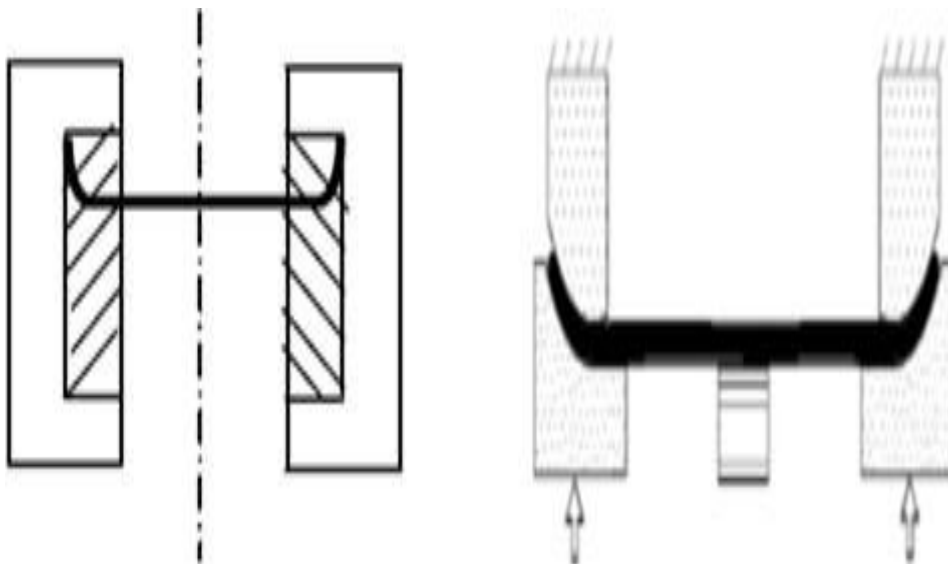


Figure II.7. Croquage [7]

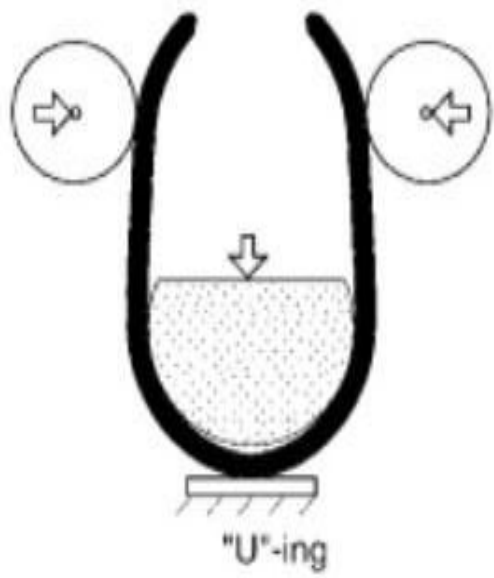


Figure II.8. Formage sous forme "U" [7]

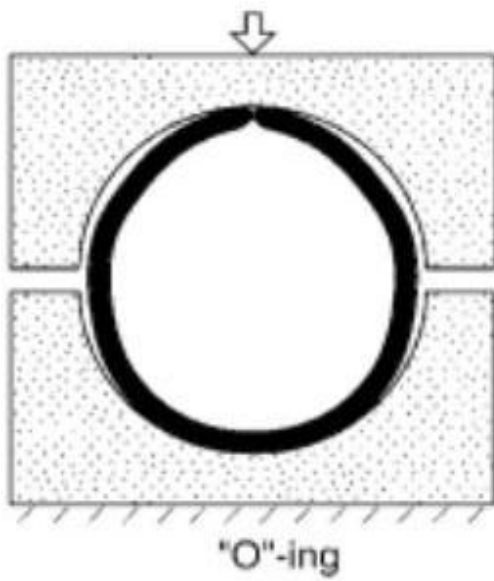


Figure II.9. Formage sous forme "O" [7]

II.6.2.2. Soudage

Le soudage dépend ici de la technique de soudage à l'arc sous flux à l'aide de tête soudeuse automatique, les soudures intérieures et extérieures grandissent longitudinalement sur une trajectoire d'une ligne droite, généralement le cordon intérieur est réalisé le premier, Figure.



Figure II.10. Soudage manuelle et automatique des tubes [5]

Il existe trois grandes familles de tubes soudés :

- 1 - les petits tubes soudés dont le diamètre ne dépasse pas 219 mm
- 2 - les moyens tubes soudés dont le diamètre est compris entre 219 et 406mm.
- 3 - Les gros tubes soudés dont le diamètre est supérieur à 406 mm

II.6.2.3. Expansion et calibrage

L'objectif de cette opération est d'atteindre des tubes de section parfaitement circulaire, l'augmentation des diamètres ici est de plus jusque' à 1.5 m au maximum (figure II.11).

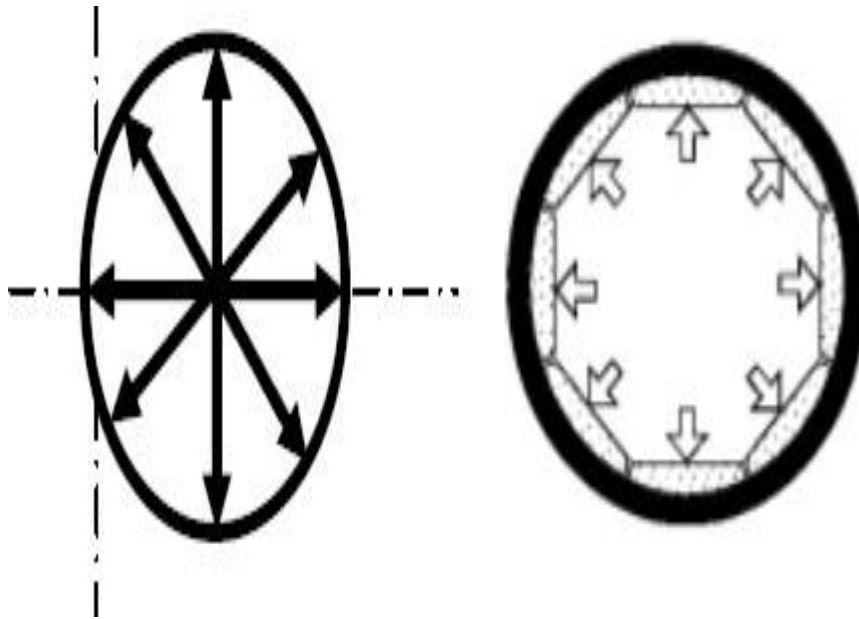


Figure II.11. Expansion [6]

II.6.3. Tubes sans soudure

Les tubes formés sans soudure, sont généralement de petits diamètres et de longueur moins de 450 mm, les méthodes principales de fabrication de ce type de tube comportent, le métal est contenu entre la filière et l'aiguille. On obtient un tube monobloc sans soudure. Il existe une variante dite filage sur nez d'aiguille où l'aiguille est fixe (Figure II.12).

