



Guide Technique Professionnel Pour l'inspection des tuyauteries en exploitation



**Guide Technique
Professionnel pour
l'inspection des tuyauteries
en exploitation**

**DT 96
Janvier 2012**

Avertissement

Ce document reflète l'état des connaissances scientifiques et techniques et se réfère aux dispositions réglementaires en vigueur, au moment où il a été rédigé.

Il ne doit pas être considéré comme exhaustif et devra être adapté à chaque cas particulier.

L'Union des Industries Chimiques, l'Union Française des Industries Pétrolières et l'Association Française des Gaz Comprimés n'acceptent aucune responsabilité dans l'usage qui sera fait de ce document.

Sommaire

1. Introduction

2. Généralités

- 2.1. Objet
- 2.2. Domaine d'application
- 2.3. Réglementation
- 2.4. Autres documents de référence
- 2.5. Définitions
- 2.6. Principaux sigles et acronymes

3. Description des tuyauteries

- 3.1. Composants et accessoires
- 3.2. Points singuliers
- 3.3. Documentation : état initial et documents de suivi

4. Modes de dégradation

5. Techniques de contrôle

6. Établissement et mise en œuvre du plan de d'inspection

- 6.1. Établissement du plan d'inspection
- 6.2. Mise en œuvre du plan d'inspection
- 6.3. Exploitation des résultats
- 6.4. Gestion du retour d'expérience

7. Organisation et missions

- 7.1. Inspecteur
- 7.2. Contrôleur

8. Rôle de la production et de la maintenance

- 8.1. Rôle des opérateurs
- 8.2. Rôle de la maintenance

9. Délai de mise en application des révisions du guide

Annexes

ANNEXE 1 : Principaux modes de dégradation des tuyauteries

ANNEXE 2 : Adéquation des techniques de contrôles non destructifs aux types de dommages

ANNEXE 3 : Description succincte des principales techniques de contrôle

ANNEXE 4 : Exemple de fiche d'inspection et contrôle de tuyauterie

ANNEXE 5 : Exemples de défauts détectables par exploitants

oooooooo

1 – Introduction

Dans le cadre du plan de modernisation, initié par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable, du Transport et du Logement, pour l'amélioration de la maîtrise du vieillissement des installations industrielles, les organisations professionnelles ont la volonté d'aider leurs adhérents à mieux définir et mettre en œuvre les actions de suivi des équipements sujets à dégradation dans le temps.

Dans ce cadre, la profession a, entre autres mesures, proposé d'élaborer un guide pratique et facilement applicable dans toutes les installations industrielles concernées pour améliorer le maintien de l'intégrité des tuyauteries.

Ce guide a été mis au point en prenant en compte les expériences vécues et pourra être mis à jour, autant que nécessaire, pour intégrer les évolutions du retour d'expérience.

2 – Généralités

2.1 Objet

Ce guide est destiné à tout établissement industriel pour l'aider à réaliser l'état initial des tuyauteries et à établir les programmes d'inspection appropriés.

2.2 Domaine d'application du guide

Le présent guide s'applique aux tuyauteries soumises à l'arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ainsi qu'aux accessoires sous pression attachés à ces tuyauteries.

Le guide professionnel pour la définition du périmètre complète les règles fixées par l'arrêté du 4 octobre 2010 pour la méthodologie d'identification des tuyauteries concernées.

Pour les industriels ne disposant pas de méthodologie propre, le présent guide peut également être utilisé pour les tuyauteries qui entrent dans le champ d'application de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié ainsi que pour celles qui font l'objet d'un suivi volontaire.

Le présent guide pourra être révisé en fonction du retour d'expérience et de l'extension de son périmètre d'application.

NB : Pour les exploitants qui utilisent des guides professionnels (DT32, DT84, guide EDF, ...) pour les tuyauteries entrant dans le champ d'application ci-dessus, ce guide peut apporter des éléments complémentaires d'appréciation pour l'élaboration des plans d'inspection sans remettre en cause les méthodologies employées.

2.3 Réglementation

Le présent guide a vocation technique et ne reprend pas les exigences réglementaires. Quelques points réglementaires sont néanmoins repris dans la suite du texte quand jugés pertinents. Les principaux textes applicables sont listés ci-dessous :

- Décret n° 99-1046 du 13 décembre 1999 ;
- Arrêté du 15 mars 2000 modifié et décision BSEI d'application n° 06.080 du 6 mars 2006 ;
- Circulaire DPPR/SEI2/CB-07-0212 du 14 mai 2007 relative à la superposition réglementaire et les interfaces relatives aux canalisations de transport et aux tuyauteries d'installations classées, reprise dans la circulaire du 10 mai 2010;
- Arrêté du 4 octobre 2010 relatif à la prévention des risques accidentels au sein des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;
- Arrêté du 5 octobre 2010 modifiant l'arrêté du 10 mai 2000 relatif à la prévention des accidents majeurs impliquant des substances ou des préparations dangereuses présentes dans certaines catégories d'installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation.

2.4 Autres documents de référence

- Guides professionnels d'élaboration des Plans d'Inspection par les services inspection reconnus (SIR), approuvés par le ministre en charge de l'industrie, notamment:
 - DT32 Guide pour l'établissement des plans d'inspection (périodicités inspections périodiques et requalifications périodiques 5 et 10 ans),
 - DT84 Guide pour l'établissement d'un plan d'inspection permettant de définir la nature et les périodicités d'inspections périodiques et de requalifications périodiques pouvant être supérieures à cinq et dix ans,
 - Guide GDF : guide Gaz de France « Guide professionnel d'élaboration des plans d'inspection » JD//54/02 n°0171 du 18 juin 2004
 - Guide EDF.
- Guide professionnel pour la définition du périmètre dans le cadre du plan de modernisation ;
- Guide DT 75 : Guide UFIP/UIC pour le choix des méthodes de contrôle des matériaux et équipements ;
- Guide DT 82 : Guide à l'usage des Services Inspection Reconnus pour la requalification et le contrôle après intervention des tuyauteries soumises à l'arrêté ministériel du 15 mars 2000 modifié ;
- Guide AFIAP de « Classification des interventions sur tuyauteries d'usine sous pression soumises à la réglementation française »
- API 570 : Piping Inspection code.

2.5 Définitions

Pour les besoins du présent guide, les définitions utilisées sont celles portées dans :

- le décret du 13 décembre 1999 ;
- l'arrêté du 15 mars 2000 modifié ;
- l'arrêté du 4 octobre 2010.

Tuyauterie : selon le décret 99-1046, on entend par tuyauterie des composants de canalisation, destinés au transport des fluides, lorsqu'ils sont raccordés en vue d'être intégrés dans un système sous pression. Les tuyauteries comprennent notamment un tuyau ou un ensemble de tuyaux, le tubage, les accessoires de tuyauterie, les joints d'expansion, les flexibles ou, le cas échéant, d'autres composants résistant à la pression.

Il convient de distinguer les **tuyauteries** situées à l'intérieur des établissements industriels, objet du présent guide, des **canalisations de transport** telles que définies dans l'arrêté du 4 août 2006 modifié. Les limites entre les tuyauteries et les canalisations de transport doivent être précisées par l'exploitant en application du §1.1.8 de la circulaire du 10 mai 2010.

Exploitant : propriétaire des équipements, sauf dans le cas où une clause contractuelle contraire existe entre le propriétaire et la personne qui en a l'usage ou la garde.

Plan d'inspection: tout document qui définit l'ensemble des opérations prescrites pour assurer la maîtrise de l'état et la conformité dans le temps d'un équipement ou d'un groupe d'équipements soumis à surveillance.

