



CTNIIC
COMITE TECHNIQUE NATIONAL
De l'inspection dans l'industrie chimique

Suivi en exploitation des Equipements Sous Pression
par un service inspection reconnu

Application des dispositions de l'article 19 du décret du 13 décembre 1999
et des articles 10 §4 et 21 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié

Guide pour l'établissement d'un plan d'inspection

**permettant de définir la nature et les périodicités
d'inspections périodiques et de requalifications
pouvant être supérieures à cinq et dix ans**

**Document DT 84 - Février 2010
Révision B-01**

UNION DES INDUSTRIES CHIMIQUES
14 rue de la république
92800 PUTEAUX

**UNION FRANCAISE
DES INDUSTRIES PETROLIERES**
4 avenue Hoche
75008 PARIS

AVERTISSEMENT

Ce document technique ne doit pas être considéré comme exhaustif. Établi de bonne foi, il doit être utilisé comme un guide qui devra dans chaque cas particulier être complété ou adapté et vérifié.

L'Union des Industries Chimiques, l'Union Française des Industries Pétrolières et le Comité Technique National de l'Inspection dans l'Industrie Chimique n'acceptent pas de responsabilité dans l'usage qui sera fait de ce document.

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

INTRODUCTION

Le suivi en service des équipements sous pression est assuré de longue date, dans certains établissements des industries pétrolière et chimique, par des Services Inspection technique internes confirmés qui, pour définir les modalités de surveillance en exploitation, s'appuient sur un important retour d'expérience interne, société, groupe, professionnel, du comportement des équipements. La mise en œuvre des modalités de surveillance ainsi définies permet de garantir le haut niveau de sécurité recherché des équipements suivis.

Ces services peuvent être reconnus par les préfets en application des dispositions du décret du 13 décembre 1999 selon des modalités portées dans la circulaire ministérielle DM-T/P n° 32510 du 21 mai 2003 relative à la "Reconnaissance d'un Service Inspection d'un établissement industriel". Cette circulaire précise les critères généraux auxquels doivent notamment satisfaire ces services avec notamment l'engagement du Chef d'établissement sur une politique globale d'inspection, l'organisation, le fonctionnement du service et ses relations avec l'administration.

Les modalités de suivi des équipements sous pression qu'un industriel, disposant d'un Service Inspection Reconnu (SIR), peut appliquer sont indiquées dans :

- ▶ l'article 19 du décret du 13 décembre 1999
- ▶ le titre III "Inspections périodiques" de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié
 - article 10 §4
 - article 11 §2
- ▶ le titre V "Requalifications périodiques" de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié
 - article 21
 - article 23 §4

Elles s'appuient en particulier sur l'élaboration et la mise en œuvre de plans d'inspection.

C'est dans un "**plan d'inspection**" que doivent être justifiées et détaillées les modalités (natures, localisations, étendues et périodicités) de surveillance en exploitation d'un équipement sous pression, précisées les données d'interprétation et d'exploitation des résultats obtenus.

Les plans d'inspection ont valeur réglementaire. Les dispositions de ces plans se substituent aux dispositions réglementaires générales de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié.

Le "Guide pour l'établissement d'un plan d'inspection" commun à l'UIC et l'UFIP, référencé UIC document DT 32 Révision 2 de juin 2008, permet de retenir des périodicités d'inspection et de requalification de respectivement au plus 5 et 10 ans.

Le présent guide décrit une méthode qui permet d'élaborer et de réviser les plans d'inspection des équipements sous pression d'un site des industries pétrolières, pétrochimiques et chimiques, soumis à surveillance d'un Service Inspection Reconnu, et de retenir des périodicités d'inspection et de requalification pouvant être supérieures à respectivement 5 et 10 ans.

Il a vocation à être approuvé par le ministre chargé de la sécurité industrielle. Il répond aux exigences de la DM-T/P n° 32510, relative à la reconnaissance du Service Inspection d'un site industriel, pour ce qui concerne les exigences d'établissement des plans d'inspection des équipements soumis à l'arrêté du 15 mars 2000 modifié.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
1 Objet du présent guide	9
2 Domaine d'application	9
2-1. Unités concernées.....	9
2-2. Equipements concernés	9
3 Dispositions nécessaires à l'application de la méthode	9
4 Méthode d'élaboration d'un plan d'inspection	10
4-1. Procédure d'élaboration des plans d'inspection.....	10
4-2. Contenu d'un plan d'inspection.....	11
4-3 Elaboration des plans d'inspection.....	11
4.3.3.1 Détermination de la catégorie de probabilité de défaillance.....	13
4.3.3.2 Détermination de la catégorie de conséquence de défaillance	14
4-3-6-1 Modalités des inspections périodiques	18
4-3-6-2 Modalités des requalifications périodiques	19
4-3-6-3 Modalités de décalorifugeage.....	20
4-3-6-4 Modalités particulières applicables aux inspections et requalifications périodiques.....	20
5 Gestion du retour d'expérience	21
5-1 Expérience cumulée	21
5-2 Expérience réactualisée.....	22
6 Révision des plans d'inspection	23
7 Documentation	24
8 Révision du guide	24
Annexe 0	25
Annexe 1	28
Annexe 2	36
Annexe 3	40
Annexe 4	42
Annexe 4-1.....	42
Annexe 4-2.....	50
Annexe 4-3.....	55
Annexe 4-4.....	56
Annexe 5	59
Annexe 6	63

Titres des annexes

0. Tableau de l'état des révisions du guide
1. Principaux modes de dégradation des matériaux métalliques et non métalliques
2. Adéquation des techniques contrôle non destructifs aux types de dommages recherchés
3. Retours d'expérience en inspection de l'UIC/CTNIIC et de l'UFIP/GEMER
4. Dispositions applicables à certaines familles d'équipements
 - 4.1 revêtus intérieurement
 - 4.2 qui contiennent des catalyseurs, absorbants, garnissages ou internes
 - 4.3 qui contiennent des fluides non corrosifs vis à vis de la paroi
 - 4.4 qui peuvent ne pas faire l'objet de ré-épreuve de requalification
5. Conditions opératoires critiques limites
6. Règles de décalorifugeage des équipements lors des inspections et requalifications périodiques

Abréviations utilisées

ACFM	Alternating Current Field Measurement
AFIAP	Association Française des Ingénieurs en Appareils à Pression
APITI	Association pour la Promotion de l'Inspection Technique chez les Industriels
AUBT	Attenuation Ultrasonic Backscattering Technique.
BSEI	Bureau de la Sécurité des Equipements Industriels
CND	Contrôles Non Destructif
CTNIIC	Comité Technique National de l'Inspection dans l'Industrie Chimique
CTP	Cahier Technique Professionnel
COCL	Conditions Opératoires Critiques Limites
DM-T/P	Décision Ministérielle Technique Pression
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ESP	Equipements sous pression soumis suivis par le SIR
ESS	Ensemble des équipements Soumis à Surveillance du SIR
GBP-EA	Guide des bonnes pratiques de l'émission acoustique
GEA	Groupe émission acoustique de l'AFIAP
GEMER	Groupement d'Etude des Matériaux en Raffinerie
GESIP	Groupement d'Etude de la Sécurité dans les Industries Pétrolières
GTSV	Groupe Technique Sécurité des Vapocraqueurs
IBC	Inspection Basée sur la Criticité
NACE	National Association of Corrosion Engineers
IP	Inspection Périodique
PCF	Plan de Circulation des Fluides
PID	Piping and Instrumentation Diagram (schéma des tuyauteries et instrumentation)
RP	Requalification Périodique
SIR	Service Inspection Reconnu
TOFD	Time Of Flight Diffraction
UFIP	Union Française des Industries Pétrolières
UIC	Union des Industries Chimiques

DEFINITIONS

Boucle d'iso dégradation

Une boucle d'iso dégradation est un ensemble d'équipements interconnectés qui ont des conditions de service proches (pression, température, fluides en contact...) et qui sont réalisés dans des matériaux de comportement similaire vis à vis des fluides en contact. Ces équipements sont dits à mode commun de dégradation.

Condition Opératoire Critique Limite (COCL)

Extrait de l'annexe de la DM-T/P n° 32510, § 3.1

« Seuil fixé à un paramètre physique ou chimique (température, pH, vitesse de fluide, concentration d'un contaminant) qui, s'il est dépassé, peut avoir un impact notable sur le comportement, sur l'état ou l'endommagement de l'équipement, ou peut entraîner l'apparition d'un nouveau phénomène de dégradation »

Conditions de service

Les conditions de service comportent les conditions normales d'exploitation y compris les phases de démarrage, d'arrêt, de remise en service et les transitoires.

Equipements Sous Pression (ESP)

Extrait de l'annexe de la DM-T/P n° 32510, § 3.1

« Les récipients, appareils à pression, générateurs de vapeur, tuyauteries faisant l'objet de dispositions de suivi en service en application :

- *du titre III du décret du 13 décembre 1999,*
- *des décrets du 2 avril 1926 ou du 18 janvier 1943 pour les appareils exclus du titre II du décret du 13 décembre 1999, en application de l'article 2 (§IV), par exemple les récipients à pression simples.*

Cette définition inclut également les accessoires sous pression ou ceux de sécurité, tels que définis à l'article 1^{er} (points d et e) du décret du 13 décembre 1999, associés à ces équipements sous pression »

Equipements soumis à surveillance d'un SIR (ESS)

Extrait de l'annexe de la DM-T/P n° 32510, § 3.1

« Les ESP ainsi que tout autre équipement sous pression soumis à une surveillance volontaire de la part de l'exploitant »

Equipements témoins

Pour un ensemble d'équipements similaires, c'est-à-dire

- de conception et de fabrication semblable (même matériau, procédés de fabrication identiques ou voisins),
- appartenant à une même boucle d'iso dégradation ou faisant l'objet d'un même plan d'inspection,
- exploités dans les mêmes conditions,
- à mode commun de dégradation,

le ou les équipements témoins de l'ensemble sont ceux qui seraient les premiers concernés si des dommages venaient à se produire.

Inspection

Extrait de l'annexe de la DM-T/P n° 32510, § 3.1

« Ensemble prédéterminé de dispositions à mettre en œuvre, en service ou à l'arrêt, pour assurer la maîtrise de l'état d'un équipement ou d'un groupe d'équipements dans les conditions de sécurité requises »

A ne pas confondre avec "inspection périodique" et "inspection de requalification" au sens réglementaire de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié.

Plan d'inspection

Extrait de l'annexe de la DM-T/P n° 32510, § 3.1

« Document qui définit l'ensemble des opérations prescrites par le Service Inspection pour assurer la maîtrise, l'état et la conformité dans le temps d'un équipement sous pression ou d'un groupe d'équipements sous pression soumis à surveillance »

Unité

Unité d'exploitation au sens des arrêtés préfectoraux d'exploitation comportant un ensemble d'équipements sous pression gérés par un même exploitant et suivi par un service inspection reconnu.

DOCUMENTS DE REFERENCE

- Décret n° 99-1046 du 13 décembre 1999 relatif aux équipements sous pression
- Arrêté ministériel du 15 mars 2000 modifié relatif à l'exploitation des équipements sous pression
- Circulaire DM-T/P n° 32510 du 21 mai 2003 « Equipements sous pression. Reconnaissance du service inspection d'un établissement industriel »
- Circulaire BSEI n° 06-080 du 06 mars 2006 « Réglementation des équipements sous pression. Conditions d'application de l'arrêté du 15 mars 2000 relatif à l'exploitation des équipements sous pression, modifié en dernier lieu par l'arrêté du 30 mars 2005 »

1 Objet du présent guide

Ce guide comporte

- les exigences à prendre en compte par un service inspection reconnu pour établir sa méthode lui permettant de définir dans ses plans d'inspection, à partir d'une étude de criticité, la nature et la périodicité des actions d'inspection des équipements sous pression en application des dispositions des articles 10 §4 et 21 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié et de la circulaire ministérielle n° 32510 du 21 mai 2003
- les conditions d'application de l'article 11 §2 de l'arrêté ministériel du 15 mars 2000 modifié.

Il complète les dispositions décrites dans la circulaire ministérielle n° 32510. Il ne reprend pas les modalités de mise en application des plans d'inspection et d'interprétation des résultats des inspections.

Les périodicités des inspections et requalifications définies dans les plans d'inspection des ESP ne peuvent excéder respectivement 6 et 12 ans à l'exception des inspections périodiques des tuyauteries dont la périodicité est laissée à l'initiative du service inspection dans le cadre de ses procédures, et de certains équipements spécifiques traités au chapitre 4.3.6.5. Ces limites pourront évoluer dans le cadre de révisions du présent guide sur la base de la prise en compte des retours d'expérience des unités concernées.

2 Domaine d'application

2-1. UNITES CONCERNEES

Les dispositions du présent guide ne peuvent être appliquées qu'aux unités ressortissant de l'UFIP ou de l'UIC qui disposent d'un service inspection reconnu depuis au moins 5 ans.

Pour une unité donnée, un SIR doit élaborer l'ensemble des plans d'inspection en application d'un même guide, le choix du guide retenu doit faire l'objet d'un enregistrement.

2-2. EQUIPEMENTS CONCERNES

Les dispositions du présent guide peuvent s'appliquer à tout équipement sous pression qui entre dans le champ d'application de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié. Ces équipements doivent faire l'objet d'un suivi en service afin de maintenir un niveau de sécurité élevé au cours de leur exploitation.

Par exception, l'établissement de plans d'inspection pour les équipements sous pression tels que les extincteurs, bouteilles d'échantillon, bouteilles d'air des ARI, bouteilles d'oxygène médical, bouteilles de système d'extinction d'incendie n'est pas obligatoire dans la mesure où le suivi de ces équipements est conforme aux dispositions de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié. Ces équipements demeurent sous la surveillance du service inspection.

Ces dispositions peuvent également être appliquées pour la définition des modalités de surveillance des "équipements soumis à une surveillance volontaire de la part de l'exploitant", bien que n'entrant pas dans le domaine de soumission des textes précités. Dans l'éventualité où un SIR ne retiendrait pas les dispositions du présent guide pour l'élaboration des plans d'inspection de ces équipements, les modalités retenues doivent être décrites dans des procédures internes au service.

