

LOT 13 – Métallurgie, modes de dégradation et criticité

Catégorie du lot (cf. article 1.2 du CCTP) : ☒ Cat A ☐ Cat B

Ce lot comporte 3 modules de formation.

Intitulé de la formation	Module A. Connaissances techniques des appareils à pression
Cursus	Formation obligatoire pour les postes à composante « appareils à pression » et certains postes à composante « canalisations et travaux à proximité des réseaux » (selon les missions)
Public cible	Inspecteurs de l'environnement et inspecteurs ASNR
Nombre de sessions envisagé par an	2
Durée	4 jours
Nombre d'inscrits	Minimum : 8 Maximum : 14
Objectif(s)	Acquérir la formation de base en métallurgie dans le cadre des visites de surveillance (appareils à pression, canalisations...) et les notions de base sur les modes de dégradation (niveau 1)
Prérequis	Il est préconisé d'avoir suivi la formation « Connaissances générales des appareils à pression »
Programme	- Structure et constitution des métaux - Propriétés mécaniques des métaux - Désignation normalisée des aciers - Les grandes familles d'aciers - Élaboration et mise en forme des aciers - Notions sur les modes de rupture et modes d'endommagement des structures métalliques - Les dommages d'origine mécanique - Les dommages par corrosion en milieu aqueux - Notions de résistance des matériaux appliquée aux appareils à pression - Essais - Notions de cahier de soudage, qualification du soudeur, mode opératoire - Procédés de soudage les plus couramment utilisés dans la construction des appareils à pression - Principaux problèmes liés à l'emploi du soudage - Défauts de soudage - Méthodes de contrôle courantes

	- Etudes de cas - Application des notions acquises - Notions de base sur les modes de dégradation (1/2 journée maximum) <i>[Intervenant interne : 1 jour par un agent de l'administration]</i> <i>[Intervenant externe : 3 jours par un intervenant spécialisé dans le domaine (modes de dégradation...)]</i>
Formation susceptible d'être réalisée à distance	Non, sauf situation exceptionnelle
Types d'intervenants envisagés	Intervenants Externes et Internes : voir détail ci-dessus
Lieu de la formation	Région parisienne à privilégier
Supports de formation	Supports existants, à mettre à jour selon les évolutions, Supports à créer sur les modes de dégradation

Intitulé de la formation	Module B. Modes de dégradation des appareils à pression (Mécanismes et surveillance)
Cursus	Formation réservée aux agents souhaitant approfondir leurs connaissances sur les modes de dégradation des appareils à pression Formation obligatoire pour les auditeurs SIR et les agents des pôles de compétence en appareils à pression
Public cible	Inspecteurs de l'environnement Auditeurs SIR Agents des pôles de compétence en appareils à pression
Nombre de sessions envisagé par an	1
Durée	3 jours
Nombre d'inscrits	Minimum : 8 Maximum : 12
Objectif(s)	La maîtrise des modes de dégradation (corrosion, fatigue, fluage...) est le principal pilier de la maîtrise des risques de perte d'intégrité des appareils à pression. Aussi, leur identification et les modalités de surveillance associées constituent un enjeu majeur dans l'industrie. Pour les inspecteurs de l'environnement, l'enjeu de cette formation n'est pas de devenir des experts de la corrosion, mais de posséder le bagage technique nécessaire pour échanger avec les industriels sur les constats terrain, les rapports d'inspection et les analyses des modes de dégradation. À l'issue de la formation, les inspecteurs devront être capables de : - s'approprier le référentiel (API 571, annexe 1 du guide des guides...) et le vocabulaire technique des mécanismes de dégradation susceptibles d'affecter un appareil à pression et leurs conséquences (défauts engendrés) compte tenu des matériaux et des conditions d'exploitation de l'appareil ; - comprendre les méthodes de protection et de surveillance associées aux modes de dégradation ; - comprendre les méthodes de détection et de caractérisation des défauts associés aux mécanismes de dégradation ; - analyser avec un regard critique et réglementaire la pertinence des méthodes de surveillance, de prévention et de protection d'un équipement vis-à-vis des modes de dégradations identifiés par l'industriel. Ce module correspond au niveau II (modes de dégradation).

Prérequis	Le stage s'adresse aux inspecteurs de l'environnement, chargés de contrôler les appareils à pression et de s'assurer que les industriels ont mis en place les programmes de surveillance adaptés aux conditions réelles de vieillissement, de dégradation ou de fatigue des installations et équipements réglementés. Note : le suivi du stage « Connaissances techniques des appareils à pression » est requis préalablement au suivi du présent stage, notamment pour les bases qu'il apporte sur la métallurgie (matériaux utilisés pour la fabrication des appareils à pression, essais mécaniques, soudage, interprétation des coupes métallographiques...) et les notions de base sur les modes de dégradation (niveau I).
Programme	1 – Rappel succinct des bases de la métallurgie, des matériaux composites et de la corrosion (mécanismes électrochimiques...) ; 2 - Phénomènes de dégradation rencontrés dans l'industrie, notamment chimique, pétrolière et gazière : dégradations métallurgiques (fluage, fatigue, conditions d'exploitations), dégradations électrochimiques (corrosion par H₂S, acides/bases, eau...), dégradations à haute température, dégradation des équipements en matériaux composites. 3 - Dispositifs de prévention d'une dégradation et dispositifs de protection d'un appareil à pression exposé à une dégradation (protection cathodique, peintures anti-corrosion...) 4 – Méthodes de détection et de caractérisation des défauts attendus (contrôles non destructifs, émissions acoustiques...) 5 – Outils et leurs limites permettant le maintien en service d'un équipement corrodé (fitness for service, éléments finis...) Cette partie théorique des modes de dégradation ne doit pas être purement magistral ou déconnecté de la réalité du terrain. Les concepts théoriques devront impérativement être abordés et illustrés sur la base d'une unité industrielle réelle (ou didactisée) et s'appuyer sur l'analyse de son manuel de corrosion associé. En outre, la formation doit permettre aux stagiaires de visualiser et d'examiner des cas concrets de phénomènes de dégradation, les mesures mises en place pour les retarder et celles pour les surveiller. Livable(s) : support de formation intégrant une bibliothèque visuelle commentée (photographies, schémas) d'appareils à pression ayant subi des phénomènes de dégradation. Chaque intervenant fournit un glossaire et une liste des définitions des termes et jargons techniques pour la partie qu'il traite. [Intervenant externe : 3 jours par un intervenant ayant une forte expérience consolidée dans le domaine des modes de dégradation des appareils à pression]
Formation susceptible d'être réalisée à distance	Non, sauf situation exceptionnelle