Nota : pour les tuyauteries soumises à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, non suivies par un SIR, ce document est appelé Programme de contrôle.

Dans la suite du texte, l'expression « Plan d'inspection » couvre les notions de plan d'inspection, et de programme de contrôle

Programme d'inspection: tout échéancier définissant, sur une période pluriannuelle, pour les équipements concernés, les dates et type de visite ou d'inspection à effectuer.

2.6 Principaux sigles et acronymes

Les principaux sigles et acronymes utilisés dans ce document sont :

AFGC	Association Française des Gaz Comprimés
CND	Contrôles Non Destructifs
DN	Dimension Nominale
DREAL	Direction Régionale de l'Équipement, de l'Aménagement et du Logement
ESP	Équipements Sous Pression soumis à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié
OH	Organisme Habilité
PN	Pression Nominale
RBI	Risk Based Inspection (appelée également IBC : Inspection Basée sur la Criticité)
REX	Retour d'Expérience
SIR	Service Inspection Reconnu
UFIP	Union Française des Industries Pétrolières
UIC	Union des Industries Chimiques
GESIP	Groupe d'Étude de Sécurité des Industries Pétrolières et Chimiques

3 - Description des tuyauteries

3.1 Composants et accessoires

Les éléments de tuyauteries couverts par ce guide sont :

- **Composants de tuyauterie** : tube, fond, bride, coude, té, réduction, tampon plein...
- **Accessoires sous pression** : organes de robinetterie, flexibles, pots de purge, compteurs, filtres...
- **Supports** : composants qui, quand ils existent, relient les tuyauteries à la structure principale, par exemple : patin, fer rond, fer plat, collier, pendard, chandelle. Ces composants peuvent être ou non démontables.

3.2 Points singuliers

Les points singuliers sont les zones particulièrement sensibles et propices à l'apparition de dégradations susceptibles d'engendrer des dommages spécifiques ou accentués par rapport à ceux constatés sur la tuyauterie hors points singuliers.

Il peut s'agir des zones suivantes :

- zones calorifugées et frigorifugées à proximité des arrêts d'isolant, au droit de supports de calorifuge sur des portions verticales de tuyauterie,
- supportages et fixations,
- points d'injection et de mélange,
- bras morts, points bas, tronçons à service intermittent,
- petits piquages : événements, purges,
- doigts de gant,
- interfaces air/sol des tuyauteries enterrées,
- assemblages non permanents enterrés (ex : jeux de brides),
- assemblages hétérogènes,
- compensateurs de dilatation,
- zones de rétention potentielle d'eau,
- coudes, réductions, pénétrations de soudures ou autres irrégularités locales ou du tracé qui peuvent constituer des zones sensibles à l'érosion ou à la corrosion/érosion,
- zones de vibration (notamment les tuyauteries directement attachées à une machine alternative),
- zones de concentration de contrainte (accidents géométriques, imperfections de soudures),
- zones à sollicitations cycliques (dus à la température et/ou à la pression)

- zones soumises à dilatations différentielles,
- zones humides : zones froides (température proche de 0°C), de condensation (ex : au voisinage des tours de refroidissement), zones sujettes à égouttures, zones d'ensablement...
- traversées de routes, de murs coupe-feu, de merlons.

3.3 Documentation : état initial et documents de suivi

État initial :

L'exploitant réalise un état initial de la tuyauterie à partir du dossier d'origine ou reconstitué comportant, lorsque ces informations existent :

- un plan ou un schéma comportant les accessoires sous pression et les repères des accessoires de sécurité, complété éventuellement de documents pertinents (Ex. photos),
- les caractéristiques de construction (DN, PN, fluide, température et pression maximales admissibles, matériaux, revêtements de protection, isolants, codes ou normes)¹
- les éléments relatifs aux interventions (contrôle initial, inspections, contrôles non-destructifs, maintenances et réparations éventuelles)

Nota : pour les tuyauteries soumises à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, cet état initial reprend les éléments du dossier descriptif prévu à l'article 9 de cet arrêté.

Documents de suivi :

L'exploitant tient à jour les documents de suivi qui comportent notamment :

- les éléments de l'état initial,
- le plan d'inspection²,
- le programme d'inspection,
- les comptes rendus des inspections et contrôles de la tuyauterie, tels que prévus dans le plan d'inspection et ceux réalisés lors des interventions (réparations ou modifications)
- le cas échéant, les attestations de requalification périodique.

Nota : pour les tuyauteries soumises à l'article 15³ de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, ces documents reprennent les éléments du dossier d'exploitation prévu à l'article 9 de cet arrêté.

Certains documents peuvent se présenter sous forme informatique.

Les rapports de vérification des accessoires de sécurité doivent être disponibles.

Les documents de suivi peuvent être regroupés par zones géographiques (nappes, racks, ...). Ils peuvent être gérés par différents services (inspection, travaux neufs, maintenance, etc.).

4 – Modes de dégradation

Les principaux modes de dégradation qui peuvent être rencontrés sur des tuyauteries sont listés dans l'annexe 1 du présent guide.

Cette liste est non exhaustive et est susceptible de complément et de modification en fonction du retour d'expérience.

¹ Pour pallier l'absence d'informations techniques suffisantes, l'Exploitant met en œuvre, lorsque nécessaire, des actions appropriées permettant de compléter les renseignements contenus dans ces dossiers (épaisseur, matériaux)

² Le plan d'inspection peut être constitué de plusieurs documents

³ Tuyauteries soumises à déclaration de mise en service et requalification périodique

5 – Techniques de contrôle

Les principales techniques de contrôle applicables aux tuyauteries et leurs limites d'utilisation sont décrites dans les annexes 2 et 3 du présent guide.

Le guide DT 75 donne plus d'informations pour le choix des méthodes de contrôle des matériaux et équipements.

6 – Établissement et mise en œuvre du plan d'inspection

6.1 Établissement du plan d'inspection

Le processus suivi pour l'établissement du plan d'inspection (contrôle total, partiel, par sondage, etc.) comprend les étapes suivantes:

- l'identification des modes de dégradation et de leur localisation, notamment au niveau des points singuliers (se référer à l'annexe 1 du guide),
- la détermination des contrôles à réaliser pour détecter les dégradations et en évaluer l'évolution (se référer aux annexes 2 et 3 du guide),
- la détermination de la fréquence des contrôles en fonction de l'évaluation des conséquences des défaillances et de l'évolution attendue des dégradations,
- le choix des zones de contrôles représentatives des modes de dégradation identifiés,
- la définition des conditions particulières d'intervention en service ou à l'arrêt (ex : accessibilité, décalorifugeage, nettoyage, mise hors service de la tuyauterie, précautions particulières de sécurité).

Toutes ces étapes s'appuient, en outre, sur le REX disponible (spécifique, site et profession).

Certains cas nécessitent la mise à l'arrêt des tuyauteries pour réaliser des contrôles, par exemple :

- température de paroi trop froide (risque de condensation de l'humidité de l'air) ou trop chaude (risque de brûlure, impossibilité de réaliser des CND),
- nécessité d'effectuer un contrôle interne de la paroi de la tuyauterie au travers d'orifices à ouvrir,
- préparations de surface qui ne peuvent être mises en œuvre que tuyauterie ou installation hors service.

Les tuyauteries peuvent être regroupées dans un même plan d'inspection (ex, regroupement par fluides, zones géographiques, modes de dégradation, ...).