3 Dispositions nécessaires à l'application de la méthode

Le présent guide précise les diverses étapes d'élaboration et de révision d'un plan d'inspection. Il propose une méthode d'inspection basée sur la criticité (IBC) qui permet de favoriser une homogénéité entre les plans d'inspection élaborés par les SIR des différents établissements qui l'appliquent.

Cette démarche s'appuie sur trois données principales :

► **les modes de dégradation**

Les modes de dégradation d'un équipement sous pression dépendent notamment, du couple matériau/fluide en présence, des conditions de service, des sollicitations extérieures, des particularités et conditions de fabrication de l'équipement et de son environnement. Ils sont pris en compte pour définir les natures, étendues et localisations des inspections et contrôles à mettre en œuvre afin de détecter, estimer leurs effets et de suivre les éventuelles évolutions des dégradations engendrées avant qu'elles ne soient nocives.

► **la criticité**

Elle intègre les notions de catégorie de probabilité et catégorie de conséquence de défaillance de l'équipement. Elle permet au service inspection d'optimiser l'effort d'inspection afin de limiter au mieux les risques inhérents à la défaillance d'un équipement. La criticité impacte en particulier la périodicité et la nature des actions de surveillance.

► **le retour d'expérience**

La prise en compte du retour d'expérience contribue à une meilleure maîtrise des modes de dégradation et de leurs effets; elle permet de :

- préciser, voire compléter les hypothèses retenues pour affecter la criticité,
- identifier des modes de dégradation non retenus précédemment,
- adapter les plans d'inspection et, en conséquence,
- retenir des contrôles plus pertinents.

Les modalités de surveillance en exploitation sont ainsi optimisées.

4 Méthode d'élaboration d'un plan d'inspection

4-1. PROCEDURE D'ELABORATION DES PLANS D'INSPECTION

Le SIR doit disposer d'une procédure d'élaboration et de révision de ses plans d'inspection qui intègre toutes les exigences décrites dans le présent document ainsi que celles prévues au point 11 de l'annexe à la DM-T/P n° 32510. Sur la base du dossier de l'équipement, les principales étapes de la méthode sont :

- la sélection, le classement et éventuellement le regroupement, par exemple en boucles d'iso dégradation, des équipements,
- l'identification des modes de dégradation, en prenant notamment en compte le retour d'expérience,
- l'estimation des catégories de probabilité et de conséquence de défaillance des équipements,
- l'affectation de la criticité,
- le choix des modalités de surveillance (natures, localisations, étendues et périodicités) à réaliser en marche et/ou à l'arrêt, notamment celles des inspections et requalifications périodiques,
- la révision des plans d'inspection.

Pour ce faire, le SIR doit :

- être composé de personnel habilité disposant des compétences requises, des moyens adaptés pour maîtriser l'élaboration et la révision des plans d'inspection,
- avoir accès aux données nécessaires à l'élaboration des plans d'inspection. Lorsque nécessaire, les dossiers des équipements sont complétés,
- pouvoir, pour les équipements à modes de dégradation spécifiques et lorsque nécessaire, faire appel à des spécialistes internes ou externes au groupe selon des modalités décrites dans la procédure. Il peut s'agir de spécialistes dans les domaines du comportement des matériaux, des contrôles non destructifs..
- prendre en compte le retour d'expérience interne et externe à son site lors de l'élaboration et de la révision des plans d'inspection.

Un plan d'inspection peut se présenter sous forme d'un document unique ou d'un ensemble structuré de documents sous forme papier et/ou informatique. La structure des plans d'inspection est décrite dans la procédure du service inspection.

4-2. CONTENU D'UN PLAN D'INSPECTION

Un plan d'inspection précise ou justifie notamment :

- ▶ les caractéristiques de l'équipement,
- ▶ les modes de dégradation susceptibles d'affecter chaque équipement,
- ▶ les catégories ou niveaux de probabilité et de conséquence de défaillance,
- ▶ la criticité de chaque équipement,
- ▶ les actions de surveillance à réaliser sur les équipements en service et/ou à l'arrêt, notamment
 - les natures et périodicités des inspections et requalifications,
 - les types, localisations, étendues..., des contrôles non destructifs et leurs périodicités,
- ▶ les critères et seuils associés aux contrôles et essais,
- ▶ les éventuelles conditions opératoires critiques limites des équipements (COCL) et les seuils associés.

Par ailleurs,

- ▶ les conditions particulières de préparation des équipements pour la réalisation des contrôles ou de remise en service,
- ▶ les modalités de suivi des instruments associés aux éventuelles COCL,
- ▶ l'exploitation des dépassements des COCL,

doivent, soit être portées dans le plan d'inspection, soit faire l'objet de procédures ou modes opératoires particuliers.

4-3 ELABORATION DES PLANS D'INSPECTION

Chaque SIR dispose d'une méthode d'inspection basée sur la criticité (IBC) conforme aux exigences du présent guide. Cette méthode est décrite dans une procédure d'élaboration des plans d'inspection. Elle doit être maîtrisée par le SIR et vérifiable.

Aux diverses étapes de l'élaboration et de la révision d'un plan d'inspection, le SIR fait appel à des représentants de l'exploitation, de la maintenance, du procédé, de la sécurité des procédés, de l'environnement et aux spécialistes cités dans le § 4-1 ci-avant lorsque nécessaire. Les modalités d'intervention de ces représentants sont précisées dans la procédure d'élaboration des plans d'inspection.

4-3-1 Sélection, classement et regroupement des équipements

Pour sélectionner, classer et regrouper les équipements, le SIR doit disposer :

- ▶ des listes de l'ensemble des appareils, des tuyauteries et des accessoires de sécurité des unités suivies. Les accessoires sous pression sont attachés aux équipements de types récipient ou tuyauterie. Ces listes sont le plus souvent établies sur la base des PID, PCF des unités,
- ▶ de la nature des fluides,
- ▶ des conditions maximales et minimales, normales et transitoires d'exploitation,
- ▶ des dossiers (lorsque disponibles) et caractéristiques de fabrication, de réception, réglementaires ...,
- ▶ des conditions d'implantation, d'environnement,
- ▶ des données d'historique et des éléments des retours d'expérience,
- ▶ des réglementations applicables et règles de suivi internes société.

Les équipements sont sélectionnés, classés sur la base de règles prédéfinies (réglementations, règles internes, type..) portées dans une procédure interne au SIR. Ils peuvent être groupés en "boucles d'iso dégradation".

La description d'une boucle d'iso dégradation comporte :

- ▶ les précisions des caractéristiques du procédé et des caractéristiques techniques qui ont permis de définir ses limites,
- ▶ un descriptif à l'aide de schémas ou plans,
- ▶ la liste exhaustive des équipements (récipients, tuyauteries, accessoires sous pression et accessoires de sécurité) qui la composent.

Les boucles d'iso dégradation sont repérées.

Les équipements qui composent une boucle d'iso dégradation sont susceptibles de subir dans le temps les mêmes modes d'endommagement. Par extension, des équipements n'appartenant pas à une même boucle mais à "mode commun de dégradation", de conception et état similaires peuvent être regroupés et faire l'objet d'un même plan d'inspection.

Exemples : capacités d'air, sphères de stockage d'hydrocarbure, conteneurs.

Note :

- Un équipement, lorsqu'il comporte plusieurs compartiments, peut appartenir à plusieurs boucles d'iso dégradation (exemples : échangeur, équipement à double enveloppe).
- Un même équipement au sein duquel des transformations physiques ou/et chimiques se produisent peut être découpé en tronçons appartenant à des boucles différentes (exemples : réacteurs, colonnes de distillation, séparateurs) ou faire l'objet d'un plan d'inspection spécifique prenant en compte les modes de dégradation qui peuvent être différents d'une partie à une autre de l'équipement.

4-3-2 Identification des modes potentiels de dégradation

Les modes potentiels de dégradation ainsi que leurs effets, sont affectés par une ou des personne(s) compétente(s) avec, lorsque nécessaire, l'aide d'experts internes ou externes à l'entité en utilisant :

- ▶ une méthode d'aide à l'affectation des modes de dégradation (check list, procédure papier, logiciel..) qui prend en compte les :
 - couples matériau / fluide en présence,
 - nature et teneur des impuretés susceptibles d'être présentes,
 - conditions réelles de service,
 - cycles d'exploitation (marche continue, en batch, cyclique..),
 - transitoires d'exploitation (conditions de démarrage et d'arrêt..),
 - sollicitations externes (sollicitations mécaniques aux limites, sollicitations vibratoires, conditions d'environnement..),
- ▶ les données d'historiques de l'équipement et d'équipements semblables,
- ▶ les retours d'expériences disponibles.

En annexe I est porté un tableau des principaux modes de dégradation des matériaux métalliques (§ 1) et non métalliques (§ 2). Ce tableau contient par type de dégradation les effets induits et des exemples. Il est susceptible, par révisions successives, de compléments et de modifications en fonction du retour d'expérience.

Lors de l'affectation des modes de dégradation d'un équipement, sont définies les éventuelles conditions opératoires critiques limites - COCL - pouvant avoir un impact sur la dégradation. Les données d'entrée et de sortie attachées à ces affectations font l'objet d'enregistrements.

En annexe 5 sont précisées les modalités de sélection des COCL et d'exploitation des dépassements ; quelques exemples de COCL sont donnés.

Note : Dans le cas des tuyauteries, une attention particulière est apportée quant aux spécificités telles : l'érosion, la cavitation, la corrosion sous calorifuge notamment aux points singuliers, les corrosions sous dépôts dans les zones de rétention, les dégradations des supportages, la possibilité de coups de bélier..

4-3-3 Estimation des catégories de probabilité et de conséquence de défaillance

La **criticité** d'un équipement est estimée en appliquant une démarche rigoureuse qui combine les "**catégorie de probabilité**" et "**catégorie de conséquence**" de défaillance potentielle d'un équipement.

Ces catégories de probabilité et de conséquence doivent être estimées en application des principes décrits ci-après. Elles constituent un outil de classification des équipements qui permet d'adapter les modalités des inspections et contrôles (natures, localisations, étendues, périodicités..).

Les catégories de **probabilité** et de **conséquence** de défaillance sont déterminées sur la base de l'estimation :

- ▶ de cinq facteurs pour la catégorie de **probabilité de défaillance**
 - Dommage
 - Inspection
 - Fabrication
 - Etat
 - Procédé
- ▶ de cinq facteurs pour la catégorie de **conséquence de défaillance**
 - Quantité-état du fluide relâché
 - Inflammabilité / explosibilité
 - Toxicité
 - Indisponibilité
 - Effet induit.

Les appellations des facteurs ainsi que leurs regroupements peuvent être différents d'un SIR à un autre, d'une méthode à une autre. La procédure précise les pondérations des différents facteurs pour déterminer les catégories de probabilité et de conséquence de défaillance.

Lorsqu'une méthode de détermination de la catégorie de conséquence exploite des données provenant des études de danger, l'origine de ces données doit pouvoir être vérifiable.

Les facteurs sont déterminés en application d'une méthode a minima semi-quantitative.

4.3.3.1 Détermination de la catégorie de probabilité de défaillance

La catégorie de probabilité de défaillance de chaque équipement est déterminée selon une échelle propre à chaque SIR; elle peut être estimée à partir de données de retours d'expérience de la profession, du groupe ou de l'établissement industriel, d'études bibliographiques..

Les actions d'inspection ont un impact sur la probabilité de défaillance.

Facteur dommage

Ce facteur permet d'identifier les modes de dégradation potentiels qui peuvent affecter l'équipement tels la corrosion, la fissuration, la fragilisation, le fluage, la fatigue, le vieillissement, ainsi que leurs évolutions.

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ les divers modes de dégradation en intégrant les phases d'exploitation prévues (normales, phases d'arrêt / démarrage et transitoires) et les conditions externes (climatiques, vibrations, efforts aux limites ..)
- ▶ l'historique de l'équipement
- ▶ le retour d'expérience

Facteur inspection

Ce facteur permet de quantifier la pertinence des inspections mises en œuvre.

Pour estimer ce facteur, doivent être prises en compte :

- ▶ l'adéquation des programmes d'inspection en regard des modes de dégradation identifiés
 - pertinence et performance des méthodes de contrôle
 - périodicité des actions d'inspection
 - représentativité des points de contrôle
- ▶ l'aptitude à quantifier les dommages, conséquence des modes de dégradation connus ou potentiels retenus.

Facteur fabrication

Ce facteur permet d'évaluer la qualité de la fabrication de l'équipement.

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ la pertinence des choix de conception notamment leur adéquation aux conditions de service
- ▶ la complexité géométrique de l'équipement
- ▶ la qualité de la construction de l'équipement notamment la référence à un code ou à un standard de construction
- ▶ le niveau de connaissance par le SIR des données de conception, de calcul, de choix des matériaux de construction, de l'étendue et des résultats des contrôles de construction et des essais de réception finale.

Parmi les éléments d'estimation de ce facteur figurent le contenu ainsi que la qualité du dossier de fabrication de l'équipement lorsque disponible.

Facteur état

Ce facteur traduit l'état de l'équipement dans son cycle de vie, il intègre l'efficacité des opérations de maintenance réalisées.

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ le niveau d'endommagement de l'équipement
- ▶ la réalisation des recommandations émises par le SIR
- ▶ la qualité des interventions réalisées sur l'équipement.

Facteur procédé

Chaque SIR s'appuie sur des compétences lui permettant de quantifier les risques propres à chaque procédé.

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ la maîtrise et la stabilité du procédé : retour d'expérience sur le procédé, risques d'excursion hors des valeurs limites d'exploitation
- ▶ le choix et la maîtrise des COCL adaptées aux dommages spécifiques (cf. annexe 5)
- ▶ la connaissance des fluides en présence et en particulier des composants influant sur la dégradation interne de l'équipement.

4.3.3.2 Détermination de la catégorie de conséquence de défaillance

La catégorie de conséquence de défaillance est déterminée après valorisation et combinaison des facteurs précisés ci-après.

Elle est représentative de l'impact d'une défaillance sur la sécurité, l'environnement, la disponibilité de l'installation.

Facteur quantité / état du fluide relâché

Ce facteur est estimé en référence à la nature du composant de l'équipement susceptible de la défaillance la plus probable (rupture d'un petit piquage, ouverture d'une virole..)