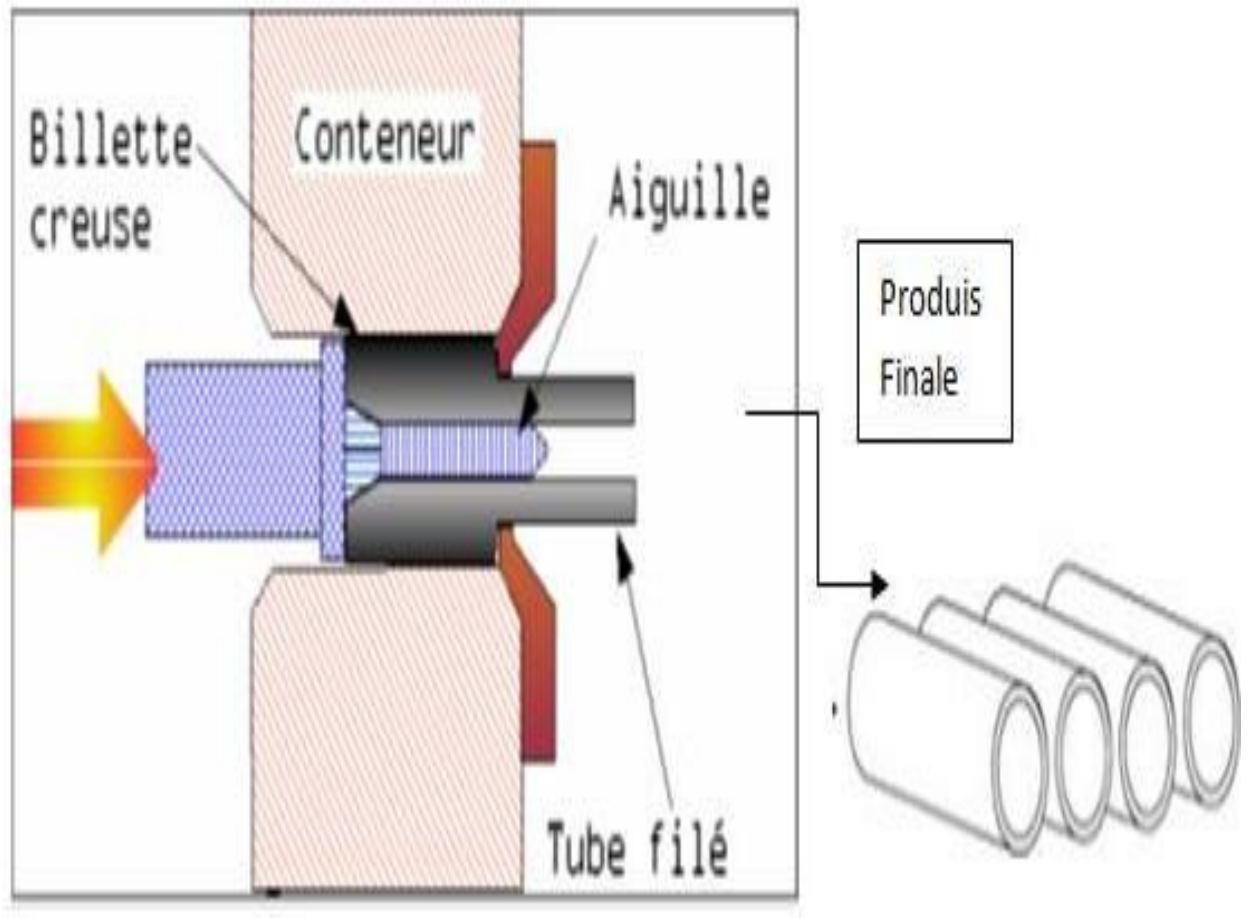


Figure II.12. Fabrication de pipe sans soudure « Schéma du filage sur aiguille permettant d'obtenir un tube sans soudure » [5]

II.7. Défaillances Des Tubes

Parmi les paramètres affectant le comportement en fatigue des canalisations et ouvrages, trois classes principales sont représentées dans l'organigramme suivant (Fig. II.13).

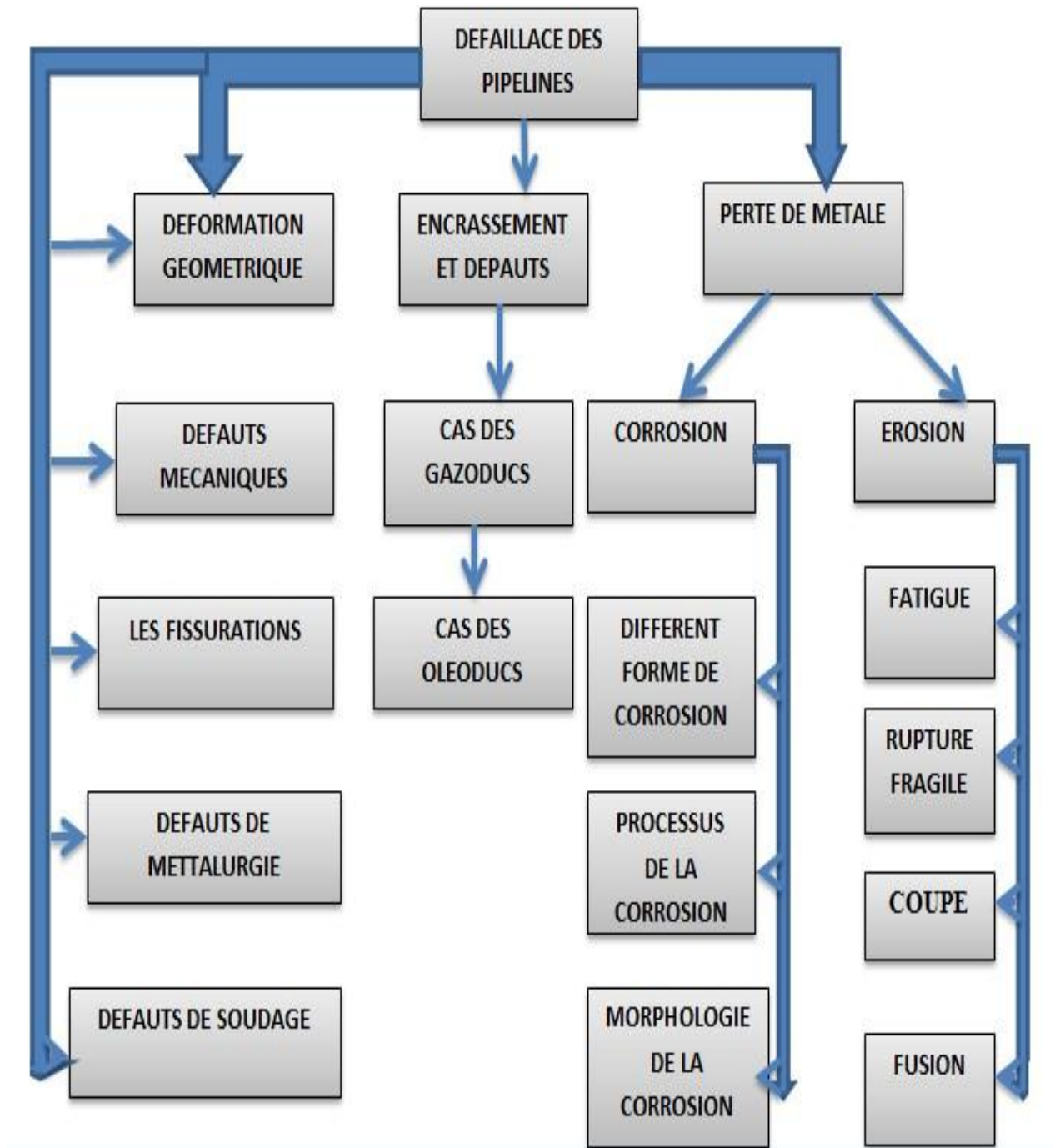


Figure II.13. Organigramme présente les grandes catégories d'endommagement

Les causes de défaillance des canalisations ou conduits sous pression sont de nature variée, elles peuvent se manifester soit par une rupture, soit par une fuite « fissure », cependant la plupart de ces défaillances sont causées par la corrosion par piqûres ou la corrosion cavernueuse sous contrainte et posent également des problèmes liés problèmes de défauts de soudure Les mouvements de terrain (glissements de terrain, tremblements de terre, etc.) peuvent également endommager les conduites enterrées du (Figure II.14).

Les opérateurs de canalisations sont depuis longtemps confrontés à ces problèmes et ont une bonne compréhension des méthodes pour y faire face.

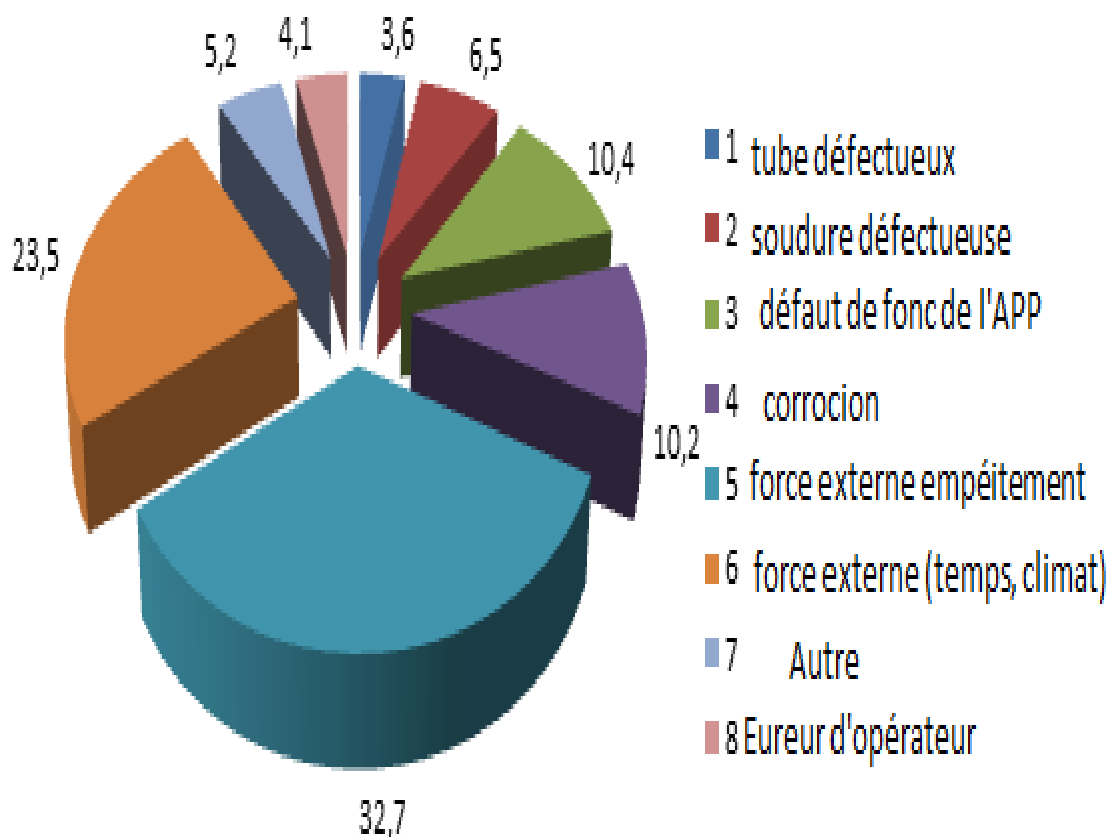


Figure II.14. Causes des ruptures de pipelines en cours d'exploitation [8]