Proposition de méthode d'analyse en l'absence de méthodologie RBI ⁴

Une méthode simple de hiérarchisation pour l'établissement des plans d'inspection peut être mise en œuvre par l'évaluation des conséquences de défaillances selon 4 classes de services. Celles-ci sont déterminées à partir :

- du risque de défaillance liée au vieillissement susceptible d'être à l'origine, par perte de confinement, d'un accident d'une gravité importante au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005,
- de la classification des fluides du décret du 13/12/99
- de la zone de sensibilité environnementale suivant le guide professionnel périmètre établi dans le cadre de l'arrêté du 4 octobre 2010.

Le cas échéant, la valeur la plus sévère est retenue pour définir la classe :

- **classe 1** : tuyauteries avec le plus haut potentiel de danger en cas de fuite :
 - o susceptibles d'être à l'origine par perte de confinement d'un accident d'une gravité importante au sens de l'arrêté du 29 septembre 2005 ou
 - o véhiculant un fluide du groupe 1 extrêmement inflammable, explosif ou très toxique ou

⁴ Les guides professionnels reconnus tels que les DT32 et DT 84 peuvent être utilisés

- o en zone de sensibilité environnementale de 5 ;
- **classe 2** : tuyauteries véhiculant un autre fluide du groupe 1 ou en zone de sensibilité environnementale de 4 ;
- **classe 3** : tuyauteries véhiculant un fluide du groupe 2 en zone de sensibilité environnementale de 2 ou 3 ;
- **Classe 4** : tuyauteries soumises à surveillance et non visées par l'article 5 de l'arrêté du 04 octobre 2010.

Pour chaque mode de dégradation identifié et son évolution prévisible, on associe des contrôles adaptés et une périodicité de contrôle en fonction de la classe.

La périodicité des contrôles doit tenir compte des résultats des derniers contrôles réalisés ainsi que du REX du site et, plus largement du REX décrit au § 6.4 ci-après.

En l'absence de méthodologie RBI, les périodicités maximales sont définies comme suit :

- classe 1 : 60 mois
- classe 2 : 108 mois
- classe 3 : 144 mois
- classe 4 : adaptée au cas par cas

Ces périodicités pourront être revues lors d'une prochaine révision du guide au regard des résultats des contrôles et du REX national issu des contrôles.

Nota : pour les tuyauteries soumises à l'arrêté du 15 mars, les périodicités sont définies en accord avec les exigences des articles 10 et 22 de cet arrêté.

Cas particuliers des tuyauteries calorifugées ou frigorifugées

L'inspection peut être limitée à un examen visuel de zones particulièrement sensibles définies dans le plan d'inspection (après approbation de l'OH ou de l'expert du SIR autorisé à cet effet pour les tuyauteries soumises à requalification périodique).

Pour la définition des zones nécessitant l'enlèvement des revêtements et des dispositifs d'isolation thermique, les éléments suivants sont pris en compte :

- qualité de l'état et du niveau d'étanchéité de l'enveloppe protectrice,
- représentativité des parties accessibles des parois ou de tuyauteries similaires pouvant servir de témoins afin d'estimer les dommages susceptibles d'être engendrés par les modes de dégradation potentiels identifiés,
- retour d'expérience des tuyauteries concernées ou de tuyauteries comparables à mêmes modes de dégradation potentiels,
- absence d'endommagement constaté lors d'examens visuels ou autre contrôle adapté (ex. thermographie infra-rouge).

Cas particuliers des tuyauteries enterrées

L'inspection peut être limitée à un examen visuel de zones particulièrement sensibles définies dans le plan d'inspection

- pour les lignes sous buses, courts tronçons enterrés, entrée/sortie de terre (interface sol /air) : examen visuel des parties accessibles, utilisation de la technologie « ultrasons ondes guidées » si applicable,
- pour les tronçons enterrés : contrôles des interfaces air-sol, contrôle de l'état des revêtements par campagne de mesures électriques de surface quand réalisables,
- mise à profit des fouilles pour effectuer des inspections,
- suivi de la protection cathodique éventuelle.

6.2 Mise en œuvre du plan d'inspection

Les inspections et contrôles de tuyauteries :

- sont mis en œuvre dans le cadre du plan d'inspection,
- peuvent comprendre des inspections périodiques et des requalifications périodiques, pour les tuyauteries soumises à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, ainsi que des actions d'inspection adaptées aux modes de dégradation identifiés,
- peuvent être réalisés en service ou hors service en fonction des modes de dégradation recherchés, des conditions de service, des conditions de préparation nécessaires ou des contraintes de sécurité.
- doivent intéresser aussi une ou des zones situées hors points singuliers dans lesquelles il n'y a pas de mode de dégradation identifié. Sont prises en compte dans ce cadre, les zones rendues accessibles à l'occasion des démontages éventuels pour travaux de maintenance.

Ces inspections et contrôles, réalisés en service ou hors service, consistent après mise à disposition des accès et exécution des préparations, en :

- une inspection visuelle des parties nues et revêtues des zones accessibles ou rendues accessibles. C'est le moyen fondamental qui conditionne la qualité de la mise en œuvre du plan d'inspection;
- la réalisation des contrôles non destructifs prévus.

La vérification intérieure lorsqu'elle est prévue, consiste notamment à :

- effectuer l'examen visuel des parois internes, à partir des extrémités ou/et des orifices de la tuyauterie, lorsqu'ils sont rendus accessibles lors de la mise à disposition,
- évaluer l'état des parois internes de la tuyauterie à partir des résultats des examens visuels et des contrôles réalisés, le plus souvent à partir de l'extérieur (ultrasons, radiographie..).

En cas de dégradation anormale constatée, des extensions d'inspection et contrôle sont définies et réalisées dans les zones susceptibles de présenter les mêmes dégradations (dépose des revêtements, extension des CND, application aux autres tuyauteries susceptibles d'être affectées par le même mode de dégradation).

Des précautions particulières peuvent être nécessaires pour assurer la sécurité :

- adaptation des opérations de préparation des surfaces en cas de corrosion avec un foisonnement important (risque de percement lors de ces opérations),
- sélection des matériels à utiliser pour les préparations (notamment pour éviter de produire des étincelles en présence de produits inflammables),
- prise en compte des risques engendrés par les soulèvements de tuyauteries en service en cas de présomption de forte corrosion...

6.3 Exploitation des résultats

Chaque inspection fait l'objet d'un rapport détaillé précisant les points inspectés et contrôlés, les résultats des contrôles, les éventuelles actions demandées sur la base de critères prédéfinis (remises en état, actions complémentaires de contrôle ou d'inspection).

Les conclusions du rapport permettent de définir la stratégie à appliquer (maintien en service, modification de conception, modification des conditions de service, modification du plan d'inspection, ...).

Voir en annexe 4 un exemple de fiche d'inspection et de contrôle, qui peut être adaptée à chaque cas particulier.

6.4 Gestion du retour d'expérience

L'expérience cumulée de conception et d'exploitation de tuyauteries a notamment été intégrée dans des documents tels que:

- les codes de construction : EN13480, CODETI, ASME, ...
- les publications de l'API, les guides professionnels
- les standards des sociétés
- les banques de données de retours d'expérience des sociétés

L'expérience est réactualisée et consolidée en permanence par :

- les constats et résultats des inspections,
- les enseignements tirés des presque incidents, notamment ceux qui auraient pu conduire à un incident grave,
- les enseignements tirés des incidents et des accidents vécus sur les sites,
- les résultats d'investigations réalisées sur des appareils réformés et remplacés
- les résultats des nouvelles techniques relatives aux évolutions technologiques dans la conception et les matériaux des tuyauteries,

Ces données sont échangées et consolidées à fin d'exploitation :

- au sein de chaque site et chaque société, au cours de rencontres, de diffusion de documentations et recommandations pour la conception et le suivi en exploitation.
- dans le cadre des entités professionnelles et inter-professionnelles telles que le GESIP, l'UFIP, l'UIC/CTNIIC, EDF, l'AFGC.