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ la quantité de fluide susceptible d'être libéré
- ▶ le débit du fluide susceptible d'être libéré
- ▶ l'état de ce fluide (gaz liquéfié, gaz, liquide)
- ▶ l'énergie potentielle libérable.

Il peut être pondéré par

- ▶ les moyens d'isolement et de confinement de l'équipement
- ▶ la rapidité des interventions correspondantes
- ▶ les dispositifs d'alarme
- ▶ la pertinence des procédures applicables.

Facteur inflammabilité / explosibilité

Pour estimer ce facteur doivent être pris en compte les niveaux d'inflammabilité, d'explosibilité ou de réactivité chimique du fluide susceptible d'être libéré en cas de perte de confinement.

Ce facteur découle des principes des documents réglementaires ou professionnels relatifs à la classification des substances dangereuses.

Facteur toxicité

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ les propriétés de toxicité des fluides susceptibles d'être libérés
- ▶ les effets réversibles ou non sur la santé, sur l'environnement.

Ce facteur découle des principes des documents réglementaires ou professionnels relatifs à la classification des substances dangereuses.

Facteur indisponibilité

Pour estimer ce facteur, la perte engendrée par l'indisponibilité de l'équipement doit être prise en compte.

Facteur effets induits

Pour estimer ce facteur, doivent être pris en compte :

- ▶ l'implantation géographique, les équipements susceptibles d'être affectés,
- ▶ les aires touchées par une perte de confinement et la population susceptible d'être présente dans ces aires respectives.

Des résultats de l'étude de danger (flux thermique, surpression) peuvent être exploités pour estimer ce facteur.

4-3-4 Détermination de la criticité

La criticité d'un équipement

- ▶ est la combinaison matricielle des catégories de probabilité et de conséquence de défaillance,
- ▶ est représentative de l'ensemble des facteurs listés ci-avant, notamment de l'état connu ou estimé de l'équipement et de son évolution compte tenu des modes de défaillances retenus,
- ▶ quantifie le risque et impacte l'effort d'inspection qui est d'autant plus important que le risque est élevé.

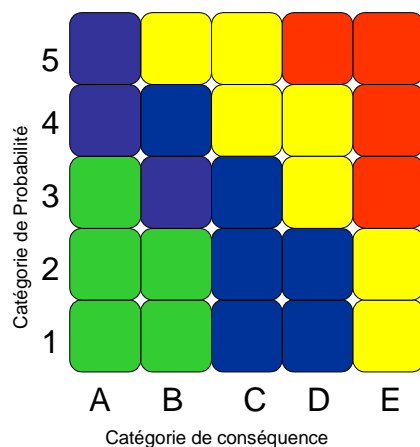
Elle peut être déterminée à un instant donné ou estimée à terme, elle peut-être révisée sur la base des retours d'expérience cumulés.

Exemple de présentation de la criticité

La criticité est couramment représentée

- ▶ sous forme matricielle de quatre à six niveaux avec
 - en axe des abscisses la catégorie de conséquence de défaillance
 - en axe des ordonnées la catégorie de probabilité de défaillance
- ▶ en utilisant un code couleur fonction du niveau de la criticité
 - vert → criticité faible
 - bleu → criticité moyenne
 - jaune → criticité "moyenne-forte"
 - rouge → criticité forte

Exemple de représentation pour des échelles à 5 niveaux



- ▶ échelle de 1 à 5 pour la catégorie de probabilité : plus le chiffre est élevé, plus la probabilité de défaillance est élevée
- ▶ échelle de A à E pour la catégorie de conséquence : "A" correspondant à une conséquence de défaillance faible, "E" à une conséquence élevée.

4-3-5 Exploitation de la criticité

Les natures, localisations, étendues et périodicités des actions d'inspection sont définies en fonction des modes et cinétiques de dégradation ainsi que du niveau de criticité.

Un équipement affecté d'une criticité forte, au sens de l'exemple précédent, fait l'objet :

- d'une revalidation des facteurs déterminés pour calculer la criticité par mode et localisation des dégradations

ainsi que

- soit d'une révision des modalités de suivi afin d'abaisser la probabilité de défaillance,

- soit/et d'une adaptation des paramètres d'exploitation,
- soit/et de la prise en compte de dispositions particulières pour abaisser le niveau de conséquence,
- soit d'une mise en cause du maintien en service de l'équipement en l'état.

Ces dispositions découlent de l'application des modalités portées dans la procédure du SIR.

Les équipements à niveau de criticité "moyen-fort" font l'objet d'une revue spécifique des modalités de suivi afin de vérifier l'adéquation des plans d'inspection et de valider les hypothèses des modes de dégradation retenus lors de l'élaboration des plans d'inspection.

Les équipements à niveau de criticité moyen ou faible sont suivis en application du plan d'inspection tel que prévu. Les modalités peuvent être allégées en fonction de l'évolution de la maîtrise des cinétiques de dégradation, du retour d'expérience.

4-3-6 Définition des modalités de surveillance

Le plan d'inspection d'un équipement ou d'un groupe d'équipements "*défini l'ensemble des opérations prescrites par le service inspection pour assurer la maîtrise, l'état et la conformité dans le temps d'un équipement sous pression ou d'un groupe d'équipements sous pression soumis à surveillance*". Ces opérations découlent des caractéristiques des équipements, des conditions d'exploitation et de la criticité, elles sont à mettre en œuvre, en service ou à l'arrêt et, en fonction de leur nature, par le service inspection ou par les entités susceptibles d'avoir de par leurs actions un impact sur l'intégrité du ou des équipements. Les résultats des opérations effectuées par les autres entités sont communiqués au service inspection aux fins d'enregistrement et d'exploitation.

Ces opérations sont adaptées en fonction des données d'expérience et des résultats cumulés des inspections successives.

Le service inspection prend notamment en compte les informations relatives aux éventuels :

- ▶ dépassements de conditions de service maximales admissibles, de conditions opératoires critiques limites,
- ▶ anomalies détectées sur les équipements sous pression et rapportées par le personnel d'exploitation telles : détérioration de revêtement, fuite, corrosion, déformation, vibration..
- ▶ anomalies constatées sur les équipements sous pression par les intervenants des services de maintenance ou d'exploitation.

Hors les opérations listées ci-avant, le plus souvent, une inspection :

- ▶ comporte des vérifications visuelles et/ou des contrôles non destructifs,
- ▶ se fait à partir de l'extérieur et/ou de l'intérieur,
- ▶ intègre l'exploitation des éventuels dépassements de COCL.

En annexe 2 est porté un tableau des principales techniques de contrôle non destructifs qui disposent de référentiels reconnus. Ce tableau précise, pour chaque méthode, le type de défaut détectable ainsi que son degré d'efficacité. Il est susceptible, par révisions successives, de compléments et de modifications à fin d'intégration des nouvelles méthodes de contrôle et du retour d'expérience.

Des inspections sont réalisées lors des arrêts pour inspection et requalification périodiques. D'autres peuvent être faites en marche ou lors d'arrêts programmés ou non. Les modalités de mise en œuvre de chacune des actions d'inspection sont décrites.

La nature des inspections et notamment des contrôles retenus est fonction :

- ▶ des modes de dégradation potentiels ou constatés,
- ▶ du type, de l'implantation, de l'inspectabilité de l'équipement,

- ▶ du retour d'expérience du comportement de l'équipement, des équipements de la boucle d'isodégradation, ainsi que d'équipements similaires concernés ou à mode commun de dégradation.

La périodicité des inspections est définie sur la base :

- ▶ de la criticité,
- ▶ des retours d'expériences disponibles,
- ▶ des cinétiques des dommages lorsqu'elles peuvent être estimées et/ou des sensibilités des matériaux.

L'étendue et la localisation sont fonction :

- ▶ de la criticité,
- ▶ du caractère d'endommagement : localisé ou généralisé,
- ▶ de la représentativité des zones retenues dans le plan,
- ▶ des zones sensibles (exemples : zones à rétention, zones à concentration de contrainte, points bas, bras morts, sorties de calorifuges..).

Cas des équipements sur un procédé ne disposant pas de données de retour d'expérience

Ces équipements doivent faire l'objet d'une approche particulière du fait d'incertitudes possibles quant aux pertinence des :

- ▶ choix des matériaux,
- ▶ modes potentiels de dégradation et de leurs cinétiques,
- ▶ stabilité du procédé.

Les natures et périodicités des premières actions d'inspection sont adaptées à ces spécificités.

4-3-6-1 Modalités des inspections périodiques

Les modalités des inspections périodiques sont précisées dans les plans d'inspection.

Elles comportent a minima :

- ▶ une vérification extérieure après décalorifugeage des zones portées dans le plan d'inspection avec mise en œuvre de contrôles adaptés aux modes de dégradation, aux emplacements retenus dans le plan d'inspection,
- ▶ un examen des accessoires de sécurité,
- ▶ l'inspection des accessoires sous pression selon des dispositions comparables à celles des équipements auxquels ils sont attachés (générateur, récipient, tuyauterie) ou spécifiques à la famille d'accessoires (exemples : vannes, niveaux..).

Cas des générateurs et récipients

Une vérification intérieure est réalisée en privilégiant les zones réputées les plus sensibles identifiées dans le plan d'inspection avec, lorsque retenu, la mise en œuvre de contrôles adaptés afin d'estimer les dommages éventuels.

Les zones de dégradations les plus probables peuvent être situées en des points singuliers tels que :

- ▶ le pied des piquages et des supports,
- ▶ les zones de concentration d'impuretés,
- ▶ les piquages, purges, drains, et bras morts.

Si, dans les zones examinées, les dommages constatés excèdent ceux prévisibles et acceptables, les vérifications sont étendues à l'ensemble des zones susceptibles d'être concernées par des dégradations de mêmes types.

Cas des tuyauteries

Une attention particulière est apportée aux points singuliers et discontinuités qui constituent les points faibles des tuyauteries tels :

- ▶ les supports et butées,
- ▶ les zones de rétention sous calorifuge,
- ▶ les piquages, évents, purges et bras morts,

Ils doivent être identifiés dans les plans d'inspection.

Les difficultés de réalisation du repérage physique précis des zones suivies en vue d'assurer la reproductibilité des contrôles, ainsi que les difficultés d'accès (échafaudages, décalorifugeages) sont des contraintes à intégrer lors de la définition des modalités des contrôles portés dans les plans d'inspection (notamment la localisation).

Le nombre d'informations à traiter étant très élevé, il est recommandé de sérier au maximum les paramètres représentatifs afin d'aboutir à des plans d'inspection maîtrisables.

4-3-6-2 Modalités des requalifications périodiques

La requalification périodique concerne l'équipement, ses accessoires sous pression attachés et ses accessoires de sécurité associés.

Les modalités des requalifications périodiques sont décrites dans les plans d'inspection; elles comportent :

- ▶ La vérification de l'existence et de l'exactitude des documents prévus à l'article 9 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié,
- ▶ Une inspection comportant a minima les dispositions prévues pour l'inspection périodique, hors modalités spécifiques applicables aux équipements objet du § 4-3-6-4.
- ▶ Une épreuve hydraulique lorsque exigée par l'arrêté du 15 mars 2000 modifié hors modalités spécifiques,
- ▶ Une vérification :
 - des accessoires sous pression associés,
 - des accessoires de sécurité associés, en application de l'article 26 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié.

Cas des faisceaux d'échangeurs

Les faisceaux pour lesquels

- ▶ une perte de confinement lors de la ré-épreuve peut être détectée par des modalités autres que l'examen visuel direct des parois soumises à la pression,
- ▶ le mélange des fluides côtés calandre et faisceau n'augmente pas le niveau de risque affecté à l'équipement,

peuvent être ré-éprouvés en place dans leur calandre.

Les modalités de suivi d'une telle ré-épreuve sont décrites dans une procédure interne au SIR qui prévoit notamment l'examen visuel de toutes les parties du faisceau accessibles à partir des orifices ouvrables de la calandre soit par examen direct, soit en utilisant des matériels de types endoscope, caméra.. afin de vérifier l'absence de déformation de ces parties.

Cas des tuyauteries

La vérification intérieure consiste à :

- ▶ effectuer l'examen visuel des parois internes, à partir des extrémités ou/et des orifices de la tuyauterie rendus accessibles par 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..).

4-3-6-3 Modalités de décalorifugeage

Les étendues des décalorifugeages, ou d'enlèvements des isolants ou protections, applicables à chaque type d'inspection sont précisées dans le plan d'inspection qui comporte par ailleurs les natures et étendues des investigations réalisées au droit des surfaces mises à nu.

L'annexe 6 du présent guide précise les dispositions de décalorifugeage applicables lors des inspections et requalifications périodiques ainsi que les dispositions particulières qui peuvent être retenues sur un ou plusieurs équipements "témoins" représentatifs d'un ensemble d'équipements similaires. Un logigramme simplifié de définition des modalités de décalorifugeage est attaché à cette annexe.

Pour les équipements suivis en application des dispositions décrites dans un cahier technique professionnel, les modalités applicables sont celles décrites dans celui-ci.

4-3-6-4 Modalités particulières applicables aux inspections et requalifications périodiques

Equipements objet du § 4-3-6-5 et de l'annexe 4

Par exception aux dispositions décrites ci-avant, ces équipements font l'objet de modalités particulières d'inspection et/ou de requalification périodiques.

Dans le cas où une visite intérieure et/ou une ré-épreuve prévues par l'arrêté ne sont pas retenues, les critères de choix et les justificatifs des dispositions appliquées sont explicitement décrits dans le plan d'inspection.

L'annexe 4 comporte les dispositions applicables aux familles d'équipements : "*revêtus intérieurement*" (annexe 4-1), "*qui contiennent des catalyseurs, absorbants, garnissages ou internes*" (annexe 4-2), "*qui contiennent des fluides non corrosifs vis à vis de la paroi*" (annexe 4-3), "*qui peuvent ne pas faire l'objet de ré-épreuve de requalification*" (annexe 4-4)

Equipements à mêmes modes de dégradation, équipements témoins

Dans le cadre des inspections périodiques, des vérifications, examens et contrôles prévus dans le plan d'inspection, réalisés de façon plus complètes sur un ou plusieurs équipements témoins, peuvent remplacer partiellement ou totalement les vérifications, examens et contrôles de mêmes types qui auraient dû être menés sur chacun des équipements.