Les causes externes, qui correspondent aux effets d'autres activités, sont la cause prédominante des accidents.

La constance est à tout coup franchement le même : des dettes précisément indépendants de la canalisation, le mieux banalement enterrée (2 cas sur 3) sont engagés et les engins (de terrassement, agricoles ou autres) endommagent et banalement perforent la canalisation

Cette situation se rencontre dans près d'un accident sur deux. Il a été observé plusieurs cas où la canalisation, initialement enterrée à une profondeur significative (0,8 m à 1,0 m) lors de sa pose, se retrouve au fil des ans, du fait de l'érosion des terrains par exemple, à des profondeurs bien inférieures (jusqu'à 0,30 m), hauteur insuffisante pour éviter les impacts de socs de charrue par exemple.

Des insuffisances d'organisation dans la préparation du chantier sont fréquemment mises en évidence ou supposées : absence de demande d'intervention, méconnaissance des servitudes inhérentes au passage de la canalisation, difficulté de communication ou absence de coordination entre les différents acteurs.

L'autre cause notable d'accidents est liée à l'état des canalisations. Il s'agit alors de défaillances dues au matériel (pour les cas connus, tenue de piquage, conception des soudures, corrosion, fissuration sous contrainte notamment dans le cas de sollicitation cyclique). Cette situation est observée dans plus d'un cas sur trois.

Les canalisations cheminent souvent sur des zones très étendues et sont d'autant plus exposées aux divers types d'agressions naturelles telles que les glissements de terrains, le gel et même les impacts de foudre qui frappent les canalisations même enterrées.

Mais il ne faut tout de même pas négliger les agressions mécaniques extérieures. En effet, il arrive que les tubes soient endommagés ou perforé accidentellement lors de travaux d'excavation par des engins de chantier.

Les problèmes d'dégrossissage des fissures en éreinté et les ruptures émanant de concentrations de contraintes sont à l'cause de surtout de 90 % ruptures en service.

La présence d'une discontinuité géométrique telle qu'une entaille va provoquer l'affaiblissement de la résistance à la rupture du tube. Puisqu'elle va réduire la section du ce dernier en le rendant plus sensible à la pression de service et aux efforts causés par les mouvements des sols, ensuite un effet d'amplification locale de la contrainte va croître la dangerosité de ce défaut.

II.8. Composants d'un système de transport par pipeline

L'ensemble du système est composé de sous -systèmes qui sont les suivants (BS, 2003) :

Installation de stabilisation et séparation (gaz et liquide) : le produit issu des puits passe par un ensemble de phase où il subira plusieurs traitements, des traitements simples basée sur la stabilisation et la séparation selon la densité des constituants (eau, huile, gaz) du produits ou bien des traitements par des paramètres de procédés température, pression, débit, niveau...). Cette phase donnera trois produits : eau, gaz et huile Fig. (II.15).

Station de pompage et station de compression_ : permettent de mettre la matière transportée à disposition des destinataires intermédiaires ou finaux.

Postes de sectionnement_ : permettent d'isoler un tronçon de canalisation afin d'assurer sa maintenance ou de limiter les conséquences néfastes en cas de fuite. Ces postes sont parfois équipés de coupure pour introduire et recevoir des pistons (pig en anglais), destinés à contrôler les différents paramètres d'intégrité de la canalisation : géométrie, propreté, perte de métal, fissuration, etc. La distance entre deux postes de l'actionnement consécutif dépend de la réglementation applicable, selon le fluide transporté et le pays concerné. La distance entre deux postes de coupure (ou de demi-coupure) consécutifs varie d'une dizaine de kilomètres pour de courtes antennes ou points spéciaux, à quelques centaines de kilomètres pour de grandes canalisations de transit.

Les postes de détente ou postes de régulation : permettent de diminuer la pression du fluide à l'aval. Ces postes sont, souvent, associés à des postes de livraison. Ils peuvent, aussi, séparer des portions de réseau exploitées à des pressions différentes.

Les stations d'arrivée : marquent l'extrémité d'un réseau de transport. Cela peut être un réservoir de stockage dans une raffinerie pour les opérations de raffinage ou le début d'un réseau aval de transport ou de distribution.

Selon le produit transporté, les canalisations ont des noms ainsi que des réglementations, des techniques de construction et d'exploitation différentes. Les principaux systèmes de transport par canalisation concernent :

- Le gaz naturel, transporté par gazoduc ;
- Les hydrocarbures liquides, dont surtout le pétrole, transporté par oléoduc. [9]

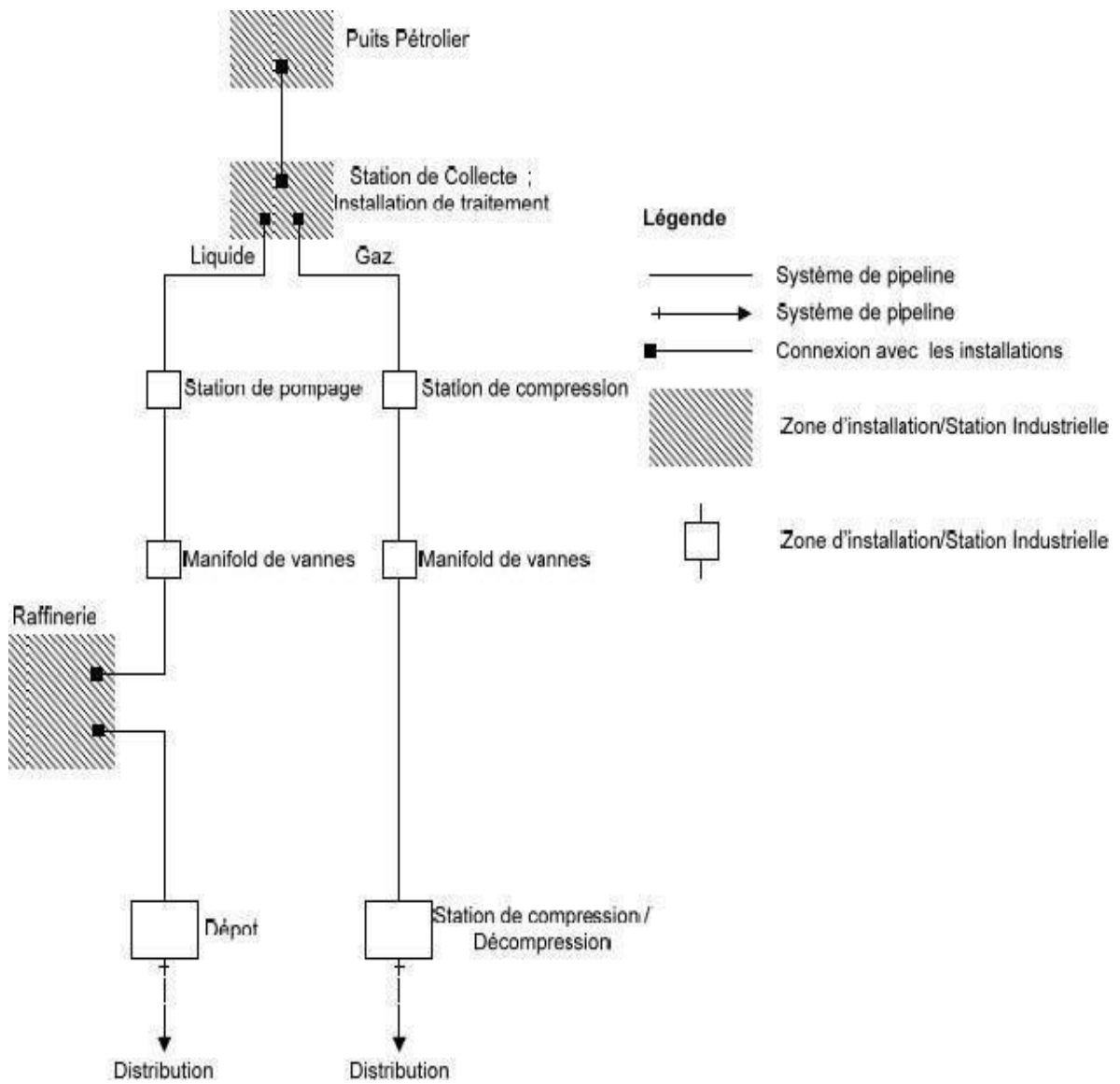


Figure II.15. Système de transport des hydrocarbures par canalisation (BS, 2003).