7 – Organisation et missions

7.1 Inspecteur⁵

L'inspecteur est chargé de l'élaboration et de la mise en œuvre du plan d'inspection. Il est :

- soit un inspecteur habilité d'un service inspection ;
- soit un inspecteur d'un organisme habilité ;
- soit un inspecteur d'une société extérieure ou un technicien pouvant justifier :
 - o de 2 ans d'expérience minimum dans le domaine des équipements sous pression (maintenance, inspection, contrôle) ;
 - o de connaissances adaptées aux missions confiées :
 - réglementation, codes, normes et guides techniques,
 - matériaux et métallurgie,
 - soudage,
 - connaissance des tuyauteries et de leurs modes de dégradation,
 - techniques de contrôles non destructifs ;
 - o d'une habilitation nominative par l'employeur.

Nota : pour les tuyauteries soumises à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, les exigences spécifiques à cet arrêté s'appliquent

7.2 Contrôleur

Le contrôleur est chargé de la réalisation des contrôles non destructifs. C'est un technicien spécifiquement formé, disposant de certifications COFREND ou équivalentes lorsqu'elles existent. Cette disposition ne concerne pas les mesures d'épaisseur, pour lesquels une habilitation nominative de l'employeur est établie.

8 – Rôle de la production et de la maintenance

Le rôle du personnel d'exploitation (production et maintenance) est essentiel pour la maîtrise de l'état des tuyauteries et notamment pour constater d'éventuels dommages, changement d'état...

Ce personnel assure une présence régulière sur le terrain, il est en mesure de détecter précocement des anomalies. Bien qu'il ne soit pas spécialiste des équipements sous pression, il est apte à détecter lors des rondes, des manœuvres ou des travaux sur les unités, les anomalies telles que :

- fuites dues à la corrosion ou à des assemblages amovibles (joints de brides...),

⁵ Les opérations de requalification périodique sont effectuées par un expert d'un organisme habilité ou d'un service inspection reconnu autorisé à cet effet, en application de l'AM du 15 mars 2000 modifié

- écoulements d'eau ou de produit sur une tuyauterie,
- projections (ex : de vapeur) sur une tuyauterie,
- importante corrosion localisée ou non,
- vibrations, coup de bélier,
- calorifuge en mauvais état, présence de mousse, suintements,
- peinture ou revêtement extérieur de protection dégradé localement
- supportages défectueux,
- déformations (affaissements, tuyauterie sortie de ses patins supports, impacts...)
- ensablement des tuyauteries
- zone envahie par la végétation.

En annexe 5 sont présentés quelques exemples de dommages potentiels sur tuyauteries et qui peuvent être détectés par les exploitants.

8.1 Rôle des opérateurs

Les opérateurs sont particulièrement sensibilisés aux risques dus aux fuites de produits. Leur vigilance est fondamentale pour détecter précocement des anomalies qui dans la majorité des cas peuvent être traitées avant leur aggravation.

Ils ont également l'occasion de vérifier les circuits peu utilisés (circuits de démarrage ou utilisés pour des manœuvres d'assainissement, bras morts, by-pass...) et peuvent en conséquence signaler (en particulier à la maintenance et aux inspecteurs) toute anomalie détectée, notamment avant mise ou remise en service de circuits.

8.2 Rôle de la Maintenance

Comme pour les opérateurs, les techniciens et intervenants de maintenance, du fait de leur présence régulière sur le terrain et de leurs interventions sont à même de détecter toute anomalie pouvant se traduire par une dégradation réelle ou potentielle des tuyauteries.

Par ailleurs, il est recommandé que la maintenance informe les inspecteurs (tels que définis au §7.1) des opportunités de visites liées aux mises à disposition des tuyauteries, aux accès mis en place pour les interventions, aux décalorifugeages, aux remplacements d'accessoires...

9 – Délais de mise en application des révisions du guide

Les plans d'inspection concernés par les révisions du guide seront, sauf disposition réglementaire contraire ou autre précision complémentaire, mis à jour dans un délai de 24 mois suivant la date de reconnaissance par l'administration du guide révisé.

oooooooo

Annexe 1 : Principaux modes de dégradation des tuyauteries

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux métalliques (Page 1/5)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
1. CORROSION HUMIDE	<u>1.1. Générale</u>	<p>☞ Corrosion atmosphérique des aciers non ou faiblement alliés avec localisation préférentielle (sous les supports, sous les gouttières, en génératrice inférieure, attention aux environnements : proximité de la mer, d'une cheminée, d'une tour de refroidissement)</p> <p>(Aciers non ou faiblement alliés dans les acides (H₂SO₄, HCl, acide formique, acide acétique, ...)</p> <p>(Aciers inox dans H₂SO₄,</p> <p>(Aciers non ou faiblement alliés dans la soude concentrée et chaude</p> <p>(Corrosion sous calorifuge des aciers non alliés ou faiblement alliés</p> <p>(Corrosion dans les milieux HCl, Cl₂, HF, organiques secs, anhydriques lors de la reprise d'humidité après ouverture et avant nettoyage préalable.</p>	Perte d'épaisseur
	<p>1.2. Galvanique - bimétallisme</p> <p>- aération différentielle</p>	<p>☞ Couplage galvanique : entre tronçons ou entre composants de tuyauterie de différents matériaux entre raccord avec vannes, pompes, échangeurs de matériaux différents</p> <p>☞ Aération différentielle des lignes dans les zones inondées, sous les colliers...</p>	Perte d'épaisseur locale

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux métalliques (Page 2/5)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
1. CORROSION HUMIDE (Suite)	1.3. Localisée - corrosion sous contraintes (CSC) - par piqûre - corrosion caverneuse	☞ fissuration sous tension des inox austénitiques en présence de chlorures (Corrosion atmosphérique sous calorifuge) (Corrosion bactérienne exemple bactéries sulfato réductrices (Corrosion sous dépôts (sulfures d'ammonium, chlorures d'ammonium...) (Inox austénitique dans des solutions chlorurées et aérées (Corrosion des inox austénitiques sous joint (Aciers non alliés en présence de nitrate ou de soude. (tuyauteries de soude en Acier Carbone tracées à la vapeur)	Fissures Cavernes Cratères Piqûres Cavernes Fissures
	1.4. Par courants vagabonds	☞ Mise à la terre non maîtrisée en particulier à proximité des salles d'électrolyse ou d'une voie ferrée	Perte d'épaisseur locale
	1.5. Liée à des facteurs métallurgiques - Corrosion sélective - Corrosion intergranulaire	(Sensibilisation des alliages inoxydables (pièces moulées, soudures) (Dézincification des laitons (Déchromisation des inox dans la soude concentrée (tuyauteries tracées) ☞ Acier inox type 316 dans l'acide nitrique	Dénaturation de l'alliage Décohésion des grains