Le ou les équipements témoins choisis par le SIR sont les plus concernés par les dommages susceptibles de se produire. Leur choix est justifié et fait l'objet d'un enregistrement dans le ou les plans d'inspection des équipements de l'ensemble concerné.

4-3-6-5 Cas d'équipements particuliers

Equipements objet d'aménagements spécifiques

- *Equipements qui font l'objet d'un CTP*

Les plans d'inspection peuvent prendre en compte les dispositions de suivi en exploitation décrites dans ces cahiers techniques. Les aménagements sont applicables sous réserve du respect, à la fabrication, des dispositions constructives spécifiques portées dans les cahiers techniques professionnels. Les périodicités prévues par ces cahiers peuvent être modifiées selon les résultats de l'analyse menée lors de l'établissement ou de la révision des plans d'inspection.

Exemples d'aménagements :

- dispense de visite interne lors des inspections et des requalifications périodiques,
- dispense de ré-épreuve hydraulique lors des requalifications périodiques.

- *Equipements qui disposent d'aménagements accordés par la DRIRE suite à instruction d'une demande du SIR.* Les plans d'inspection de ces équipements comportent les dispositions prévues dans les aménagements accordés.

Equipements au chômage prolongé

Ces équipements doivent être gérés selon des modalités particulières portées dans une procédure interne au SIR. Avant remise en service, ils doivent a minima faire l'objet d'une inspection préalable à la remise en service selon des modalités décrites dans la procédure précédemment citée.

Equipements en attente de première mise en service

Pour ces équipements, les dates de la première inspection périodique et de la première requalification périodique peuvent être calculées à partir de la date de mise en service de l'équipement, sous réserve d'un examen justificatif par le service inspection. Cet examen a pour objet la vérification de l'absence d'endommagement de l'équipement lié à ses conditions de stockage. Il comprend :

- une vérification extérieure
- une vérification intérieure lorsque la mise en service a lieu plus de 12 mois après la mise sur le marché et que les conditions de conservation n'ont pas été validées par le SIR.

Il constitue un préalable à l'autorisation de mise en service délivrée par le SIR en application de la circulaire DM-T/P n° 32510.

4-3-6-6 Cas des équipements fabriqués suivant les dispositions du décret du 13 décembre 1999

L'article 11 §2 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié prévoit que "*l'inspection périodique d'un ESP peut-être effectuée sans que soit pris en compte l'ensemble des dispositions de la notice d'instruction, si cette inspection périodique est effectuée par ... un service inspection reconnu*"

Le SIR enregistre les justificatifs de non prise en compte des dispositions non retenues de la notice d'instruction du fabricant.

5 Gestion du retour d'expérience

Il a été précédemment précisé l'importance pour l'élaboration des plans d'inspection de la prise en compte et du partage du retour d'expérience.

Plus les données d'expériences sont nombreuses et fiables, plus les plans d'inspection permettent de pratiquer des surveillances sûres et meilleure est la maîtrise de l'état des équipements.

5-1 EXPERIENCE CUMULEE

Elle couvre des décennies de suivi par des SI, de milliers d'équipements sous pression. Ces expériences ont notamment été intégrées dans :

- ▶ les anciens guides annexés à la DM-T/P 28913 tels que les guides de Plans d'Inspection des unités de raffinage et des vapocraqueurs et unités interconnectées,
- ▶ les documents tels :
 - les arrêtés et DM-T/P rédigés suite à des expériences vécues (arrêté d'oct. 80, de déc. 2001..)
 - des publications de l'API, de la NACE,
 - les standards sociétés, groupes,
 - les banques de données de retours d'expérience société, groupe,
 - les recueils de l'AFIAP,
 - ...
- ▶ les documents professionnels
 - banque de données de retours d'expérience UIC-CTNIIC / UFIP-GEMER,

- cahiers techniques professionnels établis pour des catégories d'équipements spécifiques, pour lesquels des modalités particulières de plans d'inspection existent (cf. 4-3-6-5).

Les modalités de prise en compte des données de retours d'expérience disponibles sont décrites dans la procédure, aux étapes correspondantes d'élaboration des plans d'inspection.

5-2 EXPERIENCE REACTUALISEE

L'expérience est consolidée en permanence par les :

- ▶ constats et résultats des inspections,
- ▶ retours d'expérience,
- ▶ enseignements tirés des incidents et accidents vécus,
- ▶ résultats d'investigations réalisées sur des appareils réformés, remplacés..

ainsi qu'en prenant en compte les :

- ▶ nouvelles techniques relatives aux évolutions technologiques dans la conception, les matériaux et le suivi des équipements,
- ▶ nouvelles méthodes de CND (émission acoustique, courants de Foucault, TOFD, ACFM, AUBT, Flash radiography..)

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

- ▶ au sein de chaque établissement conformément à des procédures propres à chaque SIR,
- ▶ au sein de chaque société ou groupe, au cours de rencontres inter-établissements, de diffusion de recommandations..,
- ▶ au cours des réunions inter-sociétés (Basse Seine, Etang de Berre, congrès Eurocorr..),
- ▶ dans le cadre des entités professionnelles et inter-professionnelles telles que l'AFIAP, l'APITI, le GESIP, le GTSV, l'UFIP et l'UIC/CTNIIC.

Les journées de l'Inspection CTNIIC/UIC, les journées GEMER/UFIP constituent des plates-formes privilégiées d'échange d'expérience auxquelles les Sociétés appliquant le présent guide apportent leur contribution.

Chaque SIR intègre dans l'élaboration et la révision de ses plans d'inspection (cf. § 6) ses données d'expérience cumulées qui peuvent avoir une incidence sur la criticité des équipements gérés et sur les modalités de suivi.

A titre d'exemples, les actions suivantes peuvent découler de la prise en compte du retour d'expérience :

- ▶ affiner dans le temps la criticité et en conséquence optimiser les modalités de suivi vers plus ou moins de sévérité, avec adaptation de certaines opérations de surveillance telles :
 - les intervalles entre inspections,
 - la fréquence des contrôles, visites,
 - l'étendue des CND,
 - la sélection de zones témoins ainsi que les natures et étendues des contrôles à mettre en œuvre..
- ▶ adapter les modalités de décalorifugeage,
- ▶ prendre les mesures nécessaires pour abaisser le niveau de criticité,
- ▶ adapter la nature et la périodicité des inspections et requalifications périodiques avec la possibilité - sur justificatifs tracés - d'aller au-delà des échéances respectives de 6 et 12 ans.

En outre, le retour d'expérience permet d'assurer que les équipements, pour lesquels la fabrication, le choix des matériaux .. n'ont pas été optimisés à l'origine, ont fait l'objet de suivis adaptés, d'une modification ou d'un remplacement.

Le retour d'expérience ainsi obtenu sert également à faire évoluer les standards de chaque société.

Exemples de retours d'expérience intégrés dans la modification ou le changement d'équipements :

- évolutions de matériaux sur divers équipements, notamment ceux travaillant à haute température,
- changement de la conception de certaines capacités, certains échangeurs..,
- contrôle systématique d'équipements susceptibles d'avoir été touchés par des dommages congénitaux,
- re-conditionnement de réacteurs revêtus intérieurement lorsque le revêtement n'assure pas les performances attendues,
- contrôles spécifiques mis en œuvre pour le suivi des corrosions sous calorifuge des équipements non protégés par un système de peinture adapté.

Des fiches de retour d'expérience sont tenues par l'UIC et l'UFIP. Les SIR appliquent des procédures internes pour exploiter ces fiches. Ils doivent initier de nouvelles fiches en cas de constat de nouveaux modes de dégradation avec ou sans perte de confinement.

Les fiches de retour d'expérience peuvent également concerner des expériences positives innovantes et exemplaires.

En annexe 3 sont présentées les modalités de consolidation et d'accès aux fiches de retour d'expérience de l'UIC/CTNIIC et de l'UFIP/GEMER. Les fiches sont gérées par l'IFP dans une banque de données accessible aux membres de l'UIC et de l'UFIP. La liste des fiches est actualisée en temps réel.

6 Révision des plans d'inspection

Le service inspection dispose et met en œuvre une procédure de révision des plans d'inspection. Ceux-ci sont révisés à chaque évolution entraînant une variation significative de la sévérité du milieu ou de la susceptibilité aux dommages prises en compte pour leur élaboration.

Exemples :

- ▶ Evolution d'un des facteurs d'évaluation de la criticité :
 - changement de conditions d'exploitation ayant un impact significatif sur les modes et/ou cinétiques de dégradation,
 - constat d'une cinétique de dégradation sensiblement différente de celle prise en compte lors de l'élaboration du plan,
 - découverte d'un mode de dégradation non pris en compte lors de l'élaboration du plan,
 - dépassements de COCL dont les effets sont notables sur un mode de dégradation du ou des équipements concernés,
- ▶ Prise en compte du retour d'expérience de l'équipement considéré ainsi que des équipements susceptibles d'être concernés par le même mode de dégradation.

La méthodologie de révision des plans d'inspection doit être décrite dans la procédure de gestion des plans d'inspection du SIR.

Une revue systématique des plans d'inspection doit être faite, pour l'ensemble des équipements d'une unité, équipement par équipement, après chaque requalification ou après chaque grand arrêt. Un état de la répartition des criticités pour l'ensemble des équipements est établi à cette occasion.

La pertinence de la méthode d'élaboration des plans d'inspection est évaluée sur la base d'une analyse du bilan de grand arrêt prévu par la circulaire DM-T/P n° 32510 § IV-4.

Un plan d'inspection peut évoluer vers plus ou moins de sévérité quant aux modalités, natures et étendues des opérations de surveillance en fonction de la criticité. Il peut également évoluer en retenant l'application de nouvelles méthodes de surveillance ou d'essais non destructifs. Cf. exemples d'évolutions portés dans le § 5 ci-avant. L'objet et le justificatif de toute révision des plans d'inspection doivent être tracés et conservés (éventuellement sous forme informatique) à l'aide d'un système adapté décrit dans une procédure.

7 Documentation

Le service inspection doit gérer :

- ▶ l'ensemble des procédures citées dans le présent guide,
- ▶ la documentation utilisée pour l'élaboration et la révision des plans d'inspection,
- ▶ les plans d'inspection des équipements suivis et leurs révisions.

Ces documents sont à la disposition de la DRIRE.

8 Révision du guide

Le corps du guide est révisé pour une évolution par exemple

- ▶ du domaine d'application,
- ▶ de la méthode d'élaboration de la criticité,
- ▶ des périodicités maximales et natures des IP et RP.

Chaque révision fait l'objet d'une fiche de révision, les fiches sont gérées et archivées.

Les annexes peuvent évoluer indépendamment du corps du guide lorsqu'une ou plusieurs évolutions significatives de leur contenu est, sont retenue(s).

Par exemple, l'annexe 2, "*Adéquation des techniques de contrôles non destructifs aux types de dommages recherchés*" pourra évoluer lorsque de nouvelles méthodes de contrôles auront été éprouvées et auront fait l'objet d'une vérification de leur aptitude à satisfaire le besoin.

Les révisions du corps du guide ainsi que celles des annexes sont tracées.

En annexe 0 est porté le tableau chronologique des révisions du guide, le modèle des fiches de révision ainsi que l'ensemble des fiches. Pour chaque révision sont précisés :

- l'indice
- la date de révision
- le N° et la date de la circulaire ministérielle d'approbation
- le document révisé : corps et § concerné(s) ou/et annexe(s) et § concerné(s)
- le N° de la fiche de révision

Incrémentation de l'indice de révision du guide

L'indice de révision est composé d'une lettre et d'un nombre associés :

- ▶ la lettre est représentative de l'indice de révision du corps du guide, elle est incrémentée à chaque révision,
- ▶ le nombre est représentatif de l'indice de révision des annexes, il est incrémenté à chaque révision.

Indice originel : A-00

Une modification de l'annexe 0 ne fait pas l'objet d'une incrémentation de l'indice de révision du guide.

Exemple d'indice de révision : C-12

"C" signifie : deuxième révision du corps du guide

"12" signifie : douzième révision des annexes

Modalités d'approbation des révisions par le ministre chargé de l'industrie

Le guide et/ou l'annexe modifiés sont soumis à approbation du ministre chargé de l'industrie, ils sont accompagnés de la fiche de justificatif de la(des) modification(s) objet de la demande.