II.9. Réseau de transport des hydrocarbures par canalisation en Algérie

Le transport par canalisation constitue le maillon intermédiaire entre l'Amont pétrolier et gazier, les activités Aval de raffinage et de pétrochimie et la commercialisation des hydrocarbures.

L'Algérie dispose d'un réseau de transport par canalisation qui est en charge de l'acheminement des hydrocarbures, de pétrole brut, de gaz, de GPL et de condensat, à partir des zones de production vers les zones de stockage, les complexes GNL et GPL, les raffineries, les ports pétroliers ainsi que vers les pays importateurs.

Les capacités de transport de TRC sont de 341 Millions de tonnes équivalent pétrole(MTEP) (TRC, 2006). TRC dispose de 78 STC d'une longueur de plus de 18 487 km, dont 2 gazoducs destinés à l'exportation du gaz naturel (TRC, 2006) :

L'un vers l'Italie (via la Tunisie) appelé Gazoduc Enrico Mattei (GEM), - L'autre vers l'Espagne (via le Maroc) appelé Gazoduc Pedro Duran Farel (GPDF). Sur les 78 STC dont dispose TRC, 34 sont réservés au pétrole brut, 3 pour l condensat, 9 pour le GPL et 32 pour le gaz naturel (TRC, 2006).

Un programme intensif d'extension du réseau est lancé par TRC. Ce programme portera la longueur totale du réseau à 21 500 km à l'horizon 2012. Un autre programme intensif de réhabilitation des installations existantes est lancé. Il est doté d'une enveloppe de 1 milliard de dollars. TAB. (II.1).

TAB. (II.1) : Données du réseau de transport par canalisation fournies par TRC(2012)

	Longueur Km	Stations (Pompag/compression)	Capacité de transport 106 TEP
Pétrole Brut	4969,5	34	147.7
Condensat	1717,7	3	34.8
GPL	3343,5	9	31.7
Gaz naturel	8457	32	127
TOTAL	18487	78	341

Le système de transport par canalisation présente de nombreuses règles de conception, de construction et d'exploitation pour le transport des produits qui sont classés comme produit dangereux. En effet, ces règles techniques ne permettent pas de gérer la totalité des risques que peut présenter la canalisation et ceux qu'elle encourt du fait de son environnement, De ce fait, en Algérie comme dans le reste du monde, il y a des dispositions réglementaires relatives aux institutions et les différents textes réglementaires pour maîtriser d'avantage l'aspect de la gestion des risques liés au transport par canalisation.

L'étude de la réglementation algérienne ci-après permet de montrer son évolution ainsi que son insuffisance pour réduire les risques liés au transport des hydrocarbures par canalisation. [10]

II.10. Maintenances des pipelines

II.10.1. Objectif

L'objectif de la maintenance des pipelines est de s'assurer que les actifs physiques continuent à fonctionner de manière que l'utilité du produit final ne soit pas affectée et à préserver la fonction du système. Dans le cas des systèmes de pipelines, les actifs physiques sont les tuyaux, les vannes, les équipements actifs (pompes, compresseurs, etc.), les instruments, les équipements fixes (cuves, échangeurs de chaleur, etc.), les composants en ligne (siphons, filtres, etc.) et soutiens. Il existe également des systèmes de support permettant au système de pipelines de remplir sa fonction : instrumentation et contrôles, traçage thermique, alimentation électrique des opérateurs de vannes, etc. [13].

La maintenance est le lieu où l'ingénieur peut s'approprier le matériel qui va le guider dans son travail. Le système fournit des informations importantes à l'ingénieur lorsqu'il fonctionne

Parfaitement, est en dysfonctionnement ou en panne. Les entreprises traitent ces informations de différentes manières :

- Les informations de maintenance sont ignorées. Les problèmes sont corrigés au moment de la rupture.
- Les informations de maintenance sont enregistrées sous forme de données, numériques ou physiques
- Les données de maintenance sont converties en connaissances pour quelques mécaniciens de maintenance et éventuellement l'ingénieur système.
- Les connaissances en matière de maintenance sont converties en expérience, grâce à l'analyse, aux tendances et à la communication avec l'ensemble de l'organisation.
- Cette progression de rien aux données, à la connaissance, à l'expérience différencie les opérations excellentes des opérations médiocres.

II.10.2. Planning

Les étapes d'un plan de maintenance sont les suivantes :

- Pour chaque système, déterminer une stratégie de maintenance : proactive ou réactive.
- Pour chaque système identifié comme maintenance proactive, préparer une liste de composants (segments de conduite, vannes, pompes, etc.). Pour chaque composant, spécifiez la fonction requise, son mode de défaillance et sa cause.
- Pour chaque cause de défaillance d'un composant, sélectionner la technique d'inspection appropriée. L'objectif est de décider de ce qui doit être inspecté, quand, où et comment.
- Déterminer les critères d'acceptation qui seront utilisés pour évaluer les résultats de l'inspection.
- Planifier et mettre en œuvre les inspections de maintenance, soit en cours de fonctionnement (en ligne), soit en cas de panne (arrêt).
- Documenter les résultats et maintenir une base de données

II.10.3. Stratégies

Il existe deux stratégies de maintenance : une approche réactive (maintenance corrective, fonctionnement des composants jusqu'à défaillance ou presque) ; ou une approche proactive (inspection de l'équipement et mesures préalables en vue d'une révision, réparation ou remplacement avant l'échec). Dans le cadre de la stratégie proactive, nous pouvons différencier la maintenance préventive lorsque les inspections sont basées sur le temps, planifiée à intervalles fixes (par exemple, le changement d'huile tous les mois) et la maintenance prédictive lorsque les inspections sont basées sur des conditions justifiées par l'analyse et la tendance des résultats d'inspection. La maintenance prédictive a pour objectif d'atteindre un degré de fiabilité nécessaire et suffisant. Par conséquent, nous voulons dire que cette approche ne devrait être mise en œuvre que lorsque cela est nécessaire. Il existe des systèmes pour lesquels une maintenance proactive n'est pas

nécessaire. Ce sont des systèmes dont la défaillance aurait peu d'incidence sur la sécurité et l'opération, et ils peuvent être facilement réparés et remis en service. Une maintenance corrective serait appropriée dans ces cas. Par suffisant, nous entendons que, lorsque la maintenance prédictive est jugée nécessaire, elle doit être effectuée de manière à minimiser les coûts, tout en garantissant le niveau de fiabilité souhaité. L'objectif n'est pas d'avoir un équipement aussi bon que neuf, mais suffisamment performant pour s'acquitter de sa fonction de manière fiable et sûre. Les systèmes faisant partie d'une stratégie de maintenance proactive incluent :

- Base de la sécurité des installations : systèmes essentiels pour prévenir ou atténuer les accidents crédibles qui auraient des conséquences inacceptables pour les travailleurs, le public ou l'environnement.
- Perte de production : systèmes indispensables pour maintenir un niveau de débit de production acceptable.
- Coût de maintenance : systèmes avec équipement qu'il serait coûteux de remplacer ou qui nécessiteraient de longs délais.
- Risque de défaillance : systèmes présentant un risque plus élevé de défaillance, par exemple en raison de la corrosion, d'un fonctionnement à haute pression ou à haute.

Température, d'un fonctionnement supérieur aux recommandations du fournisseur ou fondé sur les expériences passées de l'entreprise ou du secteur.

Exigences réglementaires : systèmes ou composants devant être contrôlés ou testés périodiquement par réglementation.