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux métalliques (Page 3/5)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
1. CORROSION HUMIDE (Suite)	<u>1.6. Assistée par des facteurs mécaniques</u> <ul style="list-style-type: none"> - Erosion / corrosion - Abrasion / corrosion - Cavitation / corrosion - Frottement / corrosion 	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Aciers non ou faiblement alliés dans un flux d'acide sulfurique concentré ($v > 0,8$ m/s) ou de Chlore ☞ Matériaux métalliques dans un milieu contenant des particules solides en mouvement ☞ Endommagement des robinets sur circuits à vitesse élevée ☞ Cas des assemblages boulonnés soumis à des vibrations 	Perte d'épaisseur Perte d'épaisseur locale Cratères à fond rugueux Perte d'épaisseur
	<u>1.7. Liée à la présence d'hydrogène</u>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Cas des aciers ferritiques dans H₂S humide-Sulfide Stress Cracking, Hydrogen Induced Cracking ☞ Surprotection cathodique (tuyauterie enterrée) 	Fissures
2. CORROSION HAUTE TEMPERATURE	<u>2.1. Corrosion par les gaz</u> <ul style="list-style-type: none"> - Attaque par l'hydrogène à chaud - Attaque par gaz halogène chaud <u>2.2. Corrosion par les liquides</u>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Décarburation des aciers non et faiblement alliés en fonction de la température et de la pression partielle en hydrogène (voir courbe de Nelson) ☞ Attaque par gaz halogène chaud HF, HCl, Cl₂, F₂ Corrosion par les composés soufrés, par les acides naphéniques	Décohésion interne et ou décarburation superficielle Corrosion généralisée pour les aciers non ou faiblement alliés – localisée pour les autres Perte d'épaisseur

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux métalliques (Page 4/5)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
3- DEGRADATION MECANIKES ET PHYSIQUES DES MATERIAUX	<u>3.1 Dégradation liée à des facteurs mécaniques</u>		
	- Fluage	☞ Lignes de vapeur haute température en acier non allié. Lignes de reforming.	Déformation
	- Rupture fragile	☞ Acier ferritique utilisé au dessous de sa température de transition, chocs thermiques, ...	Rupture
	- Rupture ductile	☞ Cas des matériaux utilisés au delà de leur température de transition soumis à des contraintes excessives	Rupture
	- Fatigue mécanique	☞ Vibration tuyauteries (ex : au voisinage de compresseur alternatif)	Fissure
	- Fatigue thermique	☞ Tuyauterie soumise à des fluctuations thermiques (ex points de mélange)	Fissure
	- Abrasion pure	☞ Acier austénitique sous flux d'une bouillie de silice	Perte d'épaisseur
- Flambage	☞ Acier soumis à des contraintes de compression (Dilatation différentielle / point fixe, etc.)	Déformation	

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux métalliques (Page 5/5)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
3- DEGRADATION MECANIKES ET PHYSIQUES DES MATERIAUX (Suite)	<u>3.2. Dégradation liée à des facteurs métallurgiques</u>	<ul style="list-style-type: none"> ☞ Formation de phase σ des inox austénitiques après maintien prolongé à 600°C ☞ Sensibilisation intergranulaire des inox austénitiques par précipitation de carbures de chrome pour des maintiens prolongés autour de 600°C ☞ Fragilisation à 475°C des alliages à 13-17% de chrome après maintien à 400-540°C ☞ Précipitation de phases intermétalliques (cas des alliages du type 625 entre 500 et 700°C) ☞ Fragilisation des aciers austéno-férritiques après maintien à une température > à 315°C ☞ Fragilité de revenu réversible / irréversible des aciers faiblement alliés ☞ Migration de carbone dans les soudures bi-métalliques ☞ Vieillessement des aciers non calmés 	<p>Fissuration, rupture fragile à froid</p> <p>Corrosion intergranulaire</p> <p>Fissuration, rupture à froid</p> <p>Fissuration, rupture à froid</p> <p>Fissuration, rupture à froid</p> <p>Fissuration, rupture à froid</p> <p>Fissuration</p> <p>Fissuration, rupture à froid</p>

Principaux modes de dégradation des tuyauteries en matériaux non métalliques (Page 1/1)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
1. POLYMERES (EQUIPEMENTS MASSIFS OU REVÊTUS)	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion générale - Corrosion fissurante - Perméation - Vieillissement - Vieillissement selon nature de l'environnement - Dégradation liée à des facteurs thermiques - Dégradation liée à des facteurs mécaniques - Délaminage 	<ul style="list-style-type: none"> - Dissolution du PVC dans le chlorure de méthyle, PVDF dans du DMF, vinyl-ester dans les cétones, revêtements "caoutchoutique" en milieu solvant - Fissuration du PVDF dans la soude - Gonflement du PTFE, PVDF, PVC.. dans des solvants organiques - Vieillissement des PE, PP.. exposés aux UV - Vieillissement des revêtements caoutchouteux souples en présence d'oxydants halogénés - Fluage du PTFE, décomposition thermique du PVC.. - Eclatement des revêtements formo-phénoliques (Sakaphen, Isolémail..) suite à chocs internes ou externes - Délaminage couche anticorrosion/résistance mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'épaisseur Fissuration Gonflement Fissuration Durcissement et fragilisation Déformation, dénaturation Eclatement du revêtement Fissuration
2. REVÊTEMENTS INORGANIQUES-CERAMIQUES REFRACTAIRES	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion - Dégradation liée à des facteurs mécaniques 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion des briques réfractaires en milieu fluoré (cas des incinérateurs) - Corrosion des revêtements métalliques suivant schémas décrits dans la partie Matériaux Métalliques - Corrosion du substrat suite à diffusion du milieu agressif dans les porosités du revêtement (fonction de la qualité et de la technique d'application) - Rupture par choc des céramiques réfractaires (briques) ou techniques (SiC, Al₂O₃) 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'épaisseur Dégradation locale ou générale Désolidarisation du revêtement Fissuration

Annexe 2 : Adéquation des techniques de contrôles non destructifs aux types de dommages

A - MATERIAUX METALLIQUES

Techniques de contrôle	Type de défauts recherchés / Degré d'efficacité des méthodes de contrôles (*)							
	Mesures de perte d'épaisseur	Fissures débouchantes	Fissures non débouchantes	Microfissures, Lacunes (cavités de fluage)	Modifications métallurgiques	Modifications dimensionnelles	Blistering (gonflement, cloquage)	Corrosion localisée par piqûres
Examen Visuel (VT)	P à TB ⁶	P à M	NA	NA	NA	P à TB	P à TB	TB
Ultrasons (UT) : ondes longitudinales avec palpeur droit	M à TB ⁷	NA	NA	P à M (lacunes)	NA	NA	M à TB	NA
Ultrasons (UT) : ondes transversales avec palpeur d'angle ⁸	NA	M à TB	M à TB	P à M	NA	NA	M	NA
Ultrasons (UT) : méthode TOFD	NA	M à TB	M à TB	P	NA	NA	P	NA
Ultrasons (UT) : ondes guidées	M à TB ⁹	M à TB	M à TB	NA	NA	NA	NA	NA
Magnétoscopie (MT) (sur matériaux ferromagnétiques uniquement)	NA	TB	P (sous 2-3 mm maxi)	P (microfissures débouchantes)	NA	NA	NA	NA
ACFM	NA	TB	P	NA	NA	NA	NA	NA
Ressuage (PT)	NA	TB	NA	NA	NA	NA	NA	M à TB
Emission Acoustique (AT)	NA (Corrosion active détectable)	P à TB (si évolutif)	P à TB (si évolutif)	P à TB (Microfissures si évolutives)	NA	NA	P (si évolutif)	TB (en marche si corrosion active)
Radiographie X ou γ (RT)	P à TB	P à M	P à M	NA	NA	NA	NA	M
Contrôles Dimensionnels	NA à TB	NA	NA	NA	NA	M à TB	NA à P	NA
Métallographie / Répliques	NA	P à M	NA	M (microfissures débouchantes)	M à TB	NA	NA	NA
Mesures de dureté	NA	NA	NA	NA	P à TB	NA	NA	NA