-.-.-

Annexe 0

TABLEAU DE L'ETAT DES REVISIONS DU GUIDE

Indice de révision		Date de révision	Date d'approbation Décision N°	Document(s) concerné(s) par la révision corps § .. ou/et annexe(s) .. § ..	N° de la fiche de révision
A	00	Juin 2006	BSEI 06-194 du 26 juin 2006	Version originelle	-----
B	01	Février 2010		Objet du guide Annexe 4.1, 4.2, 4.4	1
					2
					3
					4
					5
					6
					7



Annexe 1**PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES ET NON METALLIQUES (*)**

(*) Liste non exhaustive et susceptible de complément et de modification en fonction du retour d'expérience

(**) EFC 16 « *Recommandations sur le choix de matériaux pour l'utilisation d'aciers au carbone ou peu alliés en production de pétrole et de gaz* » (éditeur : The Institute of Materials, Londres, 1995)

NOTA : Ce document prend en compte la publication API 571 édition décembre 2003: Modes d'endommagement

I : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES (Page 1/5)(*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
I. CORROSION HUMIDE	<u>I.1. Générale</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion atmosphérique avec localisation préférentielle - Aciers non ou faiblement alliés dans les acides (H₂SO₄, HCl, acide formique, acide acétique..) - Aciers non ou faiblement alliés dans la soude concentrée et chaude - Alliages de nickel non passivables du type B dans les milieux oxydants (milieux aérés, présence de Fe³⁺ ..) - Corrosion par les fumées au voisinage et en dessous de leur point de rosée 	Perte d'épaisseur généralisée
	<u>I.2. Galvanique</u> <ul style="list-style-type: none"> - bimétallisme soudures hétérogènes - aération différentielle 	<ul style="list-style-type: none"> - Couplage galvanique entre les tubes en laiton et la plaque tubulaire en acier non allié d'un échangeur en milieu eau industrielle - Initiation de la corrosion sous dépôt par aération différentielle 	Perte d'épaisseur localisée
	<u>I.3. Localisée</u> <ul style="list-style-type: none"> - par piqûre - corrosion caverneuse - corrosion sous contrainte cyclique - corrosion sous contrainte non cyclique 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion atmosphérique (sous calorifuge) fissuration sous tension des inox austénitiques - Corrosion bactérienne. Exemple: bactéries sulfato réductrices - Inox austénitique dans des solutions chlorurées et aérées - Corrosion des inox du type X2CrNiMo 17-11-02 sous joint - Fatigue corrosion des aciers non alliés (ex. : dégazeurs thermiques) - Aciers non alliés en présence de nitrate ou de soude 	Localisée - piqûres Localisée - cavité - caverne Fissure

I : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES (Page 2/5) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS	
I. CORROSION HUMIDE (Suite)	<u>I.4. Par courants vagabonds</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Mise à la terre non maîtrisée en particulier à proximité des salles d'électrolyse ou de voies ferrées 	Perte d'épaisseur localement	
	<u>I.5. Liée à des facteurs métallurgiques</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion sélective - Corrosion intergranulaire 	<ul style="list-style-type: none"> - Dézincification des laitons - graphitisation des fontes - Acier inox X6CrNiMo 17-11-02 sensibilisé dans l'acide nitrique 	<ul style="list-style-type: none"> - Dénaturation de l'alliage - Décohésion des grains
	<u>I.6. Assistée par des facteurs mécaniques</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion / érosion - 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) - Matériaux métalliques dans un milieu contenant des particules solides en mouvement - Endommagement de pompes mal dimensionnées - Cas d'assemblages boulonnés soumis à des vibrations 	<ul style="list-style-type: none"> - Perte d'épaisseur - Perte d'épaisseur locale - Cratères à fond rugueux - Perte d'épaisseur
	<u>I.7. Liée à la présence d'hydrogène</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Formation d'hydrures - Rupture différée - Fissuration en gradins (SWC) - Fissuration mixte (SOHIC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Cas du titane, zirconium et tantale - Cas des aciers non ou faiblement alliés dans H₂S humide – SSC (**) - Fissuration différée : hydrogène introduit par soudage - Rupture des aciers à basse teneur en nickel (3,5 à 10%) en présence d'hydrogène provenant du procédé ou suite à phénomène de corrosion interne ou externe (sous calorifuge ou ignifuge) - Aciers non ou faiblement alliés dans H₂S humide (*) - Aciers alliés ou non dans H₂S humide (**) 	<ul style="list-style-type: none"> - Dénaturation - Fissure - Fissure - Cloque - Fissure

I : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES (Page 3/5) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
2. CORROSION HAUTE TEMPERATURE	<u>2.1. Corrosion par les gaz</u> <ul style="list-style-type: none"> - Oxydation, sulfuration, carburation, nitruration.. - Attaque par l'hydrogène à chaud - Poudrage (Metal Dusting) 	<ul style="list-style-type: none"> - Oxydation, carburation ou sulfuration des tubes de fours procédé, de vapocraquage, de chaudières - Décaburation des aciers non et faiblement alliés en fonction de la température et de la pression partielle en hydrogène (voir courbe de Nelson) - Poudrage des aciers non ou faiblement alliés, inox, alliages base nickel.. dans des atmosphères très carburantes 	Dénaturation Décohésion interne et/ou décaburation superficielle Corrosion généralisée pour les aciers non ou faiblement alliés - localisée pour les autres
	<u>2.2. Corrosion par les sels fondus</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion des matériaux métalliques en contact avec des sels ou eutectiques à bas point de fusion ($\text{Na}_2\text{O}/\text{V}_2\text{O}_5$, Na_2SO_4 - NaHSO_4) 	Perte d'épaisseur
	<u>2.3. Corrosion par les métaux liquides</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion et fissuration de l'aluminium par le mercure, fissuration des inox en présence zinc fondu ... 	Corrosion généralisée et/ou fissuration

I : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES (Page 4/5) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
3. DEGRADATION MECANIKES ET PHYSIQUES DES MATERIAUX	3.1 Dégradation liée à des facteurs mécaniques		
	- Fluage	- Tube de chaudière en acier allié	Déformation
	- Rupture fragile	- Acier ferritique utilisé au-dessous de sa température de transition, chocs thermiques..	Fissure
	- Rupture ductile	- Cas des matériaux utilisés au-delà de leur température de transition	
	- Arrachement lamellaire	- Matériaux contenant des inclusions sur lesquels s'exercent des contraintes de traction dans le sens de l'épaisseur	Fissuration en gradin (faciès de « bois pourri »)
	- Fatigue mécanique	- Vibration tuyauteries	Fissure
	- Fatigue thermique	- Tubes de chaudières en acier non allié soumis à des fluctuations thermiques	Fissure
	- Abrasion pure	- Acier austénitique sous flux d'une bouillie de silice	Perte d'épaisseur
	- "Usure"	- Arbre de machine tournante	Perte d'épaisseur
	- Flambage	- Acier soumis à des contraintes de compression	Déformation
- Ecrouissage	- Fissuration des soudures bi-métalliques par dilatation différentielle	Fissure	

I : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX METALLIQUES (Page 5/5) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
3. DEGRADATION MECANIKES ET PHYSIQUES DES MATERIAUX (Suite)	3.2. Dégradation liée à des facteurs métallurgiques	<ul style="list-style-type: none"> - Formation de phase σ des inox du type X6CrNi25-20 après maintien prolongé à 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 > 315°C - Fragilisation de revenu réversible / irréversible des aciers faiblement alliés - Fissuration à chaud lors du soudage des aciers Inox 100% austénitiques - Fissuration des soudures bi-métalliques par migration de carbone - Fragilisation des aciers non alliés semi calmés (soufflés à l'air) - Fragilisation de vieillissement accéléré sous écrouissage (Strain Aging et Dynamic Strain Aging) - Migration du carbone dans les aciers non-alliés exposés au delà de 425°C (Graphitisation et globularisation des carbures) 	<ul style="list-style-type: none"> Fragilisation Dénaturation Dénaturation Dénaturation Dénaturation Fissure Fissure Fissure Fragilisation Fragilisation Modifications métallurgiques, de structure, de résistance

2 : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX NON METALLIQUES (Page 1/2) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
I. POLYMERES (EQUIPEMENTS MASSIFS OU REVÊTUS)	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion générale - Corrosion fissurante - Perméation - Vieillessement - Vieillessement 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 - Vieillessement des PE, PP.. exposés aux UV - Vieillessement 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

2 : PRINCIPAUX MODES DE DEGRADATION DES MATERIAUX NON METALLIQUES (Page 2/2) (*)

CLASSIFICATION	TYPE	EXEMPLES	EFFETS
3. GRAPHITE	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion - Dégradation liée à des facteurs mécaniques - Dégradation liée à des facteurs thermiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion du graphite dans les milieux très oxydants (acide nitrique, chlore, H₂O₂..) - Dissolution du liant formo-phénolique dans les solvants - Rupture par choc - Dégradation thermique des liants (formo-phénolique et PTFE) 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'épaisseur Décohésion Fissuration Décohésion
4. ACIER VITRIFIE	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion - Dégradation liée à des facteurs mécaniques - Dégradation liée à des facteurs électriques - Dégradation liée à des facteurs thermiques 	<ul style="list-style-type: none"> - Corrosion de l'émail en milieu acide pollué par les fluorures - Corrosion de l'émail en milieu alcalin - Eclatement de l'émail suite à diffusion de l'hydrogène dégagé lors de la corrosion de l'acier côté acier - Chocs directs (côté émail) ou indirects (côté acier) - Dégradation par décharge électrostatique - Remplissage d'un appareil chaud par un fluide froid 	<ul style="list-style-type: none"> Perte d'épaisseur Perte d'épaisseur Eclat Dégradation locale Dégradation locale Dégradation locale

Annexe 2

**ADEQUATION DES TECHNIQUES DE CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS
AUX TYPES DE DOMMAGES RECHERCHES**

Légende des annotations :

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| P = Possible | : | La méthode de contrôle peut être utilisée, mais 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 la plus adaptée à la détection du défaut recherché |
| NA = Non Applicable | : | La méthode de contrôle n'est normalement pas adaptée à la recherche du défaut |

I - MATERIAUX METALLIQUES

Techniques de contrôle	Type de défauts recherchés / Degré d'efficacité de la méthode de contrôle							
	Mesures de perte d'épaisseur	Fissures débouchantes	Fissures non débouchantes	Micro fissures, Lacunes (cavités de fluage)	Modifications métallurgiques	Modifications dimensionnelles	Blistering	Corrosion localisée par piqûres
Examen Visuel	P à TB	P à M	NA	NA	NA	P à TB	P à TB	TB si accessible
Ultrasons : ondes longitudinales avec palpeur droit	M à TB	NA	NA	P à M lacunes	NA	P	M à TB	NA
Ultrasons : ondes transversales avec palpeur d'angle	NA à P	M à TB	M à TB	P à M	NA	NA	M	NA
Ultrasons focalisés	M	TB en zone de focalisation	TB en zone de focalisation	P	NA	NA	P	NA
TOFD	M	TB	TB	P	NA	NA	P	P
Magnétoscopie (valable uniquement pour les matériaux ferromagnétiques)	NA	M à TB	P sous 2-3 mm maxi	P micro fissures débouchantes	NA	NA	NA	M si accessible
Ressuage	NA	P à TB	NA	NA	NA	NA	NA	M si accessible
Emission Acoustique	P si corrosion active	P à TB si évolutif	P à TB si évolutif	P à TB micro fissures si évolutives	NA	NA	P si évolutif	M à TB en marche si corrosion active
Courants de Foucault	M à TB sur tube	M à TB	M à TB profondeur limitée	NA à P micro fissures	P à TB	P	NA	P

Techniques de contrôle	Type de défauts recherchés / Degré d'efficacité de la méthode de contrôle							
	Mesures de perte d'épaisseur	Fissures débouchantes	Fissures non débouchantes	Micro fissures, Lacunes (cavités de fluage)	Modifications métallurgiques	Modifications dimensionnelles	Blistering	Corrosion localisée par piqûres
Radiographie-Gammagraphie	P à TB	P à M	P à M	NA	NA	NA à P	NA	M
Contrôles dimensionnels	NA à TB	NA	NA	NA	NA	M à TB	NA à P	NA
Mesures de dureté	NA	NA	NA	NA	P à TB	NA	NA	NA
Métallographie / Répliques	NA	P à M	NA	P à M Micro-fissures débouchantes	M à TB	NA	NA	M

2 - MATERIAUX NON METALLIQUES

Techniques de contrôle	Type de défauts recherchés / Degré d'efficacité de la méthode de contrôle							
	Revêtements organiques et émail				Composites SVR			
	Mesures de perte d'épaisseur	Porosités débouchantes	Fissuration (émail)	Gonflement (organiques)	Décohésions et ruptures de fibres	Délaminage	Dissolution	Gonflement
Examen visuel	P	P	M	M à TB	P	P	TB	M à TB
Ultrasons (ondes longitudinales)	P	NA	NA	NA	NA	M si e<25 mm	P	NA
Thermographie Infrarouge	NA	NA	NA	NA	NA	TB	M	P
Emission Acoustique	NA	TB en marche si corrosion active	NA	NA	TB	TB	NA	NA
Induction électromagnétique	TB si substrat ferromagnétique	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Courants de Foucault	TB si substrat non ferromagnétique	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Diélectrique (peigne)	NA	TB	TB si traversant	P	NA	NA	NA	NA
Mesure de résistance électrique (test émail, à l'éponge)	NA	TB	TB si traversant	NA	NA	NA	NA	NA
Statiflux	NA	NA	TB	NA	NA	NA	NA	NA

Annexe 3**RETOURS D'EXPERIENCE EN INSPECTION DE L'UIC/CTNIIC ET DE L'UFIP/GEMER****1 Organisation du retour d'expérience de la chimie et du raffinage**

Le retour d'expérience en inspection est assuré pour les industries du raffinage et de la chimie par l'UFIP/GEMER et l'UIC/CTNIIC. Il est présenté sous forme d'une banque de données gérée par l'IFP accessible sur Internet, mise à jour au fur et à mesure de la disponibilité des fiches. Les fiches sont disponibles sur Internet en disposant d'un mot de passe délivré pour les membres de l'UFIP et de l'UIC.

La documentation attachée aux fiches est disponible pour les représentants des sociétés membres de l'UFIP et l'UIC.

2 Présentation de la banque

Les cas vécus de retours d'expérience en inspection présentés lors des journées de l'inspection de l'UIC organisées depuis 1986 par le CTNIIC, et lors des journées GEMER organisées depuis 1956 qui présentent un intérêt pour la profession du fait de leur caractère pédagogique, novateur ou récurrent ont été sélectionnés puis portés dans la banque. De nouveaux cas vécus viennent progressivement compléter la banque.

Ces cas concernent :

- ▶ la connaissance des modes de dégradation des matériaux,
- ▶ les résultats des investigations suite à incident ou accident d'un équipement et les enseignements à tirer,
- ▶ la mise en œuvre de contrôles non destructifs spécifiques.

Chaque cas fait l'objet d'une fiche synthétique permettant une recherche rapide par mots clés. Le texte intégral ou des informations complémentaires (schémas, tableaux, etc. ..) sur le cas peuvent être obtenus en s'adressant au "contact" mentionné sur la fiche. Des "recherches avancées" peuvent être faites sur mot clé.

La première version de la banque consolidée disponible depuis fin 2005 comporte plus de 130 fiches. De nouvelles fiches sont proposées par les sociétés membres de l'UIC et de l'UFIP. La liste des fiches est actualisée en temps réel.

3 Présentation des fiches de retour d'expérience

Chaque fiche comporte :

- ▶ référence
 - auteur
 - société
- ▶ titre
- ▶ date de l'événement
- ▶ date d'émission de la fiche
- ▶ type de retour d'expérience
- ▶ contact possible
- ▶ nom du fichier
- ▶ descriptif
- ▶ analyse des causes
- ▶ conséquences
- ▶ leçons à tirer
- ▶ documents complémentaires éventuels

4 Confidentialité

Les retours d'expérience des industriels de l'UFIP et de l'UIC, consolidés dans la banque de données gérée par l'IFP, sont soumises aux règles de confidentialité et répondent aux exigences du § 6 "CONFIDENTIALITE" de l'annexe I de la DM-T/P n° 32510.