II.10.4. L'inspection et la maintenance des canalisations

L'inspection et la maintenance des canalisations en services est un domaine multidisciplinaire, il associe trois secteurs technologiques : Inspection, Matériaux et Mécanique. Ces trois secteurs sont présentés dans la figure (II.16) avec leurs diverses fonctions.

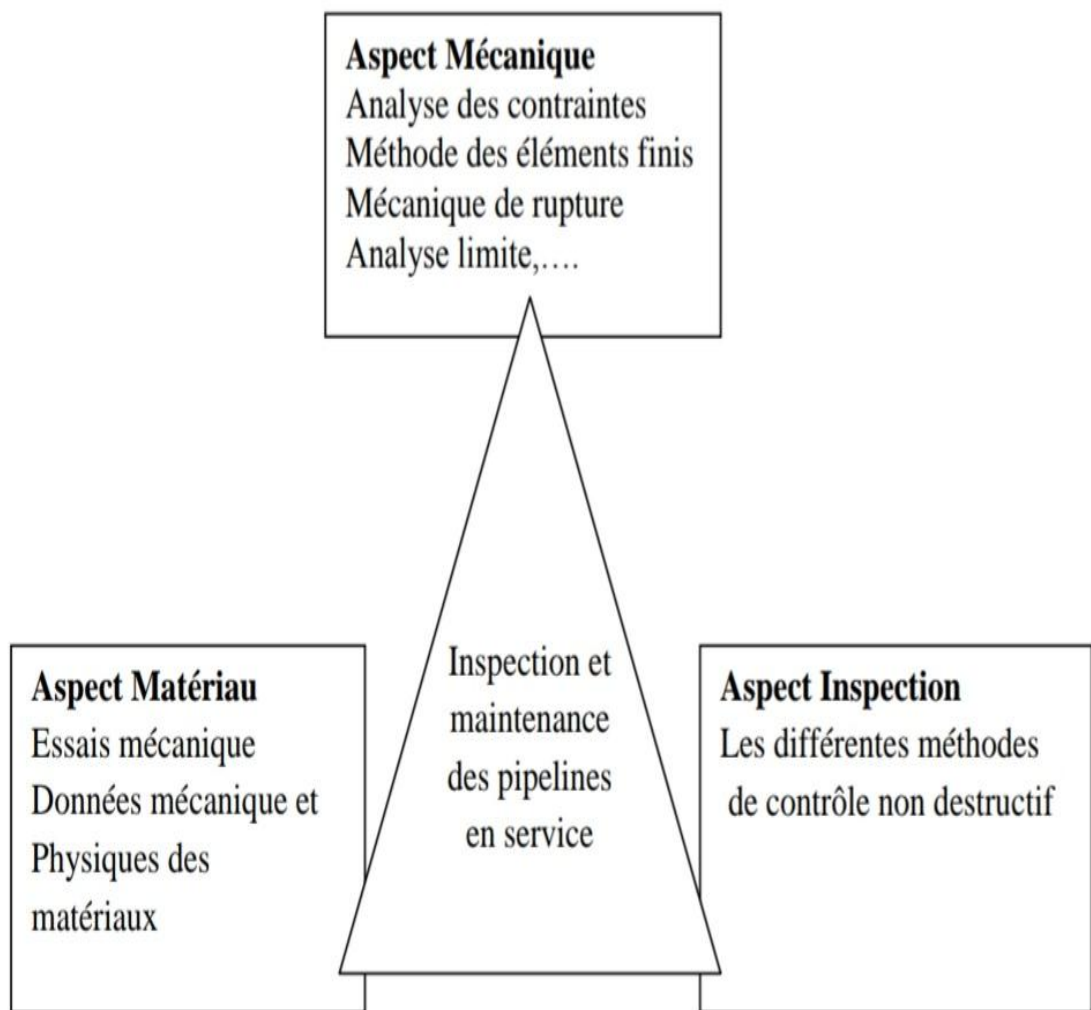


Figure II.16. Des pipelines en service

Ces trois secteurs sont représentés par les sommets du triangle de la figure (II.16). Les inspecteurs sont les yeux et les oreilles de chaque unité opérationnelle ; ils examinent, regardent et recueillent des données critiques à l'issue de l'inspection. Ils examinent les problèmes et spécifient le type et la procédure de réparation. Les spécialistes des matériaux représentent le second secteur, ces derniers ont connaissances des différents matériaux utilisés ainsi que leurs différentes propriétés mécaniques et physiques pour en optimiser le choix. Le troisième et dernier secteur est celui de la mécanique, il a comme objectif l'évaluation des contraintes auxquelles sont soumises les canalisations au moyen de diverses techniques analytiques et théoriques existantes à ce jour (Exemple : les éléments finis, la mécanique de la rupture, l'analyse limite, ...). Le besoin économique et sécuritaire a conduit les chercheurs et les ingénieurs à mener des études très poussées dans cette perspective afin de faire une évaluation plus précise de la nocivité des défauts rencontrés dans les canalisations [11].

II.11. Sécurité industrielle du transport par pipeline

Le transport par canalisation mobilise des fluides et des énergies qui représentent, comme toute activité industrielle, un danger. Le risque industriel lié à ce danger est estimé et traité, dans le cadre des réglementations locales et internationales en vigueur, pour être ramené à un niveau résiduel acceptable par la société, représentée par les organismes de contrôle et diverses associations.

En France, une mise en cohérence de nombreuses règles antérieures et une augmentation des exigences ont été concrétisées notamment par l'entrée en vigueur des divers règlements de sécurité de transport multi fluide par canalisation, entre 2006 et 2014.

Ainsi, au-delà des opérations classiques d'entretien faisant partie de l'exploitation de l'ouvrage, un diagnostic poussé des ouvrages de transport est réalisé périodiquement, en fonction des réglementations nationales et des pratiques locales. En particulier, l'intégrité physique des canalisations fait l'objet de contrôles non destructif (CND) notamment par des mesures électriques de surface (courant de Foucault), par auscultations électromagnétiques ou par ultrasons, réalisées à partir de pistons racleurs instrumentés [12].

II.12. Conclusion

Le système de transport des hydrocarbures par pipeline est un système en évolution à travers le monde en recherchant les solutions appropriées pour un transport fiable. Cependant les aciers de pipelines sont exposés à des sollicitations mécaniques chimiques aboutissant à des défaillances de différents types comme la corrosion, la fissuration, déformations, rupture... L'environnement défavorable et les dommages dans les conduites a conduit à explorer différentes options de réparation pour les garder fonctionnels tels que les renforcements en matériaux composites par des fibres.

Chapitre III :

**L'inspection des pipelines par
racleurs instrumentés**

III.1. INTROUCTION

Les pipelines sont des outils essentiels de transport massif de fluides (liquides, liquéfiés ou gazeux) sur de grandes distances comme sur de petites liaisons.

Ils allient débit important et discrétion et confirment année après année qu'ils sont le mode le plus sûr et le plus écologique de transport des hydrocarbures, notamment.

Toutefois, si leur enfouissement permet cette discrétion dans la performance, il est aussi problématique dès lors qu'il faut envisager d'assurer la maintenance de ces ouvrages de transport. Ceci est en particulier le cas pour vérifier l'efficacité des mesures préventives mises en œuvre pour faire face aux diverses menaces auxquelles est soumise une canalisation enterrée ou sous-marine :

- Milieu agressif,
- Endommagement par des tiers ou par des éléments de terrain,
- Fluide transporté corrosif, ...

Il a donc été développé des outils qui permettent d'inspecter les pipelines de l'intérieur.

Ces outils sont appelés racleurs ou pistons. Lorsqu'ils comportent des éléments de mesure et d'enregistrement, ils sont qualifiés d'instrumentés ou d'intelligents.

Ce bref article propose un aperçu synthétique des différents types de racleurs instrumentés et des principes d'utilisation associés.