⁶ Méthode généralement utilisable sur les surfaces extérieures accessibles permettant la détection, mais pas la mesure

⁷ Les mesures d'épaisseur par US en dessous de DN50 doivent être considérées avec précaution

⁸ Généralement limités aux éléments d'épaisseur > 12 mm + limites matériaux (à confirmer)

⁹ Permet de déterminer une perte globale de section de tuyauteries. Utilisable à distance sur parties inaccessibles

B - MATERIAUX NON METALLIQUES

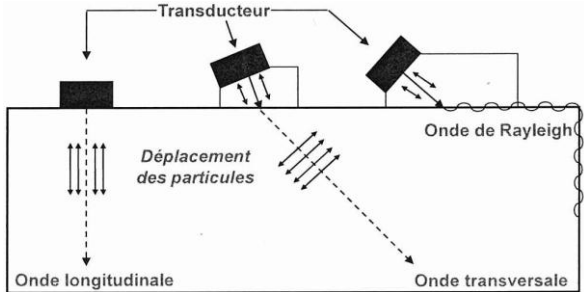
Type de défauts recherchés / Degré d'efficacité des méthodes de contrôles (*)									
Techniques de contrôle	Revêtements organiques sur acier				Plastiques et SVR				
	Mesures de perte d'épaisseur	Porosités débouchantes	Fissuration	Gonflement (organiques)	Décohésions et ruptures de fibres (SVR)	Délaminage (SVR)	Dissolution	Fissuration	Gonflement
Examen visuel	P	P	M	M à TB	P	P	TB	P	M à TB
Ultrasons (ondes longitudinales)	NA	NA	NA	NA	NA	M (e < 25 mm)	P	NA	NA
Thermographie infrarouge	NA	NA	NA	NA	NA	P à M	M	NA	P
Emission acoustique	NA	NA	NA	NA	TB	TB	NA	TB	P
Induction électromagnétique	TB (substrat ferromagnétique)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Courants de Foucault	TB (substrat non ferromagnétique)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Radiographie X ou γ (RT)	NA	NA	P (sur PVC et PVDF)	NA	NA	NA	P	P à M	M
Diélectrique (peigne ou éponge)	NA	TB	TB	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ressuage (attention à compatibilité des produits)	NA	M P	M	NA	NA	NA	NA	M à TB	NA


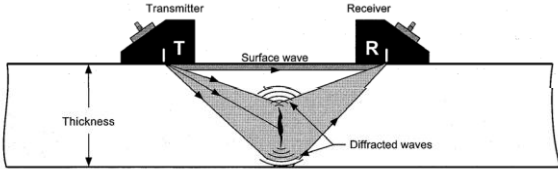
(*) s'agissant de tuyauteries, le degré d'efficacité des méthodes de contrôle dépend en premier lieu de l'accessibilité des surfaces à contrôler

Légende des annotations : **P = Possible** : La méthode de contrôle peut être utilisée, mais elle peut ne pas être fiable.
M = Moyenne : La méthode de contrôle peut être utilisée, sa sensibilité est moyenne, des défauts naissants peuvent ne pas être détectés.
TB = Très Bonne : La méthode de contrôle est bien ou très bien adaptée à la détection du défaut recherché.
NA = Non applicable : La méthode de contrôle n'est normalement pas adaptée à la recherche du type de défaut.

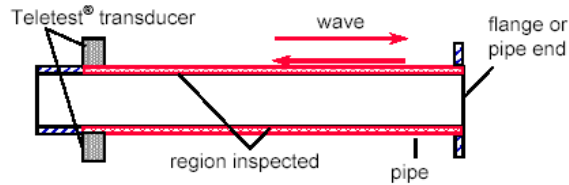
Annexe 3 : Description succincte des principales techniques de contrôle

Cette liste n'est pas exhaustive. Les techniques de contrôle sont détaillées dans le guide UIC DT75.

Définition	Remarque / Description	Domaine d'application
<p>Examen visuel</p>	<p>L'examen visuel est le plus simple et le premier des procédés de contrôle et doit précéder tout autre type d'investigation. Il consiste à examiner à l'œil nu dans des conditions d'éclairage satisfaisantes et à la distance appropriée la surface des matériaux, soudures, équipements...préalablement nettoyée si besoin.</p> <p>Il peut être complété par l'utilisation de moyens optiques : loupe, binoculaire, endoscope,</p>	<p>Sans limitation, sur toute partie externe et interne accessible</p>
<p>Contrôle par ultrasons (Généralités)</p> 	<p>Les ultrasons sont émis au moyen de transducteurs (ou palpeurs) contenant un élément piézoélectrique qui transforme un courant électrique alternatif en oscillations mécaniques.</p> <p>En présence de variations des caractéristiques du milieu, les ondes voient leur propagation perturbée selon les lois de la réflexion – réfraction – absorption : l'onde incidente arrivant à l'interface entre 2 milieux, transmet une partie de son énergie au second milieu et en réfléchit une partie dans le premier.</p> <p>Les ultrasons, aux fréquences utilisées (1 à 10 MHz) ne se propagent pas dans l'air. Cette particularité est exploitée lorsque l'onde rencontre un défaut (fissure, inclusion...) ou l'autre face de la pièce.</p> <p>En revanche, pour assurer leur passage entre le transducteur et la pièce à contrôler, il faut placer entre les deux un milieu dit de couplage : graisse, huile, gels spéciaux...</p> <p>La méthode la plus usuellement employée est la méthode "par réflexion" qui n'utilise qu'un seul transducteur jouant simultanément le rôle d'émetteur et de récepteur.</p> <p>Le contrôleur analyse la propagation et doit pouvoir distinguer les échos provenant de la géométrie de la pièce (face opposée, etc.) des échos pouvant provenir d'une anomalie. L'amplitude des signaux d'échos est en relation avec le pouvoir réfléchissant du réflecteur et dépend de diverses caractéristiques : nature, grandeur, forme, orientation...</p> <p>La position et l'amplitude d'un écho ne permettent l'interprétation que si l'appareil est convenablement réglé et son bon fonctionnement vérifié périodiquement. L'amplitude d'un écho n'est jamais mesurée en absolu mais toujours comparée à l'amplitude de l'écho d'un réflecteur bien défini (bloc étalon, défaut type connu...)</p>	<p>Voir les différentes méthodes</p>

<p>Contrôle par ultrasons (ondes longitudinales)</p> 	<p>L'onde ultrasonore longitudinale traverse le matériau perpendiculairement à sa surface et est réfléchi par l'autre face. Le temps mis par l'onde pour parcourir l'aller-retour permet de calculer l'épaisseur.</p> <p>La méthode permet également la détection de défauts plans sensiblement parallèles à la surface (dédoublures)</p> <p>Tenir compte des protections anti-corrosions sur chacune des faces</p>	<p>Mesure d'épaisseur de nombreux types de matériaux</p> <p>Recherche de corrosions</p> <p>Applicable sur tous les éléments de la tuyauterie</p> <p>A réserver aux diamètres > 1"</p> <p>Détection de délaminages.</p>
<p>Contrôle par ultrasons (ondes transversales)</p>	<p>En raison de la forme des assemblages soudés et de l'orientation la plus fréquente des défauts (fissures, manques de liaison) qui sont susceptibles d'être rencontrés, le contrôle par ultrasons des soudures est généralement effectué au moyen d'un faisceau d'ondes transversales obliques (palpeurs d'angle)</p>	<p>Essentiellement contrôle des soudures.</p>
<p>Contrôle par ultrasons (TOFD)</p> 	<p>Cette méthode utilise les échos de diffraction générés aux extrémités des défauts pour détecter et déterminer la taille des défauts. Deux transducteurs sont utilisés en tandem sur la même face de la pièce à contrôler. En effet, les échos de diffraction sont moins sensibles à l'angle d'incidence sur le défaut que les échos de réflexion directe.</p>	<p>Contrôle des soudures en service : recherche de défauts de fatigue...</p>

Contrôle par ultrasons (ondes guidées)



Les ondes guidées générées dans le matériau se propagent entre les parois de la pièce à contrôler.