Annexe 4**DISPOSITIONS APPLICABLES A CERTAINES FAMILLES D'EQUIPEMENTS****ANNEXE 4-I****DISPOSITIONS APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS REVETUS INTERIEUREMENT****1. Objet**

La présente annexe permet de définir les dispositions spécifiques à retenir dans les plans d'inspection des équipements revêtus intérieurement décrits au § 2 afin d'éviter :

- la mise à nu complète des parois lors de la vérification intérieure pour l'inspection périodique ou pour la requalification périodique,
- l'épreuve hydraulique lorsque nocive pour l'équipement (cf. § 5 ci-après) et pour les équipements cités dans l'annexe 4-4,

lorsque la dépose du revêtement ne peut se faire que de façon destructive et irréversible ou lorsque la dépose et la réfection du revêtement induisent une durée d'immobilisation importante et un coût de maintenance élevé. Ces opérations engendrent souvent le risque de détériorer la paroi et les internes du récipient.

2. Domaine d'application

Cette annexe s'applique aux équipements

- à isolation thermique interne dont la température maximale admissible TS de la paroi métallique résistant à la pression est inférieure à la température des fluides contenus. Cette isolation thermique permet d'une part de maintenir l'enveloppe résistante à une température compatible avec les caractéristiques mécaniques du métal qui la constitue, et d'autre part de la protéger contre l'agression des produits chauds,
- ou revêtus intérieurement d'une ou de plusieurs couches d'un ou de matériaux choisis pour leurs propriétés de résistance physique ou chimique vis-à-vis du fluide contenu. Ces matériaux ne participent pas à la résistance mécanique de l'équipement mais assurent l'absence de contact entre la paroi résistante à la pression et le fluide contenu et/ou l'isolation thermique de la paroi,
- et pour lesquels un retour d'expérience société ou professionnel formalisé, de l'équipement ou d'équipements similaires, est disponible.

Les équipements et les revêtements utilisés sont portés dans le tableau annexé.

3. Modalités d'application

Pour ces équipements

- le choix et les modalités de mise en œuvre des revêtements,
- la définition des éventuelles conditions spécifiques d'exploitation (ex : procédure d'arrêt / démarrage) ou de réparation maintenance,

doivent être faits suivant des exigences adaptées dont le respect garantit l'efficacité du revêtement et l'intégrité de l'équipement dans le temps.

L'analyse des modes de dégradation potentiels de la paroi résistant à la pression, en l'absence du revêtement, est effectuée pour sélectionner la nature des contrôles à mettre en œuvre afin de vérifier :

- l'efficacité du revêtement ou
- l'absence de dégradation de la paroi métallique quand le revêtement est détérioré.

Les équipements revêtus intérieurement peuvent ne pas faire l'objet de mise à nu des parois internes lors des inspections et requalifications périodiques si :

- pour le revêtement
 - aucun endommagement n'a été détecté lors du suivi en service de l'équipement et,
 - les contrôles (internes visuels et CND appropriés) n'ont pas mis en évidence de défaut inacceptable (structure, continuité, épaisseur, étanchéité.. suivant les cas)
- et,
- pour la paroi
 - les résultats des contrôles mis en oeuvre sont représentatifs de l'état général de la paroi et permettent de s'assurer de l'efficacité de la protection de la paroi.

Le plan d'inspection de l'équipement précise notamment les :

- périodicités d'ouverture des équipements pour la vérification et, si nécessaire, la remise en état du revêtement interne. Elles doivent être adaptées aux durées prouvées de garantie d'efficacité du revêtement concerné (exploitation du retour d'expérience) ou de revêtements de même type utilisés dans des conditions comparables,
- suivis à effectuer en marche (cf. tableau annexé) :
 - les actions de surveillance (ex : examens visuels, mesures d'épaisseur, thermographies..)
 - le suivi des conditions opératoires critiques limites qui peuvent être retenues (ex : température de la paroi externe, température intérieure, teneur en contaminants..)

4. Inspection périodique

Les modalités d'inspection périodique sont précisées dans le plan d'inspection de l'équipement. Elles comportent a minima :

- les contrôles non destructifs mis en œuvre depuis l'extérieur de l'équipement pour le contrôle de la paroi externe et des soudures afin de suivre les zones sensibles (ex : ultra-sons),
- lorsque l'ouverture de l'équipement est prévue*, les contrôles à effectuer à partir de l'intérieur pour vérifier l'état du revêtement : examen visuel, vérification de la continuité, des propriétés mécaniques, thermiques ou chimiques du revêtement, dépose partielle éventuelle du revêtement pour vérification de l'intégrité de la paroi interne. Si le revêtement présente des dégradations, des contrôles complémentaires peuvent être effectués,
- un examen des accessoires de sécurité.

* dans le cas contraire, cf. annexe 4-2 ou 4-3

5. Requalification périodique

La requalification périodique concerne l'équipement, ses accessoires sous pression attachés et ses accessoires de sécurité associés. Elle est réalisée à périodicité au plus égale à 12 ans selon des modalités décrites dans le plan d'inspection.

La requalification comporte :

- une inspection comportant a minima les dispositions prévues pour l'inspection périodique,
- un examen du revêtement intérieur, hors cas des équipements qui entrent dans le champ d'application de l'annexe 4-2 ou 4-3,

- une épreuve hydraulique lorsque exigée par l'arrêté du 15 mars 2000 modifié si réalisable sans incidence sur le revêtement. Si l'épreuve est nocive (dans les cas de revêtements poreux tels : bétons, briquetages), l'épreuve peut être remplacée par un contrôle selon l'une des méthodes suivantes :
 - par émission acoustique, dans le cadre du guide de bonnes pratiques GBP-EA de l'AFIAP, dans sa dernière version approuvée par le BSEI
 - par un bilan global en CND dans les conditions mentionnées au § 6 ci-après
- une vérification des
 - accessoires sous pression attachés,
 - accessoires de sécurité associés.

Un examen des parois intérieures est réalisé à l'occasion de la réfection de l'ensemble du revêtement.

6. Bilan global en CND

Comme prévu au paragraphe précédent, lorsque l'épreuve est nocive pour le revêtement, elle peut être remplacée par un bilan global en CND aux conditions suivantes :

- les méthodes mises en œuvre
 - bénéficient de référentiels d'application reconnus
 - pour chaque zone contrôlée, les méthodes sont aptes à détecter le ou les dommages connus ou potentiels susceptibles d'affecter la zone,
 - doivent permettre d'assurer dans le temps un suivi de l'évolution des indications relevées (quand elles existent).
- la périodicité de mise en oeuvre de chacune des méthodes est adaptée à la cinétique de la dégradation retenue. Pour certains contrôles les périodicités peuvent être différentes de la périodicité de requalification,
- les contrôles sont réalisés
 - d'une part, pour chacun des modes de dégradation connus ou potentiels retenus dans le plan d'inspection, dans des zones représentatives, susceptibles de présenter les dommages les plus importants,
 - d'autre part, dans des zones qui présentent des indications d'origine, caractérisées d'admissibles, mais rapportées dans les PV des contrôles réalisés lors de la fabrication (voir nota),
- dans le plan d'inspection, le choix des zones contrôlées est justifié, les étendues sont précisées,
- l'exploitation des résultats de l'ensemble des contrôles réalisés au cours et à l'échéance d'une période de requalification doit permettre d'assurer que l'équipement peut être maintenu en service en sécurité.

Nota : dans le cas où ces PV ne sont pas disponibles, un « point zéro » est réalisé lors du premier bilan CND dans les conditions suivantes :

- contrôles de compacité par sondage des soudures principales de l'enveloppe sous pression : 100 % des noeuds de soudure et 10 % des zones les plus chargées, longitudinales et grandes bases de cônes,
- contrôle de surface extérieure sur les points singuliers suivants : piquages, soudures angulaires d'accessoires (10%)

Les critères d'acceptation des défauts pour ce point zéro sont ceux applicables à la construction d'origine.

Les indications caractérisées d'admissibles font l'objet d'un suivi approprié lors des bilans CND suivants.

TABLEAU RECAPITULATIF DES MODALITES DE SUIVI DES EQUIPEMENTS REVETUS INTERIEUREMENT

Nature du revêtement	Exemples d' équipements	Modes de dégradation revêtement / paroi	Suivi en service / contrôles à l'arrêt
Béton anti- érosion	Réacteurs, régénérateurs des unités FCC Cyclone de catalyseur de réacteurs	Risque de dégradation de la paroi interne liée à une usure complète du béton	Vérification de l'épaisseur résiduelle du béton et de l'intégrité du béton à chaque opportunité d'ouverture de l'équipement
Béton isolant thermique	Réacteurs, régénérateurs, lignes de transfert et équipements annexes des unités FCC Générateurs, chaudières de récupération de chaleur Equipements des unités de traitement de soufre (unités Claus), d'unités sulfuriques Réacteur de réformeur catalytique Réacteurs d'hydrogénation des essences	Risque d'endommagement de la paroi interne, liée à une dégradation du béton : <ul style="list-style-type: none"> • dépassement de la TS de la zone concernée de l'équipement • attaque de la paroi interne par les composés agressifs des produits si condensation acide sous béton (cas des parois "trop froides" ou de problèmes liés à la qualité ou à la mise en oeuvre du béton) • attaque à chaud de la paroi interne par les composés agressifs des produits contenus si déstructuration, fissuration, décollement du béton (perte d'efficacité de l'isolation thermique) 	Suivi en service : <ul style="list-style-type: none"> • Contrôle de température à l'aide de peinture thermosensible si existante • Thermographies des équipements concernés pour vérifier l'efficacité du béton : épaisseur résiduelle et non dégradation locale. Attention à ne pas perturber les protections contre les intempéries (ex : équipements unités Claus) Vérification de l'épaisseur résiduelle et de l'intégrité du béton à chaque opportunité d'ouverture de l'équipement

Béton anti- acide	Equipements des circuits de tête des unités chimiques et de raffinage, des unités de traitement de soufre	Risque de contact entre les composés agressifs des produits et la paroi interne en cas de dégradation du béton (déstructuration, fissuration, décollement)	Vérification externe en marche de l'intégrité de l'équipement L'expérience montre que les bétons de dernière génération (par exemple mélange de béton et résines, type IFP) résistent pendant plusieurs cycles entre grands arrêts sans nécessité de dépose Vérification de l'intégrité du béton lors des visites intérieures
-------------------	---	--	---

Nature du revêtement	Exemples d'équipements	Modes de dégradation revêtement / paroi	Suivi en service / contrôles à l'arrêt
<p>Briquetage isolant thermique et anti-acide associé à une couche protectrice type feuille de plomb ou produit synthétique (SVR..)</p>	<p>Equipements des unités chimiques utilisant des procédés avec produits chimiques chauds très corrosifs</p> <ul style="list-style-type: none"> - unités utilisant de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique.. - unité d'alkylation - .. <p>Ex : colonne revêtue de briques anti-acide et d'un liner en butyl collé sur la paroi</p> <ul style="list-style-type: none"> - .. 	<p>Risque très rapide de dégradation (quelques heures) de la paroi interne en cas de dégradation de la couche protectrice et isolante</p>	<p>Vérification externe en marche de l'intégrité de l'équipement</p> <p>Thermographies pour vérifier le profil des températures de peau et détecter les éventuelles zones de début de perte d'efficacité du revêtement (joints inter briquetage par exemple)</p> <p>Lors des visites intérieures, contrôle de l'état des joints et du briquetage</p> <p>Mesures d'épaisseur de la paroi par ultrasons en zones ciblées</p>

<p>Revêtements plasturgiques ou polymères anticorrosion (ex : PVDF collé, SVR, formophénolique, vinyl-ester, caoutchoutique.. Vitrification</p>	<p>Equipements des unités du raffinage et de la chimie tels</p> <ul style="list-style-type: none"> - concentrateurs acide sulfurique - stockages d'acide sulfurique dilué, d'acide fluorhydrique - calandres d'échangeurs en graphite sur unité d'alkylation styrène - récipients de traitement d'eau de chaudière par résines échangeuses d'ions - ballons de décantation unité d'alkylation de l'éthyl-benzène - ballons d'acidification, d'estérification - réacteurs 	<p>Risque de contact entre les composés agressifs des produits et la paroi interne en cas de dégradation du revêtement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • fissuration, décollement, délaminage des couches anticorrosion • éclatement sous chocs internes ou externes • déstructuration, vieillissement, gonflement ou dissolution progressive 	<p>Suivi des conditions opératoires</p> <p>Respect des paramètres opératoires transitoires qui, s'ils n'étaient pas respectés, pourraient entraîner une dégradation du revêtement (ex : séquences d'arrêt/démarrage)</p> <p>Contrôles à effectuer à chaque opportunité d'ouverture des équipements :</p> <ul style="list-style-type: none"> • vérification du bon état et du bon accrochage du revêtement • contrôle de la continuité du revêtement avec un "balai électrique" • échantillonnages éventuels pour vérification de l'intégrité de la paroi interne..
<p>Claddages, revêtements métalliques par soudage ("overlay deposit"), colaminage, chemisage, soudage par divers procédés (fil, MIG, TIG, dépôts de bandes soudées..), etc. ..</p>	<p>Equipements des unités du raffinage et de la chimie : réacteurs, stockages, colonnes tels :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réacteurs de polymérisation du PVC, du polypropylène - réacteurs de polymérisation nécessitant une propreté contrôlée de la paroi interne - .. 	<p>Risque de</p> <ul style="list-style-type: none"> - contact entre les composés agressifs des produits et la paroi interne en cas de dégradation du revêtement (fissuration, défaut d'étanchéité des soudures d'accrochage..) - corrosion préférentielle sous dépôts 	<p>Vérification intérieure, à chaque opportunité d'ouverture, de l'étanchéité de l'accrochage et de l'intégrité du revêtement</p> <p>Contrôles non destructifs adaptés en zones ciblées lors des vérifications intérieures (ressuage)</p> <p>Mesures d'épaisseur de la paroi</p>

Nature du revêtement	Exemples d'équipements	Modes de dégradation revêtement / paroi	Suivi en service / contrôles à l'arrêt
Autres dépôts métalliques (ex : plomb)	Equipements des unités chimiques tel - Concentrateur H ₂ SO ₄	Risque de corrosion rapide de la paroi interne en cas de dégradation du revêtement	Vérification externe en marche de l'intégrité de l'équipement Vérification intérieure, à chaque opportunité d'ouverture, de l'étanchéité et de l'intégrité du revêtement

ANNEXE 4-2

DISPOSITIONS APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS QUI CONTIENNENT DES CATALYSEURS, ABSORBANTS, GARNISSAGES OU INTERNES

1. Objet

La présente annexe permet de définir les dispositions spécifiques à retenir dans les plans d'inspection des équipements qui contiennent des catalyseurs, absorbants, garnissages ou internes afin d'éviter :

- leur enlèvement lors des inspections et requalifications périodiques,
- l'épreuve hydraulique, lors des requalifications périodiques, quand elle est susceptible d'entraîner leur détérioration.