Types d'intervenants envisagés	Intervenants externes avec une forte expérience consolidée dans le domaine des modes de dégradation des appareils à pression Nb : un minimum de 10 ans d'expérience dans l'inspection, l'expertise métallurgique au sein d'industries (pétrochimie, gaz, chimie) est requise.
Lieu de la formation	Région parisienne à privilégier
Supports de la formation	Supports de formation à créer

Intitulé de la formation	Module C. La Méthode « Risk Based Inspection » (RBI)
Cursus	Formation obligatoire pour les auditeurs SIR
Public cible	Inspecteurs de l'environnement Auditeurs SIR
Nombre de sessions envisagé par an	1
Durée	4 jours
Nombre d'inscrits	Minimum : 8 Maximum : 12
Objectif(s)	Les méthodes RBI (Risk Based Inspection), s'appuyant notamment sur les normes API 580 et 581, sont des démarches de hiérarchisation de la criticité. Elles permettent aux industriels de justifier l'optimisation de leurs plans d'inspection en concentrant la surveillance sur les équipements présentant les risques les plus élevés. Pour les inspecteurs de l'environnement, l'enjeu de cette formation n'est pas d'apprendre à déployer une méthode RBI, mais d'acquérir l'expertise nécessaire pour l'auditer, la challenger et en vérifier la conformité réglementaire. À l'issue de cette formation, les inspecteurs de l'environnement devront être capables de : - Comprendre l'architecture d'une méthode RBI (approches qualitatives, semi-quantitatives et quantitatives), - Développer un esprit critique sur les données d'entrée, les hypothèses de calcul de probabilité de défaillance, l'évaluation des conséquences (criticité) retenues et les modalités d'inspection retenus, - Détecter les biais méthodologiques au sein des Plans d'Inspection, tels qu'une sous-évaluation des risques de dégradation ou de vieillissement conduisant à retenir des périodicités et des contrôles non destructifs inadaptés, - Statuer sur la pertinence, la rigueur et la conformité de la stratégie d'inspection mise en œuvre au regard du retour d'expérience et des exigences réglementaires en vigueur. À cet effet, les exemples d'application de la méthode quantitative décrite dans l'API 581 sur des cas concrets et divers doivent constituer une part importante de la formation (> 50 %).
Prérequis	Le stage s'adresse à des agents expérimentés sur des postes à composante appareils à pression, notamment ceux chargés d'inspecter les installations classées en service, de manière générale les agents chargés de vérifier que les industriels ont mis en place les

	programmes de surveillance adaptés aux conditions réelles de vieillissement, dégradation ou fatigue des installations et équipements réglementés.
Programme	- Présentation des principes de la méthode RBI - Présentation générale des normes API 580 et 581 (approches qualitative, semi-quantitative, et quantitative) - Traitement d'exemples concrets sur des appareils à pression, portant sur la construction d'un programme de contrôle basé sur le RBI et sur l'audit de programmes existants - Mise en œuvre dans un outil RBI (industrie pétrolière et chimique) - Étude de sensibilité des résultats (différentes approches présentées) - Présentation de méthodes alternatives ou complémentaires - Intégration de la méthode RBI ou de méthodes analogues dans la réponse aux obligations réglementaires (lien avec le DT 84...) - Gestion dans le temps de la stratégie d'inspection basée sur la criticité En sous-groupes, les stagiaires devront élaborer une méthode qualitative et analyser des exemples de dossiers de méthodes semi-quantitatives (basé sur API 581), débusquer les anomalies, challenger l'approche de RBI <i>[Intervenant interne : 0,5 jour par un agent de l'administration]</i> <i>[Intervenant externe : 3,5 jours par un intervenant ayant une forte expérience consolidée dans le domaine]</i>
Formation susceptible d'être réalisée à distance	Non
Types d'intervenants envisagés	Intervenants Externes et Internes : voir détail ci-dessus L'intervenant interne de l'administration doit avoir réalisé au moins 3 missions d'audit sur des sites industriels dans les 24 derniers mois. L'intervenant externe doit justifier d'au moins 7 ans d'expérience opérationnelle en ingénierie d'inspection ou en audit de plans d'inspection basés sur la méthode RBI au sein de sites industriels.
Lieu de la formation	Région parisienne à privilégier
Supports de la formation	Supports existants, à mettre à jour selon les évolutions