Figure III.1. Image réelle de racleur

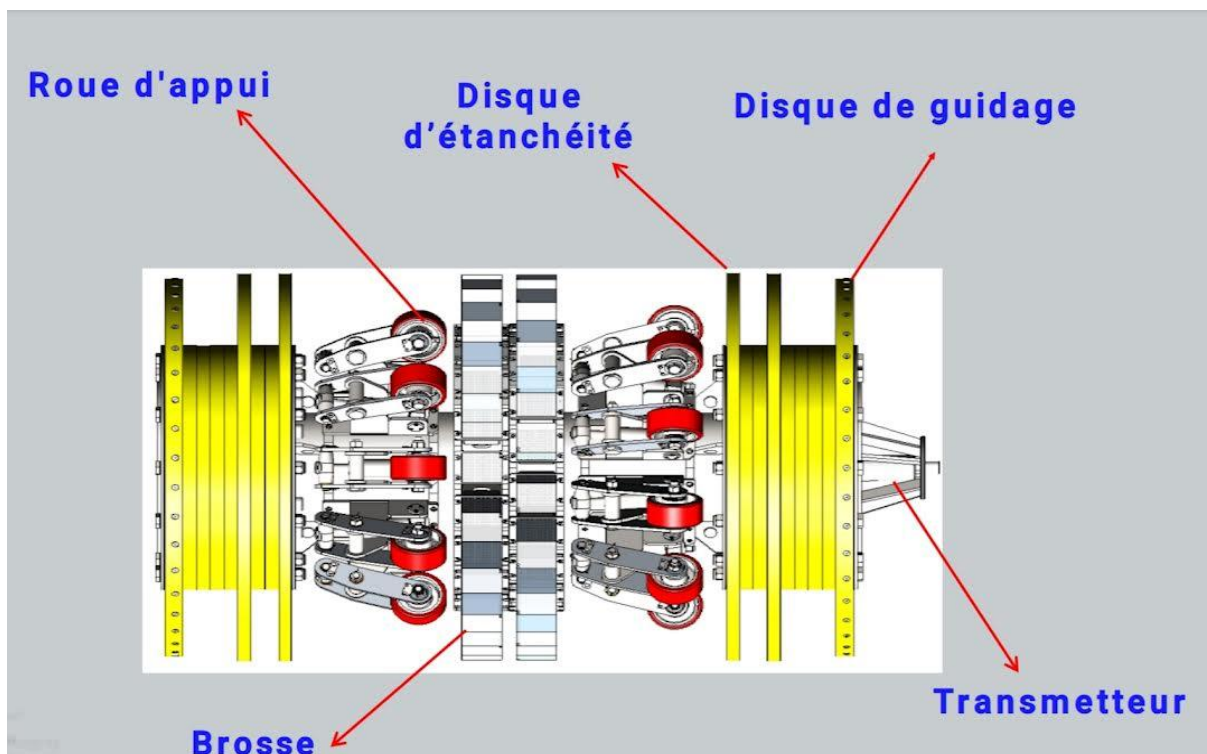


Figure III.2. Configuration de l'outil de nettoyage

III.2. Définition PR

Le plongeur est un dispositif cylindrique qui se déplace le long du pipeline et un outil utilise pour nettoyer et surveiller (vérifier) l'intérieur de divers pipelines (pipelines de distribution d'eau, gazoducs et oléoducs) et dans diverses opérations (nettoyage ou surveillance).

III.3. Anatomie d'un racleur

Un racleur instrumenté se compose généralement de 4 sections fonctionnellement distinctes :

- Une unité de traction qui assure l'entraînement du racleur par le fluide transporté,
- Une alimentation électrique embarquée,
- Un système de mesure et un système d'acquisition et d'enregistrement des mesures.

Ces différents systèmes sont regroupés dans des éléments reliés entre eux par des cardans assurant la flexibilité de l'ensemble. Cette flexibilité est nécessaire pour que les racleurs puissent évoluer dans les coudes des canalisations à inspecter. Plus le diamètre de la canalisation est faible, plus il est nécessaire d'étirer les racleurs en longueur et de multiplier le nombre d'éléments afin d'embarquer tous les modules. Ceci conduit à des racleurs pouvant atteindre 6 mètres de longueur.

Enfin les racleurs sont équipés d'une ou plusieurs roues codeuses qui permettent d'enregistrer la distance parcourue dans la canalisation afin de positionner ultérieurement les signaux relevés. Ils sont aussi souvent équipés d'un pendule qui permet de connaître l'orientation de l'outil à tout instant [1].

III.4. Différents types de racleurs

Outre les racleurs dits instrumentés, il existe des racleurs sans aucun équipement de mesure qui servent, soit à nettoyer les canalisations, soit à isoler les uns des autres différents produits incompatibles. Les racleurs d'isolement, sont généralement équipés de coupelles particulières assurant à la fois leur propulsion et leur étanchéité.

Les racleurs de nettoyage sont équipés de brosses, il en existe une grande variété pouvant traiter des problèmes spécifiques : élimination de paraffines, d'oxydes, de sédiments, ...

Pour ce qui est des racleurs instrumentés on distinguera plusieurs types répondant à des finalités d'inspection différentes :

On trouve ainsi, principalement, des racleurs de contrôle de la géométrie des tubes, des racleurs de détection des pertes de métal, des racleurs de contrôle d'étanchéité et des racleurs spécialisés dans la recherche de fissures longitudinales.

III.5. Technologies de mesures :

Il existe un grand nombre de principes physiques utilisés pour les racleurs instrumentés. Les paragraphes ci-dessus présentent les technologies les plus courantes et ne prétendent en aucun cas être exhaustifs. En particulier, les techniques vidéo ou à base de courant de Foucault ne sont pas développées.

III.5.1. Contrôle de géométrie

Les racleurs de contrôle de géométrie sont généralement équipés d'une couronne circulaire déformable qui s'appuie sur la face interne du pipeline. Lorsque celui-ci n'est pas parfaitement circulaire, la couronne se déforme. Cette déformation est enregistrée ainsi que la position du racleur et permet, après dépouillement, de localiser et dimensionner les déformations (ovalisation, enfoncement) du tube.

III.5.2. Contrôle de l'étanchéité

La technologie la plus utilisée pour détecter les fuites éventuelles utilise un enregistrement du bruit à l'intérieur du pipeline. Cet enregistrement se fait dans une bande de fréquence caractéristique d'un écoulement de fluide sous pression à travers un orifice et permet ainsi de détecter et localiser une telle fuite.

III.5.3. Recherche de manques de métal

Il s'agit là de l'usage essentiel des racleurs instrumentés dans un objectif de lutte contre la corrosion. Deux grandes familles d'outils existent à l'heure actuelle s'appuyant sur deux technologies distinctes.

III.5.3.1. Fuite de flux magnétique

Cette technologie s'appuie sur de puissants aimants placés dans le racleur. Le flux magnétique longitudinal ainsi généré circule dans la paroi du tube entre les deux pôles de

l'aimant. Il est calibré de sorte à saturer celle-ci et qu'une partie de ce flux circule dans le fluide et à l'extérieur du tube.

Des capteurs sont placés contre la paroi du tube et baignent dans ce flux. Lorsqu'un manque de métal est présent dans la paroi des tubes, le flux magnétique doit s'échapper un peu plus de la paroi pour pouvoir circuler et les capteurs réagissent à cette augmentation de la fuite de flux magnétique (Magnetic Flux Leakage ou MFL).

Réagissant à des évolutions de signaux magnétiques, cette technologie donne un dimensionnement relatif des pertes de métal par rapport à l'épaisseur supposée des tubes.

III.5.3.2. Ultrasons

Cette technologie utilise les temps de parcours d'une onde ultrasonore (perpendiculaire à la surface des tubes) dans le fluide transporté et le métal des tubes pour évaluer la distance entre le capteur et les faces internes et externes des tubes sur lesquelles l'onde se réfléchit partiellement. La différence de ces deux distances permet d'avoir une lecture directe de l'épaisseur du tube mais elle est très sensible à la propreté interne des tubes.

Cette technologie nécessite que le fluide transporté puisse transmettre l'onde ultrasonore. Elle est donc inapplicable en milieu gazeux. Ainsi, pour inspecter un pipeline de gaz avec de tels outils, il est nécessaire d'introduire un batch de liquide (eau ou hydrocarbure) dans le pipeline ce qui peut poser de très importants problèmes d'évacuation de ce liquide et de séchage des conduites.

Des technologies existent permettant un couplage dit sec pour utiliser les ultrasons en milieu gazeux, mais elles sont complexes, fragiles et relativement peu employées.

III.5.4. Recherche de fissures longitudinales

Ce domaine d'application des racleurs est de développement récent. On retrouve là encore les technologies MFL et ultrasons.

Les fissures longitudinales sont des défauts plans, très étroits et qui correspondent à des enlèvements de matière très faibles. Elles sont de ce fait invisibles pour les racleurs classiques de recherche de pertes de métal.

III.5.4.1 MFL Transverse

Pour détecter les fissures longitudinales on utilise des champs magnétiques orientés perpendiculairement à l'axe des tubes de façon à ce que le flux magnétique « voit » le flanc des fissures. Celles-ci provoquent alors des réductions suffisantes de la section de la paroi métallique pour générer une augmentation détectable de la fuite du flux magnétique. Ces outils permettent actuellement la détection des grandes fissures ou des fissures très ouvertes (espacement important entre le deux flancs de fissure).