La présence d'une variation d'épaisseur (ou d'une courbure excessive) induit une réflexion de l'onde émise.

L'analyse des signaux reçus (temps de parcours et amplitude) permet de repérer les zones suspectes.

Les ondes sont générées par une série de capteurs disposés sur toute la circonférence de la tuyauterie, sur une partie accessible (hors-sol d'une canalisation par exemple).

Un relevé préalable des particularités de la ligne doit être fait pour permettre l'identification des échos dus à des causes "normales" (piquage, soudure,...). Ces échos naturels peuvent servir d'étalons d'amplitude et de distance.

Recherche de perte d'épaisseur due à la corrosion

Dans certains cas, le contrôle peut porter sur des tuyauteries de plusieurs dizaines de mètres de long.

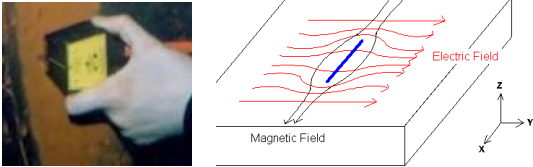

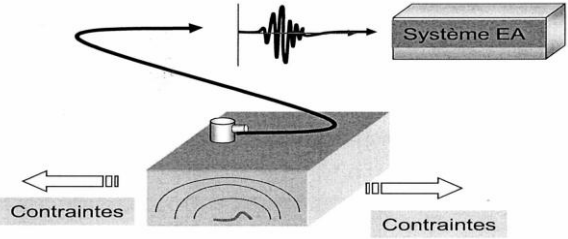
NB : indication d'une réduction significative de section


Magnétoscopie



Cette méthode se base sur les forces magnétiques et ne permet de mettre en évidence que des défauts sous-jacents ou situés à la surface des matériaux magnétiques. En magnétisant la pièce à contrôler, les lignes de forces sont perturbées à l'endroit de chaque discontinuité (fissure ou inclusion non magnétique). Les petites particules de fer d'une suspension de limaille de fer (révélateur), répandue sur la surface, se concentrent là où les lignes de forces émergent.

Recherche de défauts de surface ou sous-jacents, sur tout matériau magnétisable

<p>Contrôle par ACFM (Alternating Current Field Measurement)</p> 	<p>Cette méthode est une alternative à la magnétoscopie</p> <p>Contrôle de surface d'une soudure par perte de flux magnétique associée aux courants de Foucault</p> <p>La technique consiste à générer un champ magnétique par l'intermédiaire d'un courant induit et à mesurer la perturbation de ce champ lors du passage de la sonde au voisinage d'un défaut débouchant. Cette technique de contrôle est utilisable sans contact, ni agent de couplage et en présence d'un revêtement.</p>	<p>Recherche de défauts de surface sur tout matériau magnétisable</p>
<p>Ressuage</p> 	<p>Le ressuage consiste à appliquer un liquide coloré (le pénétrant) qui pénètre dans les défauts (fissures, porosités, piqûres...). Après un nettoyage de l'excédant, un révélateur est appliqué à son tour, qui aspire le liquide restant dans les défauts et permet ainsi de les localiser.</p> <p>La méthode ne permet de détecter que des défauts débouchant à la surface. Elle ne permet pas de les dimensionner précisément.</p>	<p>Toute surface non excessivement poreuse ou rugueuse</p> <p>Pour les matériaux plastiques, s'assurer de la compatibilité des produits</p>
<p>Emission acoustique</p> 	<p>L'émission acoustique permet la détection des ondes ultrasonores qui résultent d'une libération d'énergie accompagnant l'évolution d'un endommagement (plastification, propagation de fissure, corrosion) ou l'activité d'un autre processus irréversible (fuite...). Ces ondes sont détectées par les capteurs installés sur la tuyauterie. Le traitement des informations fournies par les capteurs localise les sources génératrices de bruits.</p> <p>Elle ne détecte que des processus actifs et est donc adaptée à la surveillance (Monitoring).</p> <p>Des contrôles complémentaires sont nécessaires pour caractériser les sources émissives.</p>	<p>Détection de défauts évolutifs lors de chargement exceptionnel,</p> <p>Détection de fuites,</p> <p>Détection de corrosions actives.</p>

<p>Radiographie</p> 	<p>La radiographie est une méthode qui utilise la propriété des rayons X ou γ de faible longueur d'onde, aptes à traverser la matière.</p> <p>L'intensité du rayonnement est modifiée durant sa traversée selon qu'il rencontre le matériau sain ou les défauts inclus. Ce phénomène est appelé "absorption différentielle".</p> <p>Le récepteur radiographique placé derrière l'objet enregistre les variations du faisceau émergent ce qui se traduit par une image comportant des différences de densité ou contraste, montrant les imperfections de la matière.</p> <p>Ce contraste entre l'image d'un domaine contenant un défaut et celle d'un domaine exempt de défaut permet à l'observateur de distinguer l'imperfection.</p>	<p>Détection de la corrosion interne ou externe des tuyauteries calorifugées ou non</p> <p>Recherche d'obstructions de tuyauteries ou d'accessoires</p> <p>Contrôle de position d'accessoires (clapets...)</p> <p>Contrôles de soudures</p>
<p>Contrôle à la jauge de profondeur</p>	<p>Méthode de mesure manuelle des pertes d'épaisseur.</p> <p>Une jauge étalonnée et précise au $1/10^{\text{ème}}$ de mm permet de mesurer la profondeur d'un chancre de corrosion par exemple. Ce contrôle est complété par une mesure d'épaisseur par UT juste à proximité de manière à calculer l'épaisseur de métal résiduelle en fond de chancre.</p>	<p>Cratères et chancres de corrosion</p>

Annexe 4 : Exemple de fiche d'inspection et contrôle de tuyauterie

Repère tuyauterie :		N° PID :	N° Rapport :
Localisation (Venant de Allant vers.....)		N° ISO :	
Type de tuyauterie	Revêt. externe	Revêt. interne	Statut réglementaire :
Peinture	-----	-----	Non soumis AM 15/3/2000
Calorifuge	-----	-----	Soumis AM 15/3/2000
Frigorifuge	-----	-----	Soumis avec RP
Autre (préciser)	-----	-----	Autre (préciser)
Pièces jointes :			Visité par :
Schémas avec détail des constatations	-----		Date :
PV CND	-----		Signature :
Autres (préciser)	-----		Validé par :
			Date :
			Signature :

INSPECTION - Repérer anomalies rencontrées sur schémas	Fait	PLAN D'ACTION	
		Oui	Non
Aspect général externe de la tuyauterie Aspect / état apparent / déformations / état de la peinture. Zones sous calorifuge / frigorifuge : attention particulière sur zones affectées directement et potentiellement, points singuliers Repérer zones avec agressions extérieures :			
Supportage Etat général pour tous types de supports			
Accessoires - boulonnerie - robinetterie Etat général des accessoires installés sur la tuyauterie			
Vérification intérieure Examen visuel des parois internes à partir des orifices rendus accessibles			
CND réalisés - préciser référence des rapports - mesures US - radiographies - ressuage - autres : préciser			

