


# Syllabus de Formation Spécifique CCPM Secteur Fonderie, Tube, Sidérurgie

Version n°	Libellé de l'évolution	Approbateur Nom - Visa	Date D'application
01	Modification de la référence documentaire Modification des évolutions normatives en lien avec la dernière version de l'EN ISO 9712 v2022 Fusion des syllabi sidérurgie tubes et fonderie	Thierry INGOUF 	16/12/2024



## Table des matières

<b>1. Objet – Domaine d’application</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Documents de référence</b> .....	<b>3</b>
<b>3. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – FONDERIE</b> .....	<b>4</b>
1. Examen général .....	4
2. Examen spécifique - SECTEUR FONDERIE .....	4
2.1 Partie spécifique Fonderie en ULTRASONS .....	4
2.2 Partie spécifique fonderie en RESSUAGE .....	10
2.3. Partie spécifique fonderie EN MAGNETOSCOPIE .....	15
2.4 Partie spécifique Fonderie en RADIOGRAPHIE .....	21
2.5 Partie spécifique Fonderie en EXAMEN VISUEL.....	32
<b>4. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – SIDERURGIE</b> .....	<b>34</b>
1. Examen général .....	34
2. Examen spécifique - SECTEUR SIDERURGIE .....	34
2.1 Partie spécifique ULTRASONS.....	34
2.2 Partie spécifique RESSUAGE .....	37
2.3 Partie spécifique MAGNETOSCOPIE .....	40
2.4 Partie spécifique COURANTS DE FOUCAULT .....	43
<b>5. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – TUBES</b> .....	<b>45</b>
1. Examen général .....	45
2. Examen spécifique – SECTEUR TUBES .....	45
2.1 Partie spécifique ULTRASONS.....	45
2.2 Partie spécifique RESSUAGE .....	51
2.3 Partie spécifique MAGNETOSCOPIE .....	56
2.4 Partie spécifique COURANTS DE FOUCAULT .....	67



## 1. Objet – Domaine d'application

Ce guide pratique pour élaborer les modules de formation à la certification CCPM-COFREND est destiné aux organismes de formation spécialisés dans les méthodes END/CND.

Il référence les principales normes, codes, etc., appelés dans les questionnaires des examens de certification.

Il couvre les sous-secteurs tubes, sidérurgie et fonderie.

Il couvre les méthodes suivantes :

Ultrasons	<b>UT</b>
Ressuage	<b>PT</b>
Magnétoscopie	<b>MT</b>
Radiographie	<b>RT</b>
Examen visuel	<b>VT</b>

## 2. Documents de référence

- **NF EN ISO 9712 : Essais non destructifs - Qualification et certification du Personnel**
- **CER-PR-011 : Conditions d'attributions des certificats COFREND selon la norme EN ISO 9712**



### 3. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – FONDERIE

#### 1. Examen général

Cet examen est basé sur les connaissances générales des méthodes ; il s'appuie sur les recommandations de formations établies par la COFREND et le document CEN TC 138 W 100. Les banques de questions sont publiques et accessibles à :

**COFREND**

64 rue Ampère – 75017 PARIS

Tél : 01.44.19.76.18 – E-mail : [cofrend@cofrend.com](mailto:cofrend@cofrend.com)

Site internet : <https://www.cofrend.com>

#### 2. Examen spécifique - SECTEUR FONDERIE

##### 2.1 Partie spécifique Fonderie en ULTRASONS

### UT NIVEAU 1

#### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Rédiger un rapport de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification UT NIV1.

Prérequis : formation générale : niveau brevet des collèges

Le programme de formation spécifique ULTRASONS PIÈCES MOULÉES niveau 1 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

#### **PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE UT1 SUR 2 SEMAINE (10 jours)**

La première semaine est consacrée aux connaissances générales sur le contrôle par ultrasons et a pour objectif à se préparer à l'examen dit de « tronc commun ».

La deuxième semaine est une formation spécifique sur le contrôle par ultrasons des pièces moulées.

##### 1 – TRONC COMMUN 5 jours

- Généralités et définitions (fréquence, longueur d'onde, atténuation, amplitude, vitesse)
- Les différents types d'ondes (compression ou longitudinale, cisaillement ou transversale, de surface ou Raleigh, de plaque ou Lamb)



- Faisceaux ultrasonores et interfaces (impédance acoustique, indice de réfraction, loi de Snell-Descartes, atténuation, divergence, champ proche ou Fresnel, champ lointain ou zone de Fraunhofer, zone morte, dimension du plus petit défaut détectable)
- Les transducteurs (différents types dont multiéléments, bande passante, focalisation, production des ultrasons et piézoélectricité)
- L'appareil à ultrasons (fonctionnement et réglages, les différentes représentations type A, B et C)
- Techniques d'examen (réflexion, transmission, résonance, immersion)
- Vérifications de l'équipement ultrasonore selon EN ISO 22232-1 et EN ISO 22232-3
- Mode opératoire (choix des transducteurs, influence état de surface, réglage base ce temps, plan de sondage, recouvrement, recherche d'indication et dimensionnement, rapport d'essai)
- Interprétation des indications (réponse ultrasonore en fonction du type d'indication, de la géométrie et de la structure)
- Méthodes de détermination de l'équivalent de trous à fond plat (CAD et AVG)
- Etude de questions tronc commun niveau 1

## 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure.

Les discontinuités à connaître sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvement, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.