III.5.4.2. Ultrasons

Le faisceau ultrasonore utilisé pour la recherche de fissures est incliné ce qui lui permet de se réfléchir sur les faces des fissures. L'analyse des échos ainsi générés permet de localiser et mesurer les fissures.

Ces outils sont capables de détecter et dimensionner de petits défauts mais nécessitent une grande redondance. Le dépouillement en est alors particulièrement long et coûteux. Pour les mêmes raisons que précédemment, cette technologie est d'une application très complexe dans les pipelines transportant du gaz.

III.6. Racleur MFL

Toutefois une technologie spécifique est en cours de développement qui utilise des ondes ultrasonores induites dans le métal des tubes par un champ électromagnétique. Cette technologie sera utilisable en milieu gazeux.



Figure III.3. L'outil d'inspection Magnetic Flux Leakage (MFL)

III.7. Mesures nécessaires avant le nettoyage

Avant l'exécution du ramonage, il est indispensable de prendre toutes les dispositions nécessaires afin d'assurer avec succès le bon déroulement des opérations:

- S'assurer de toutes les conditions de sécurité aux gares de racleurs départ et arrivée;
- S'assurer de l'ouverture totale de toutes les vannes automatiques de sectionnement se trouvant sur le parcours du piston, afin d'éviter que le boisseau ou l'opercule de celle-ci soit heurté ou endommagé par le piston;
- De placer en position de blocage manuel les dispositifs de commande automatiques des vannes, de fermer les robinets des circuits d'alimentation et de dépressuriser les bouteilles de l'opérateur éventuellement;
- Vidanger les pots de purge

III.8. Gare racleur (GR)

Le racleur est un outil qui est utilisé pour le nettoyage interne de canalisation et en même temps pour contrôler l'état de la surface interne de la canalisation avec piston. La GR gare racleur est un dispositif utilisé pour introduire ou recevoir des racleurs dans une conduite et c'est bien à cause de cela qu'on trouve deux types de gare. GR départ et celle d'arrivée. Toutes les deux fonctionnent de la même manière et l'introduction des racleurs se fait en service sans interrompre le fonctionnement ou en l'interrompant que durant une durée minimale de temps. Cette gare est divisée en deux parties :

III.8.1. Gare racleur départ (GRD)

GRD: est une gare où un piston racleur est envoyé à gare d'arrivée



Figure III.4. Racleur équipé



Figure III.5. Image du GRD II est situé dans l'unité RAS ELMIAD de SONATRACH

III.8.2. Gare racleur arrivée (GRA)

GRA : c'est une gare où le piston racleur est reçu de la gare de départ



Figure III.6. Gare Racleur Arrivée



Figure III.7. Racleur après être sorti

III.9. Emploi des racleurs pour la maintenance des pipelines

En premier lieu il est important de noter qu'un pipeline doit disposer d'équipements particuliers pour pouvoir être inspecté par des racleurs instrumentés. Il s'agit notamment d'équipements.

Ces « gares de racleur » peuvent parfois être fournies temporairement par des prestataires extérieurs. Il faut aussi que les rayons des coudes présents dans le pipeline permettent le passage du racleur. Cette condition n'est pas toujours remplie dans des réseaux construits avant l'existence de racleurs instrumentés.

Ces racleurs instrumentés regroupent donc un ensemble d'outils aptes à détecter la plupart des défauts susceptibles d'être présents à la surface (interne ou externe) des pipelines. De plus ce sont des outils d'inspection qui permettent de couvrir l'intégralité de la surface d'une canalisation.

Après l'inspection de sa conduite par un racleur, un exploitant de réseau dispose donc d'un ensemble de signaux correspondant à des défauts localisés et dimensionnés, dans les limites des capacités de l'outil employé bien sûr.

Dans un premier temps, un certain nombre de ces défauts pourront apparaître comme inacceptables au regard des conditions d'exploitation : ils seront réparés sans délais ou bien les conditions d'exploitation seront adaptées, au moins temporairement.

L'ensemble des signaux fournissent par ailleurs une indication de l'efficacité des moyens de prévention mis en place. Des évolutions adaptées pourront être décidées si nécessaire.

Enfin, un certain nombre de défauts seront laissés en ligne car ils ne mettent pas en danger l'intégrité de la ligne. Cependant, la modélisation de la progression de ces défauts permettra d'évaluer leur durée de vie potentielle et un arbitrage devra alors être pris entre la réparation anticipée et la nécessité de refaire une inspection de la ligne avant le délai calculé. Il peut ainsi être intéressant de réparer à l'avance des défauts acceptables en l'état si cela permet de repousser de quelques années une coûteuse inspection par racleur.

Chaque gazoduc dispose d'une gare racleur entrée et sortie de site. En moyenne. Un racleur de nettoyage est envoyé tous les 5 ans et un racleur instrumenté tous les 10 ans.

Afin de réaliser la mise en œuvre des racleurs, les compartiments d'accueil des instruments sont purgés préalablement via un événement spécifique.

III.10. But de PR

- Il garde les lignes propres et sans encombrement.
- Assure une sécurité optimale du débit de transfert de gaz dans les pipelines.
- Ils peuvent être utilisés pour inspecter les sections internes des pipelines afin de planifier les opérations correctives.
- Afin de maintenir les pipelines en bon état de fonctionnement.

III.11. Conclusion

Avec les racleurs instrumentés, les exploitants de canalisations disposent, pour les ouvrages le permettant, d'un ensemble d'outils autorisant un contrôle efficace de l'état de leur réseau à un instant donné.

Associés aux diverses méthodes de prévention des endommagements applicables aux canalisations enterrées ou sous-marines, ces outils autorisent la définition de politiques de maintenance et d'inspection garantissant l'intégrité de celles-ci sur le long terme.

Bien que d'un coût unitaire élevé, ces inspections permettent aussi une anticipation et une planification dans la gestion des canalisations et contribuent ainsi à maîtriser les coûts d'exploitation des pipelines.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le transport par pipeline présente un grand intérêt et constitue une partie fondamentale pour l'acheminement des hydrocarbures entre les raffineries et les centres de stockage.

Après quelques années d'exploitation, les pipelines subissent des différents types d'altérations comme l'encrassement, les dépôts et plus particulièrement la fatigue qui affecte au cours du temps sur l'exploitation normale de ces ouvrages par conséquent influx sur la quantité des produits transportés, ce qui fait que le gaz atteint un polluant aux consommateurs, et c'est ce qui les a poussés à recourir au processus de ramonage .

Les conduits de fumée et les conduits de raccordement doivent être ramonés périodiquement.

Cela permet d'éviter les complications liées à l'obstruction d'un conduit, d'obtenir un meilleur tirage et de réaliser des économies.

Les souches et accessoires des conduits de fumée tels que aspirateurs, mitres, mitrons doivent être vérifiés lors des ramonages et remis en état si nécessaire. Ils doivent être installés de façon à éviter les siphonages, à être facilement nettoyables et à permettre les ramonages.

Le ramonage doit être effectué par une entreprise en possession d'un titre reconnu de qualification professionnelle.

Liste des références

Liste des références

- [1] MESSAI AHMED Ahmed, GUESSOUM Djahid et FERTAS Toufik, Analyse De Comportement Et Proposition D'une Politique De Maintenance (Cas D'une Locomotive Diesel Electrique 060DF13), 2008/ 2009.
- [2] **D. richet**, Maintenance basée sur la fiabilité : un outil pour la certification, Ed. Masson.1996.
- [3] Héng, Jean. Pratique de la maintenance préventive: mécanique, pneumatique, hydraulique, électricité, froid. Dunod, 2015.
- [4] <http://tpmattitude.fr/5niv.html>.
- [5] Conception et Optimisation d'un Atelier de Maintenance. Diss. Université JosephFourier-Grenoble I, 2003.
- [6] Geitner, F. K., and H. P. Bloch. "Machinery Failure Analysis and Troubleshooting." (2012).
- [7] MEGHNI Billel, Maintenance Industrielle, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Décembre 2017.
- [8] <http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/2-La-Total-Productive-Maintenance-16-articles/Pilier-3-Maintenance-planifiee-Keikaku-Hozen>
- [9] M. Soussan, T. Dib, Etude critique et propositions d'amélioration de la gestion de la maintenance - cas de l'adduction EL KANSERA, Mémoire d'ingénieur d'état, 2012/2011.