2. Domaine d'application

Cette annexe

- s'applique aux équipements
 - qui contiennent des catalyseurs, charges absorbantes, garnissages ou accessoires internes tels certains plateaux, diffuseurs, "matelas".. lorsque leur enlèvement conduit à des interventions de maintenance majeures, voire entraîne leur destruction,
 - et pour lesquels un retour d'expérience formalisé de l'équipement ou d'équipements similaires, société ou professionnel, est disponible,
- ne s'applique pas aux équipements dont les internes ne limitent pas l'accès à la paroi intérieure et lorsqu'ils peuvent supporter l'épreuve sans dommage. Leur enlèvement n'est pas requis lors de l'inspection périodique et lors de l'inspection de requalification.

3. Modalités d'application

Voir le tableau récapitulatif annexé, développé pour chaque famille d'équipements

Lorsque les modalités d'inspection et de contrôles prévues dans le plan d'inspection ne nécessitent pas l'accès direct à la paroi intérieure, l'enlèvement de la charge ou des internes n'est pas requis.

Les modalités d'inspection et de requalification périodiques peuvent ne pas comporter de vérification intérieure ou ne prévoir que des vérifications partielles au droit des zones facilement accessibles.

Toute intervention entraînant la mise à nu de la paroi intérieure doit être mise à profit pour procéder à sa vérification.

4. Inspection périodique

Les modalités des inspections périodiques comportent a minima :

- une vérification extérieure après décalorifugeage des zones portées dans le plan d'inspection avec mise en œuvre de contrôles adaptés aux modes de dégradation retenus, aux endroits repérés dans le plan d'inspection,

- la mise en œuvre des contrôles retenus dans le plan d'inspection afin d'estimer les dommages internes éventuels,
- quand elle est possible, la vérification intérieure des parois accessibles,
- un examen des accessoires de sécurité.

5. Requalification périodique

La requalification périodique concerne l'équipement, ses accessoires sous pression attachés et ses accessoires de sécurité associés. Elle est réalisée à périodicité au plus égale à 12 ans selon des modalités décrites dans le plan d'inspection.

La requalification comporte :

- Une inspection comportant a minima les dispositions prévues pour l'inspection périodique avec lorsque possible, la visite intérieure des parois accessibles,
- Une épreuve hydraulique, lorsque exigée par l'arrêté du 15 mars 2000 modifié, si réalisable sans incidence sur les internes ou la charge,
- Une vérification des
 - accessoires sous pression attachés,
 - accessoires de sécurité associés.

6. Dispositions complémentaires

Une vérification des parois intérieures est réalisée à l'occasion d'un remplacement complet du catalyseur, de l'absorbant, du garnissage ou des internes.

Une épreuve hydraulique, si elle est exigible et a été effectuée depuis plus de 12 ans, est également réalisée à cette occasion.

Dans le cas où le report d'épreuve mentionné au § 5 ci-dessus peut dépasser 12 ans, l'épreuve est remplacée par un contrôle par émission acoustique ou un bilan global CND, dans les conditions décrites aux § 5 et 6 de l'annexe 4-I du présent guide.

TABLEAU RECAPITULATIF DES MODALITES D'APPLICATION

Contenu	Type équipement	Modes potentiels de dégradation	Modalités Inspection et Requalification Périodiques	Contrôles spécifiques effectués lors de la dépose du contenu
Catalyseurs	Réacteurs et récipients des industries chimique et pétrolière pour : <ul style="list-style-type: none"> • Reformage • Désulfuration • Déparaffinage • Hydrogénation • Alkylolation (ex : benzène-propylène) • Hydrodéalkylation • Hydrodézotation • Hydrocraquage • Isomérisation • Ethérification • Réacteurs de reforming (ex : du gaz naturel), à lit fixe (ex : d'oxydation du propylène) • .. 	En fonction du matériau, du milieu, de la température, de la pression .. risques de : <ul style="list-style-type: none"> - Attaque par l'hydrogène à chaud - Sulfuration à chaud - Dégradation du revêtement interne (cas des appareils revêtus) - Corrosion interne si présence d'humidité - .. 	Contrôles adaptés au mode de dégradation potentiel, en zones ciblées, effectués de l'extérieur et dans les parties concernées accessibles de l'intérieur de type : <ul style="list-style-type: none"> • Magnétoscopie • Contrôles ultrasoniques en zones sensibles • Mesures d'épaisseur Voir annexe 4.I pour le suivi en service et lors des IP/RP	Vérification interne complète Contrôle complémentaire en soudures de zones réputées sensibles (magnétoscopie, autre méthode de recherche de défauts) Dans le cas d'équipements de faible diamètre rendant inaccessible l'inspection visuelle directe interne, des moyens adaptés seront mis en œuvre

Contenu	Type équipement	Modes potentiels de dégradation	Modalités Inspection et Requalification Périodiques	Contrôles spécifiques effectués lors de la dépose du contenu
Absorbants	Capacités des industries chimique et pétrolière contenant des : <ul style="list-style-type: none"> • Absorbants d'humidité (tamis moléculaires...) • Absorbants de produits contaminants dans les flux de gaz ou de liquide (charbon actif, alumine...) • Déshydrateurs (ex : de couches scindées phénol/acétone) • Coalesceurs, filtres (ex : à cartouches métalliques) • .. 	Détérioration interne telle évolution de défauts en soudures Corrosion interne généralisée ou localisée ..	Contrôles adaptés en zones ciblées effectués de l'extérieur et dans les parties concernées accessibles de l'intérieur de type : <ul style="list-style-type: none"> • Magnétoscopie • Contrôles ultrasoniques en zones sensibles • Mesures d'épaisseur 	Vérification interne complète Contrôles complémentaires en soudures de zones réputées sensibles (magnétoscopie, autre méthode de recherche de défauts)

Contenu	Type équipement	Modes potentiels de dégradation	Modalités Inspection et Requalification Périodiques	Contrôles spécifiques effectués lors de la dépose du contenu
Garnissages	Colonnes des industries chimique et pétrolière de : <ul style="list-style-type: none"> • Distillation atmosphérique • Distillation sous vide • Fractionnement • Séparation • Stripping • .. 	Dégradations internes liées aux couples matériaux / fluides en présence, en intégrant les mécanismes propres aux garnissages (encrassements, cokages..) Dégradations localisées aux zones de supportage des garnissages	Contrôles adaptés en zones ciblées effectués de l'extérieur et dans les parties concernées accessibles de l'intérieur de type : <ul style="list-style-type: none"> • Magnétoscopie • Contrôles ultrasoniques en zones sensibles • Mesures d'épaisseur Si besoin, dépose partielle du garnissage pour par exemple : <ul style="list-style-type: none"> • Vérification de zones représentatives au niveau de supports • Recherche d'éventuelles corrosions en zones non accessibles directement 	Vérification interne complète Contrôles complémentaires des soudures des zones réputées sensibles (magnétoscopie, ultrasons, mesures d'épaisseur..)
Internes	Colonnes de fractionnement des industries chimique et pétrolière	Dégradations internes liées aux couples matériaux / fluides en présence Dégradations spécifiques aux zones d'attache des plateaux	Contrôles adaptés en zones ciblées effectués de l'extérieur et dans les parties concernées accessibles de l'intérieur : <ul style="list-style-type: none"> • Magnétoscopie • Contrôles ultrasoniques en zones sensibles • Mesures d'épaisseur 	Vérification interne des parties accessibles Contrôles complémentaires de soudures en zones réputées sensibles (magnétoscopie, autre méthode de recherche de défauts)

ANNEXE 4-3**DISPOSITIONS APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS QUI CONTIENNENT DES FLUIDES NON CORROSIFS VIS A VIS DE LA PAROI****1. Objet**

La présente annexe permet de définir les dispositions spécifiques à retenir dans les plans d'inspection des équipements qui contiennent des fluides non corrosifs vis à vis de la paroi.

2. Domaine d'application

Cette annexe s'applique aux équipements pour lesquels

- ▶ le choix du matériau de ces équipements vis à vis du risque de dégradation interne a été fait sur la base de données bibliographiques et d'un retour d'expérience documenté,
- ▶ la composition du fluide contenu est garantie en permanence conforme à une spécification interne prise en compte lors de l'étude de criticité et l'équipement est maintenu sous fluide process ou inerte,
- ▶ la conformité du fluide à la spécification est assurée par :
 - l'analyse du fluide à périodicité définie par le SIR. Les résultats sont enregistrés. Des COCL peuvent être retenues pour suivre la composition du fluide ou,
 - une étude montrant l'impossibilité d'apparition de produits corrosifs provenant de la charge ou liés à une transformation chimique.

3. Modalités d'application

3-1 Lorsqu'il n'a été constaté aucun mode de dégradation de la paroi interne lors de au moins deux vérifications successives de l'équipement concerné, ou d'équipements exploités dans des conditions similaires : lors des inspections périodiques, la vérification intérieure est remplacée par des contrôles non destructifs pertinents réalisés de l'extérieur qui permettent de confirmer l'absence de dommage de la paroi interne.

3-2 Lorsque la seule dégradation interne constatée lors de au moins deux vérifications successives de l'équipement concerné est une perte d'épaisseur, et que la surépaisseur de corrosion résiduelle ne peut pas être consommée en moins de deux périodes de requalification : lors de l'inspection périodique suivante, la vérification intérieure est remplacée par des contrôles non destructifs adaptés, réalisés de l'extérieur qui permettent de confirmer la durée de vie résiduelle.

Toute ouverture de l'équipement est mise à profit pour effectuer une vérification interne de la paroi accessible.

oooooooo

ANNEXE 4-4**DISPOSITIONS APPLICABLES AUX EQUIPEMENTS QUI PEUVENT NE PAS FAIRE L'OBJET DE L'EPREUVE HYDRAULIQUE DE REQUALIFICATION****I. Objet**

L'arrêté du 15 mars 2000 modifié prévoit en son article 21 que *"par exception aux dispositions du présent titre, la nature et la périodicité des requalifications périodiques des équipements sous pression surveillés par un service inspection reconnu sont définies dans des plans d'inspection établis selon des guides professionnels approuvés par le ministre chargé de l'industrie, après avis de la Commission centrale des appareils à pression.."*

La ré-épreuve hydraulique prévue lors de la requalification d'un équipement sous pression a pour objet de vérifier que l'équipement peut supporter sans fuite ni déformation permanente apparente la surcharge de pression réglementairement prévue.

Pour certains équipements, la pratique d'une épreuve hydraulique peut être incompatible ou nocive pour des raisons techniques ou de procédé.

Aujourd'hui, la mise en œuvre de techniques de contrôles non destructifs performantes permet, pour ces équipements, de disposer de données sur leur état qui apportent plus d'informations que ne le ferait une simple épreuve hydraulique. Dans cette annexe sont listés les différents cas possibles de remplacement de la ré-épreuve de requalification périodique par la mise en œuvre de modalités d'investigations spécifiques.

2. Domaine d'application et dispositions applicables lors des requalifications**2-1 Equipements qui entrent dans les domaines d'application du GBP-EA**

Pour ces équipements, un test en pression avec suivi par émission acoustique peut se substituer à la ré-épreuve hydraulique lorsque l'application est réalisée dans le respect des règles du Guide des bonnes pratiques de l'émission acoustique de l'AFIAP, dans sa dernière version approuvée par DM-T/P ou décision BSEI (cf. § 3) ou, selon les dispositions portées dans le § 3-4 ci-après.

Lorsqu'applicable cette méthode doit être retenue.

2-2 Equipements qui font l'objet d'un guide professionnel**2-2-1 Domaine d'application**

Famille d'équipements pour lesquels l'épreuve

- ▶ soit créerait un risque important du fait d'un problème technique à la température d'épreuve telle une diminution de résilience et de ténacité du matériau, par exemples cas des :
 - aciers faiblement alliés susceptibles de fragilisation réversible ou irréversible de revenu
 - aciers susceptibles de nitruration, de carburation
 - aciers susceptibles de fragilisation par l'hydrogène
 - matériaux susceptibles d'apparition de phases fragilisantes, exemple : sigmatisation des aciers inoxydables austénitiques,
- ▶ soit entraînerait un problème de procédé, par exemples lorsque :
 - il y a incompatibilité avec la présence d'eau
 - l'équipement est difficile à vidanger ou à purger

- l'équipement contient des produits difficiles à nettoyer (sels caloporteurs, soufre..),
 - ▶ soit est difficilement réalisable,
 - ▶ soit serait nocive,
- et, qui ont été contrôlés conformément aux exigences de contrôle de la catégorie A du CODAP ou équivalent, lors de la fabrication ou à l'occasion d'une inspection en exploitation.

2-2-2 Disposition applicables

Ces familles d'équipement font l'objet d'un guide professionnel soumis à l'approbation de l'administration dans lequel sont :

- décrits les équipements susceptibles de bénéficier des dispositions du guide,
- justifiées les raisons de la difficulté de mise en œuvre de la ré-épreuve,
- décrites les modalités de requalification proposées qui doivent satisfaire aux dispositions du paragraphe 6 de l'annexe 4-1 (Bilan global en C ND) :

2-3 Equipements exclus du domaine d'application du 2-1 ou du 2-2

Les équipements pour lesquels la ré-épreuve est difficilement réalisable et pour les lesquels :

- le guide de bonne pratique de l'émission acoustique (GBP-EA) n'est pas applicable,
- il n'existe pas de guide professionnel approuvé,

seront traités dans un cadre dérogatoire :

3. Equipements pouvant bénéficier des dispositions du "Guide des bonnes pratiques de l'émission acoustique" de l'AFIAP

3-1 Emission acoustique

L'interprétation des résultats d'un essai par émission acoustique permet d'estimer l'état des parois d'un équipement en localisant précisément les éventuelles sources susceptibles de devoir faire l'objet d'investigations complémentaires afin de caractériser, par d'autres méthodes plus classiques de CND (ultrasons, radiographie..), d'éventuels défauts de la paroi.