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	COMMENTAIRES
Conclusions - évaluation de l'état de la tuyauterie à partir des résultats des examens visuels et des CND - autorisation de maintien / remise en service	
Recommandations - contrôles complémentaires - travaux de remise en état - adaptation des conditions de service - modification du programme de contrôle (plan d'inspection)	

Annexe 4

Notes explicatives pour utilisation de la fiche d'inspection et de contrôle

Aspect général de la tuyauterie

Aspect / état apparent / déformations / état du revêtement externe :

- parties droites
- piquages : contrôler la libre dilatation
- lyres et compensateurs de dilatation
- parties enterrées accidentellement, partiellement recouvertes (faire dégager)
- zones fréquemment inondées : faire drainer (caniveaux, ...)
- zones particulières liées aux modes de dégradation externe

Zones sous calorifuge / frigorifuge : attention particulière sur zones affectées directement et potentiellement, points singuliers :

- étanchéité du revêtement : repérer zones à réparer / remplacer (oxydes, défauts visibles)
- revêtement dégradé : dépose, inspection complémentaire, remplacement
- conformité trappes de visites (état, étanchéité)
- bras morts, points bas, tronçons à service intermittent
- petits piquages : événements, purges
- zones humides : zones froides (température proche de 0°C), potentiellement inondées
- proximité des arrêts d'isolants
- utilité maintien calorifuge sur zones à température modérée

Zones avec agressions extérieures :

- défaut de protection contre les intempéries
- eau de ruissellement : identifier l'origine (purgeurs, fuites d'eau, ...)
- environnement agressif ou corrosif : torches, proximité des tours aéroréfrigérantes, ...
- proximité de zones froides : condensation, zones fréquemment glacées, ...
- zones d'égouttures au droit des points bas

Zones soumises à vibrations et concentrations de contraintes :

- coups de bélier
- vibrations visibles ou déplacements de la tuyauterie
- absence de goussets sur petits piquages soumis à vibrations
- supports / butées / fondations inefficaces
- signes de fissures au droit des piquages, des supports ou d'autres discontinuités
- asymétries de la périphérie de la tuyauterie
- bruit excessif induit par un débit

Zones particulières à traiter avec plan de contrôle spécifique à appliquer :

- bouts morts procédé : by-pass, lignes de démarrage, circuits pour manœuvres, ...
- zones stagnantes : bras morts non isolables des circuits non utilisés (à faire supprimer dès que possible)
- points d'injection et de mélange
- zones d'érosion et corrosion / érosion
- changement de direction, réductions (selon procédé : fluides corrosifs, ...)
- autres points particuliers définis en fonction des modes de dégradation retenus

Lignes enterrées, traversées de route, de murs coupe-feu, de merlons :

- si revêtement existant : inspection aux extrémités
- si pas de revêtement : sondages dans le sol des zones représentatives

Lignes dans buses / fourreaux ou sous ponceaux :

- si revêtement existant : inspection aux extrémités
- si pas de revêtement : ouverture ou extraction pour inspection des zones représentatives

Supportage

Etat général pour tous types de supports :

- peinture / corrosion
- cassures / déformations / distorsions / fissures / surcharges
- état des colliers, cavaliers (corrosion, desserrage, ...)

Patins de glissement :

- positionnement sur supports
- état liaison avec tuyauterie ; fissures, cassures, arrachements, ...

Supports à ressorts ;

- état des ressorts, positionnement,...
- absence de blocage, goupille...

Tuyauteries sans patin : corrosion / usure tuyauterie au droit des supports : traces de rouille, foisonnement, ...

Supports tubes :

- état parties non peintes
- obturation, condensation

Points fixes : état liaison avec tuyauterie (fissures, cassures, arrachements, ...)

Plots de supports et ancrages : enfoncements, bourrelets, fissurations, ...

Accessoires - boulonnerie - robinetterie

- antennes - raccords - selles de renfort
- goussets
- robinets - vannes
- filtres - purgeurs
- compensateurs de dilatation
- boulonnerie : état, serrage, ...
- brides : fuites éventuelles, défaut d'alignement ou de parallélisme, ...
- prises de pression et température (doigts de gants)
- traçage vapeur / électrique
- boîtes d'obturation de fuites

Annexe 5

Exemples de défauts détectables par Exploitants

La corrosion externe de tuyauteries en acier au carbone, calorifugée ou non, est le mode de dégradation le plus couramment rencontré dans les raffineries et usines chimiques.

Pour un composant dont la perte de confinement peut avoir des conséquences importantes, il est indispensable de connaître les dégradations susceptibles d'être engendrées soit par des facteurs externes environnementaux, soit par les conditions opératoires.

Cette annexe peut servir de guide pour un premier examen visuel et pour estimer les effets de la corrosion externe des tuyauteries en acier au carbone. Elle permet d'attirer l'attention de l'observateur (opérateur, technicien de maintenance) sur des anomalies types qu'il peut rencontrer.




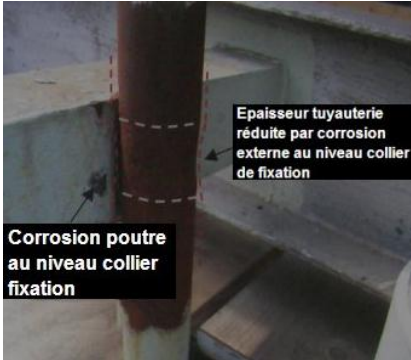




Photo	Description et caractéristiques	Niveau de corrosion
	<p>Presse étoupe fuyarde. Trou formé sur l'enveloppe calorifuge. Corrosion sous calorifuge créée et accélérée par l'humidité piégée</p>	<p>Corrosion moyenne à forte en fonction de la température de la ligne calorifugée</p>
	<p>Calorifuge dégradé et démonté partiellement</p>	<p>Corrosion faible à moyenne en fonction de la température des lignes</p>
	<p>Ligne sortie de ses supports. Guidage manquant.</p>	<p>Risque de dommages mécaniques.</p>

Photo	Description et caractéristiques	Niveau de corrosion
 <p>Epaisseur tuyauterie réduite par corrosion externe au niveau collier de fixation</p> <p>Corrosion poutre au niveau collier fixation</p>	<p>Corrosion externe de la tuyauterie au niveau de la poutre verticale. Défaut de supportage dû au collier de fixation manquant.</p> <p>Boulonnerie très corrodée et manquante. Aspect lisse de la surface en contact entre ligne et poutre</p>	<p>Corrosion atmosphérique et usure mécanique</p>
	<p>Tuyauterie verticale très corrodée au niveau anneau de supportage.</p> <p>Accumulation de produit de corrosion sous l'anneau.</p>	<p>Corrosion atmosphérique moyenne</p>
	<p>Support métallique très corrodé.</p> <p>Corrosion de la ligne au niveau du support</p>	<p>Corrosion au contact métal – métal potentiellement forte</p>
	<p>Usure de la ligne au niveau du point de contact avec structure métallique</p>	<p>Corrosion et usure au contact métal – métal potentiellement forte</p>
 <p>Boulons manquants</p>	<p>Boulons manquants sur colliers provoquant un manque de supportage de la ligne.</p> <p>Formation de croûte de corrosion sur la surface externe. La surface affectée peut paraître lisse et brillante</p>	<p>Corrosion atmosphérique et usure au niveau contact métal – métal.</p> <p>Risque de fatigue mécanique</p>