Chapiter 2:

- [1] Djamel BENNACER, 2011. Etude des phénomènes d'interfaces verticales de écoulements diphasiques dans un pipeline - Cas des Carburants –Mémoire de Magister, Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen
- [2] DIGARD Jean-Baptiste. « Mise en place d'un SIG Pipeline : état des lieux et maquette » . Thèse d'ingénieur en école supérieure des géomètres et topographes paris 2004
- [3] magazine constas /2016/09/24/historique-des-pipelines

- [4] BELLAHCENE Tassadit. Etude de la nocivité des défauts dans les canalisations sous environnement hydrogène. Thèse de doctorat de génie mécanique Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou 2008.
- [5] A. BOUZIANE. ‘‘Contribution à la détermination des critères des qualités des tubes soudés soumis à une pression intérieure. Thèse de Magistère en génie mécanique Université M’HAMED BOUGARA BOUMERDES. Année universitaire 2007/2008.
- [6] Fateh AGGOUNE. Thèse de Magister en Génie Mécanique option: «Mécanique Appliquée en Engineering» : évaluation de l’endommagement des tubes dans leurs conditions d’exploitation 2010.
- [7] RAMDANI Mohammed. Etude mécano fiabiliste sur le comportement en corrosion localisée des aciers API -5L- X60 pour pipeline : modèle basé sur la ténacité. Thèse de magister en génie mécanique option : science des matériaux. Université ABOU BEKR BELKAID Tlemcen 2008.
- [8] Enregistrées par les membres de L’ACPRE dans les années entre 1985 à 1995 (Association des Pipelines de Ressources Energétiques).
- [9] « Abaques pour le calcul des pertes de charge des liquides dans les conduites, ours d’hydrodynamique, » Edition technique 1960 A.T.F.P, 4^{ém} édition.
- [10] https://sonatrach.com/wp-content/uploads/2018/07/Code-Re%CC%81seau-de-Transport-par-Canalisation_juin-2018.pdf
- [11] Keith Escoe, ‘‘Piping and Pipelines assessment guide, Volume I’’, British Library Cataloguing-in-Publication Data, ELSEVIER 2006.
- [12] Stéphane Sainson, Inspection en ligne des pipelines. Principes et méthodes. Ed. Lavoisier. 2007. (ISBN 978-2743009724). 332 p.
- [13] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Pipeline>

Chapiter 3 :

- [1] Adam, C. (2001). L’inspection des pipelines par racleurs instrumentés. *Pétrole et techniques*, (433), 91-93.

Annexes

HISTORIQUE DES MACHINES

Atelier 1

Désignation	Date d'installation	Nbr d'h de travail
Turbin a gaz MS 3002.	03/11/1979	41h/Sem
Turbo alternateur	20/05/1980	36h/Sem
Refroidisseur gaz	19/09/1982	30h/Sem
Chaudière station.	12/02/1982	33h/Sem
Skid gaz	03/07/1982	20h/Sem
Bain d'huile TC.	02/05/2000	24h/Sem

FICHE DE MACHINE

date	Heures machine		Nettoyage périodique		Vidange d'huile		Entretien préventif		Panne et modification		Pièces de rechange utilisé
	mensuel	cumulé	Heures	type	heures	organes	heures	fréquence	heures	cause	
03/11/1979	600	120.000	4000	Turbin a gaz MS 3002.	30000	30000	1000	/	3000	Défient panne	Electronique + mécanique + électrique

<u>FICHE HISTORIQUE</u>		Département de maintenance
Désignation d'équipement : Turbin a gaz MS 3002.		Année de fabrication : 03/11/1979
		N° de fabrication : 15/132
Nom et Adresse du constructeur : GTP		Valeur d'équipement :
		Code :
Date de l'étude : 1965		Date de mise en service : 1980
Date de commande : 1967		Lieu d'implantation :
Date de réception : 1979		N° de commande :
Date des essais : 1979		N° des dessins :
MODIFICATION		
Date	Désignation et N° de plans	Responsable
<u>Observations :</u>		

	<u>FICHE DE LUBRIFICATION</u>		Département de maintenance	
Désignation de l'équipement :			Code :	
Programme de lubrification				
Période	Organes	Lubrifiant		Méthodes
		Type	Quantité	
Mensuel	Turbin a gaz MS 3002	GAZ	300 kg	Révision général.

RAPPORT CIRCONSTANCIEL

Adressé au directeur de l'institut Mr : khalife Ahmed

Nous vous informons qu'un accident est survenu sur un équipement de votre institut. Veuillez prendre les mesures nécessaires.

Atelier : Maintenance

machine : Turbin a gaz MS 3002

Description de l'incident :

Eclatement turbin e lancement.

Dégâts constatés :

Dégâts matériel seulement.

Conclusion :

Un nouveau turbin de lancement électrique.

Rapport de visite

Atelier Maintenu

Machine Turbin à gaz MS 3002.

Code : 0008416569

Organes et points à examiner	Objet de l'examen contrôle à effectuer	Anomalies constatées observation	Suite à donner PDR à remplacer
Turbin a gaz MS 3002.	Révision Périodique	Manque de pièce de rechange	Périodique suivant l'achat.

INTERVENTIONS CURATIVES ET PREVENTIVES

hrs de marche	Désignation des travaux	Code nature	Temps passé	Pièces de rechange	Exécutant	Date de mise en service
4000	Révision 4000h		6 j	Juin de chambre combustion	ING mécanique	12/05/2021
60000	Changement filtre a' air TC.		4h	Cartouche filtre	ING mécanique	05/12/2021
30000	Révision génial TC.		45J	Palier + aube HP	Equipe DMB	02/03/2022

Observations :

FICHE D'ENTRETIEN DES MACHINES

(ENTRETIEN, NETTOYAGE ET GRAISSAGE)

Organes	Travaux à exécuter	Moyens matériels	Graisse ou lubrifiant	fréquence			Temps d'exécution
				J	S	M	
Turbin a gaz MS 3002. POMPE A EAU Pompe d'étanchéité. Pompe lubrification (aux. Secure). Rideau d'huile TC.	Nettoyage Graissage Graissage Graissage Entretien	Karcher Pompe graisse Pompe graisse Pompe graisse Manuel	graisse graisse graisse			* * *	8h *4h *4h *4h 8h

Département de maintenance

NOMENCLATURE DES EQUIPEMENTS

Machine : Turbin a gaz

Type MS 3002.

N° de fabrication : 7018

Code : 0008416569

Fournisseur : GTP/SPA

Fabricant : GTP/SPA

Pays d'origine : ALGERIE

Année de fabrication : 1979

Date de mise en service : 1979

Valeur : En DA : 1000000000DA

En monnaies de paiement : Chèque De Banque

LISTE DE PIECES DE RECHANGES

Code machine	Désignation de la pièce	Code/référence	Quantité	Prix unitaire	Prix totale	Observation
	Filtre à huile.		40			
	Filtre à 'air.		50			
	Garniture mécanique.		20			
	Vannes.		10			
	Les joins.		80			

Résumé

Le gazoduc est exposé lors du transport du gaz à de nombreux problèmes, notamment: la corrosion et le dépôt d'un groupe d'éléments accompagnant le gaz lors de son extraction du puits, qui est éliminé par le processus de balayage.

L'opération de ramonage est un processus qui permet d'éliminer en interne tous les dépôts sur la paroi du pipeline à l'aide d'une presse spéciale. Cependant, les pipelines après ce processus doivent être surveillés avant de relâcher le gaz à haute pression, pour préserver l'intégrité du tube, par l'observation (surveillance):

- Les résultats du processus de balayage à l'intérieur des gazoducs.
- L'état des gazoducs et l'étude des caractéristiques dans lesquelles le gaz y est transporté.

ملخص

يتعرض خط أنابيب الغاز أثناء نقل الغاز للعديد من المشاكل منها : لتآكل وترسب مجموعة العناصر المصاحبة للغاز أثناء استخراجها من البئر، حيث يتم التخلص منها بواسطة عملية الكنس.

عملية الكنس هي عملية تسمح بإزالة جميع الترسبات المتواجدة على جدار خط الأنابيب على المستوى الداخلي باستعمال مكبس خاص. إلا أن الأنابيب بعد هذه العملية تحتاج مراقبة قبل إطلاق الغاز من جديد ذو ضغط مرتفع حرساً على سلامة الأنابيب وذلك من خلال مراعاة (مراقبة):

-نتائج عملية الكنس داخل أنابيب نقل الغاز.

- حالة انابيب الغاز ودراسة الخصائص التي يتم فيها نقل الغاز عبره

Abstract

The gas pipeline is exposed during gas transfer for many problems including: corrosion and deposition of gas elements attached during extracting the well.

The internal scenes process for the gas is a process that allows the removal of all deposits on the wall of internal pipelines with a special piston.

However, the pipeline must be monitored after the process before launching the new gas launched on the safety of the tube and through monitoring the (surveillance):

- the results of illegal operation within gas transport pipes.
- The case of gas tubes and the properties of the study where gas is transferred through it.