Cette interprétation permet d'assurer un niveau de sécurité équivalent voire supérieur à celui obtenu par la mise en œuvre d'une épreuve hydraulique.

3-2 Le GBP-EA

Le Guide des bonnes pratiques de l'émission acoustique (GBP-EA) décrit les modalités de mise en œuvre, d'interprétation et d'exploitation des résultats d'un contrôle par émission acoustique.

Il est composé d'un "corps" qui contient les données générales applicables à tout essai d'émission acoustique pratiqué sur un équipement sous pression et d'annexes spécifiques à des familles d'équipements. Chacune des annexes contient les données particulières à respecter pour la mise en œuvre d'un essai sur un équipement de la famille. Les annexes sont complémentaires et indissociables du corps du guide. Le guide intègre les exigences des normes européennes disponibles.

Il est approuvé par DM-T/P ou décision BSEI.

3-3 Modalités d'application

En application des modalités prévues à l'article 21 de l'arrêté du 15 mars 2000 modifié relatif à la définition de la nature et de la périodicité des requalifications périodiques des équipements sous pression, un SIR peut retenir que la requalification d'un équipement entrant dans l'une des familles d'équipements traités dans les annexes du guide soit réalisée en remplaçant l'épreuve hydraulique par un test de pression sous fluide process ou sous autre fluide, avec suivi par émission acoustique.

Il n'est pas admis, sauf avec dérogation spécifique, que la pression maximale appliquée lors d'un essai pneumatique excède la pression maximale admissible PS de l'équipement.

Lorsque la pression maximale de l'essai est au moins égale à 90% de la pression maximale admissible PS de l'équipement, la PS est maintenue. Dans le cas contraire, la nouvelle pression maximale admissible après requalification est, sauf dérogation spécifique, égale à la pression maximale de l'essai. Dans ce dernier cas, les caractéristiques du ou des accessoires de sécurité de l'équipement sont adaptés à la nouvelle PS.

3-4 Cas d'équipements n'entrant pas dans le champ d'application d'une annexe approuvée du guide

En application de la note DARPMI/SDSI/DGAP du 18 mai 2004, un équipement qui n'appartient pas à une famille d'équipements objet d'une annexe au dernier guide approuvé, ou d'une annexe ayant été approuvée spécifiquement, peut faire l'objet d'une demande présentée à avis de la CCAP. Si une décision favorable est émise par la CCAP, la ré-épreuve de l'équipement peut être remplacée par un essai de mise sous pression avec contrôle par émission acoustique selon les dispositions présentées.

Pour les deuxième et troisième équipements identiques, l'avis de la CCAP n'est pas requis, les aménagements réglementaires peuvent être accordés par la DRIRE de tutelle sur la base de l'avis de la CCAP émis suite à l'examen de la première demande.

Pour les équipements suivants de la nouvelle famille, une annexe au GBP-EA devra définir les modalités de réalisation du contrôle par émission acoustique.

oooooooo

Annexe 5**CONDITIONS OPERATOIRES CRITIQUES LIMITES****1. Introduction**

La maîtrise de l'état des équipements soumis à surveillance impose de prendre en compte dans l'analyse de leur comportement les caractéristiques d'exploitation (température, pression, composition du fluide, environnement..) qui pourraient avoir un impact sur leur intégrité.

Les conditions maximales admissibles (PS et TS) sont portées dans la spécification technique de l'équipement établie par l'acheteur, elles sont prises en compte par le fabricant lors de la conception.

En service normal, lors des phases transitoires, les température et pression de service ne doivent pas dépasser les valeurs maximales admissibles hors la tolérance de surcharge pression de 10%, accessoire de sécurité de pression à pleine ouverture.

Des dispositifs de sécurité adaptés doivent protéger chaque équipement vis à vis d'un risque de dépassement de la PS et de la TS.

Le dépassement de seuils critiques de certaines conditions opératoires autres que les PS et TS peut également avoir un impact sur l'état de l'équipement. Les seuils de ces paramètres d'exploitation sont appelés "**conditions opératoires critiques limites**".

2. Définition

Extrait de la DM-T/P n° 32510 § 3.1 Définitions

"Conditions opératoires critiques limites :

Seuils fixés à un paramètre physique ou chimique (température, pH, vitesse de fluides, concentration d'un contaminant) qui, s'ils sont dépassés, peuvent avoir un impact notable sur le comportement, l'état ou l'endommagement de l'équipement, ou peuvent entraîner l'apparition d'un nouveau phénomène de dégradation"

3. Sélection des COCL

Une ou des COCL découlent de l'analyse de l'impact sur l'équipement d'un mode de dégradation retenu dans le plan d'inspection.

Une COCL peut être le seuil :

- d'un paramètre physique d'exploitation (température, pression, vitesse, cycle, transitoire..)
- d'une caractéristique du fluide contenu (composition, caractéristique chimique..)
- d'une sollicitation externe à l'équipement (vibration, différentielle thermique..).

Une COCL peut être dépassée de façon :

- transitoire (dépassement d'un pH, présence d'un contaminant dans un fluide..) ou
- continue (température, niveau vibratoire, composition du fluide..)

L'impact sur l'équipement du dépassement d'une COCL peut être :

- instantané (ex : excursion en température entraînant un changement de l'état métallurgique d'un acier)
- fonction du cumul du temps de dépassement (ex : dépassement d'un seuil de température entraînant un phénomène de fluage ou de fragilisation, nombre de cycles entraînant un effet de fatigue)

Une COCL est définie lorsque les conditions normales de surveillance en exploitation de l'équipement ne permettent pas de maîtriser un mode de dégradation potentiel retenu dans le plan d'inspection.

A tous les équipements ne sont pas attachées une ou des COCL.

4. Exemples de COCL

Température réelle d'utilisation

Exemples :

- température de tubes de four, elle a une incidence sur la durée de vie calculée au fluage
- température d'un équipement en acier sensible à la fragilisation réversible de revenu

"Exploration" en température

Exemple : certains matériaux peuvent être affectés par un dépassement de température, même de très courte durée. C'est le cas des aciers traités thermiquement qui peuvent subir un revenu ou un effet brutal de trempe.

Cycles de températures

Exemple : réacteurs travaillant à température élevée, de forte épaisseur de paroi, pour lesquels la vitesse de refroidissement ou de chauffage doit être maîtrisée afin de limiter les contraintes thermiques différentielles

Pression partielle d'hydrogène

Exemple : dans le cas des aciers sensibles à la fragilisation par l'hydrogène, il est indispensable de connaître la pression partielle d'hydrogène si celle-ci peut dépasser le niveau au delà duquel le matériau est sensible à sa température de service

C'est en connaissant les température de service et pression partielle d'hydrogène réelles que peut-être estimée la fragilisation en fonction du temps et son impact sur les caractéristiques de l'acier (cf. les courbes de Nelson)

Dérive de caractéristique des eaux de chaudière

Exemple: dépassement d'un pH. Il peut avoir une incidence sur la vitesse de corrosion

Composition d'un fluide

Il s'agit notamment de la teneur en "impureté(s)"

Exemple : teneur en chlorures. Elle peut avoir, en fonction de la nature du matériau en contact, de la température, du niveau des contraintes et des concentrations de contraintes, une incidence sur un endommagement de type corrosion fissurante

Sollicitations mécaniques cyclique

Exemple : sollicitation en fatigue d'un équipement par des efforts dus à une agitation puissante

Transitoires de réaction

Exemple: les réacteurs au sein desquels des emballements brutaux de réaction peuvent être générés peuvent être susceptibles d'endommagement par fatigue, en fonction du nombre de transitoires

5. Collecte, exploitation des dépassements de COCL

Tout dépassement de COCL doit être enregistré et faire l'objet d'une information au service inspection, à fin d'exploitation. Il peut s'agir du :

- niveau maximal atteint de la "condition opératoire" (ex : température),
- nombre de dépassements (ex : nombre cumulé de transitoires),
- temps cumulé (ex : temps de dépassement de la température de sensibilité à la fragilisation réversible de revenu (FRR) d'un acier sensible)..

Les modalités d'enregistrement et de transfert vers le service inspection des informations liées aux COCL doivent être décrites dans les procédures d'interfaces entre le service inspection et les services exploitation.

Les modalités d'archivage et d'exploitation des dépassements de COCL par le service inspection, leur prise en compte pour les révisions des plans d'inspection, doivent être décrites dans les procédures de gestion des plans d'inspection et d'étude de l'aptitude au service des équipements suivis.

oooooooo

Annexe 6**REGLES DE DECALORIFUGEAGE LORS DES INSPECTIONS
ET REQUALIFICATIONS PERIODIQUES****1. Objet**

L'objet de la présente annexe est de définir les conditions générales de décalorifugeage (d'enlèvement des dispositifs d'isolation thermique ou "isolants" : calorifuge, frigorifuge, ignifuge) lors des vérifications extérieures réalisées à l'occasion des inspections et requalifications périodiques.

2. Domaine d'application

La présente annexe s'applique aux récipients, générateurs de vapeur, tuyauteries et leurs accessoires attachés.

Des dispenses de décalorifugeage total ou partiel sont applicables lors des vérifications extérieures des inspections et requalifications périodiques, sous réserve que les points suivants soient satisfaits :

- l'isolant est chimiquement neutre vis-à-vis de la paroi protégée ou de sa peinture de protection, les justificatifs appropriés figurent dans le dossier de l'équipement,
- l'état et la tenue mécanique de l'isolant sont adaptés aux conditions d'exploitation,
- les équipements concernés font l'objet d'un suivi en conformité aux dispositions portées dans les plans d'inspection. Les résultats de ces suivis sont attestés dans les rapports d'inspection, ils confirment l'état acceptable de l'isolant,
- les actions de maintenance réalisées, notamment celles demandées par le service inspection, permettent le maintien en conformité de l'isolant,
- les conditions de maintien en conservation de l'équipement lors des chômages ne peuvent engendrer de dégradation de la paroi,
- toute opportunité de décalorifugeage total ou partiel doit être retenue pour réaliser une vérification extérieure de la paroi mise à nu ; un rapport d'inspection est rédigé.

Pour chaque équipement ou chaque type d'équipement, les conditions particulières de décalorifugeage sont définies dans le respect des dispositions générales de la présente annexe, en tenant compte des conditions d'exploitation, de maintenance et d'environnement.

Le cheminement pour définir les modalités de décalorifugeage est décrit dans le logigramme simplifié annexé.

3. Inspections périodiques

Sauf cas de dégradation constatée ou potentielle ayant un impact sur l'équipement, il n'y a pas lieu de procéder à l'enlèvement de l'isolant lors des inspections périodiques, à l'exception de trappes ou éléments démontables prévus à cet effet.

S'il existe, avant l'inspection périodique ou à l'issue des vérifications faites lors de cette inspection des raisons de suspecter le bon état d'une ou plusieurs parties non directement visibles, les parties concernées, voire la

totalité de l'équipement, sont décalorifugées. Dans ce cas, une attention particulière doit être portée aux zones à risque suivantes :

- zones de rétention, de sortie de calorifuge (drains, purges..),
- points d'attache des équipements soumis à des vibrations ou à des cycles de fatigue,
- zones susceptibles d'être affectées par des corrosions ou des fissurations d'origine mécaniques ou thermiques,
- compensateurs de dilatation,
- soudures complexes ou susceptibles d'être le siège de concentrations de contraintes, soudures hétérogènes, piquages importants ou singuliers.

4. Requalifications périodiques

Jusqu'à la troisième requalification, il est admis de ne procéder qu'à un décalorifugeage partiel limité :

- aux zones à risque listées ci-avant,
- aux parties basses : génératrice inférieure, points bas, fond..,
- à des tronçons représentatifs des joints soudés circulaires et longitudinaux.

Ces zones représentatives sont définies dans le plan d'inspection.

De plus, des mesures d'épaisseur par sondage aux points portés dans le plan de contrôle sont effectuées en cas de risque de corrosion uniforme.

S'il existe, avant la requalification périodique ou à l'issue des vérifications faites lors de la requalification des raisons de suspecter le bon état d'une ou de plusieurs parties non visibles, les parties suspectes, voire la totalité de l'équipement, sont décalorifugées.

Pour la quatrième requalification, un décalorifugeage total doit être réalisé. Les zones non sensibles ayant fait l'objet d'un décalorifugeage depuis, ou lors de, la deuxième requalification peuvent ne pas être décalorifugées si un constat de bon état de la paroi a alors été fait. Toutes les deux requalifications suivantes, un décalorifugeage doit être réalisé dans les mêmes conditions.

5. Dispositions particulières - équipements témoins

Pour un ensemble d'équipements similaires, des inspections (vérifications, examens, contrôles) menées de façon plus complètes sur un ou plusieurs équipements témoins, peuvent remplacer partiellement ou totalement les inspections qui devraient être menées sur chacun des équipements de l'ensemble.

Le ou les équipements témoins choisis par le SIR sont les plus concernés par les dommages susceptibles de se produire. Leur choix est justifié et fait l'objet d'un enregistrement dans le ou les plans d'inspection des équipements de l'ensemble concerné.

Lors des inspections ou requalifications périodiques, il est procédé au décalorifugeage d'au moins un équipement témoin en réponse aux dispositions prévues dans le § 4-3-6-3. Le décalorifugeage des autres équipements n'est pas nécessaire.

Toutefois, si les contrôles opérés sur le ou les équipements témoins ne permettent pas de conclure au bon état de certaines parties des parois des autres équipements, un décalorifugeage partiel ou total des parties concernées de ces équipements est réalisé pour procéder aux mêmes contrôles.

oooooooo

Logigramme simplifié de définition des modalités de décalorifugeage des équipements