## 3 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 1,5 jour

- Etude pratique des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 12680-1 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 1 : Pièces moulées en acier pour usages généraux, NF EN 12680-2 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 2 : Pièces moulées en acier pour composants fortement sollicités, NF EN 12680-3 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 3 : Pièces moulées en fonte à graphite sphéroïdal.

Notions d'aptitude au contrôle d'un matériau

Positionnement des indications en zone superficielle ou en médiane

Dimensionnement des indications

Rédaction de rapports d'essais

## 4 - TRAVAUX PRATIQUES 3 journées

Méthode étudiée : manuelle par réflexion – utilisation de transducteur droit et d'angles.

Vérification de l'équipement complet selon EN ISO 22232-3

Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359



Dimensionnement par la méthode à – 6 dB

Détermination de l'épaisseur de l'indication dans le sens traversant

Réglage en sensibilité en équivalent de trou à fond plat selon les méthodes CAD (ou TCG) et DGS (AVG)

- Examen par ultrasons de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

## UT NIVEAU 2

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Choisir ou adapter la technique de contrôle
- Interpréter les résultats de contrôle et établir une sanction
- Rédiger et valider les rapports d'essais
- Rédiger des instructions écrites de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification UT NIV2.

Prérequis : formation générale : niveau Baccalauréat scientifique

Le programme de formation spécifique ULTRASONS PIÈCES MOULÉES niveau 2 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

### **PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE UT2 SUR 3 SEMAINES (15 jours)**

Première semaine : Tronc commun

Deuxième semaine : Spécifique Fonderie

Troisième semaine : Préparation à l'examen pratique sur pièces moulées

#### 1 – TRONC COMMUN 5 jours

- Généralités et définitions (fréquence, longueur d'onde, atténuation, amplitude, vitesse)
- Les différents types d'ondes (compression ou longitudinale, cisaillement ou transversale, de surface ou Raleigh, de plaque ou Lamb)
- Faisceaux ultrasonores et interfaces (impédance acoustique, indice de réfraction, loi de Snell-Descartes, atténuation, divergence, champ proche ou Fresnel, champ lointain ou zone de Fraunhofer, zone morte, dimension du plus petit défaut détectable)



- Les traducteurs (différents types dont multiéléments, bande passante, focalisation, production des ultrasons et piézoélectricité)
- L'appareil à ultrasons (fonctionnement et réglages, les différentes représentations type A, B et C)
- Techniques d'examen (réflexion, transmission, résonance, immersion)
- Vérifications de l'équipement ultrasonore selon EN ISO 22232-1 et EN ISO 22232-3
- Mode opératoire (choix des traducteurs, influence état de surface, réglage base ce temps, plan de sondage, recouvrement, recherche d'indication et dimensionnement, rapport d'essai)
- Interprétation des indications (réponse ultrasonore en fonction du type d'indication, de la géométrie et de la structure)
- Méthodes de détermination de l'équivalent de trous à fond plat (CAD et AVG)
- Méthode TOFD
- Etude de questions tronç commun niveau 2

#### 1 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE 1 jour

- Métallurgie des fontes et des aciers et procédés de fonderie
- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les discontinuités à connaître sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.

Les connaissances en métallurgie requises sont :

- Définition d'une fonte et d'un acier
- Notions d'élaboration d'une fonte et d'un acier
- Diagramme fer- carbone pour les fontes et les aciers
- Désignation des différentes fontes et aciers
- Notions de base des différentes structure d'une fonte et d'un acier (martensite, ferrite, perlitique, bainite, austénitique)

Les connaissances en procédés de fonderie concernent les notions suivantes :

- Procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression)
- Procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique)
- Fonderie de précision (cire perdue)
- Système d'alimentation et de remplissage de la pièces (attaques, masselottes, refroidisseurs)
- Remmoulage et coulée
- Parachèvement (grenailage, sablage, meulage, découpe thermique)



## 2 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 2 jours

- Etude pratique et détaillée des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 12680-1 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 1 : Pièces moulées en acier pour usages généraux, NF EN 12680-2 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 2 : Pièces moulées en acier pour composants fortement sollicités, NF EN 12680-3 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 3 : Pièces moulées en fonte à graphite sphéroïdal.
- Notions d'aptitude au contrôle d'un matériau
- Positionnement des indications en zone superficielle ou en médiane
- Dimensionnement des indications
- Rédaction de rapports d'essais

## 3 - TRAVAUX PRATIQUES 2 jours

Méthode étudiée : manuelle par réflexion – utilisation de traducteur droit et d'angles.

Vérification de l'équipement complet selon EN 22232-3

Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359

Dimensionnement par la méthode à – 6 dB

Détermination de l'épaisseur de l'indication dans le sens traversant

Réglage en sensibilité en équivalent de trou à fond plat selon les méthodes CAD (ou TCG) et DGS (AVG)

- Examen par ultrasons de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Rédaction d'une instruction écrite pour un agent de niveau 1
- Corrections

## 4 – PREPARATION A L'EXAMEN 5 jours

- Révisions et rappels
- Examen par ultrasons de pièces de fonderie
- Rédaction d'instructions écrites pour un agent de niveau 1
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

## UT NIVEAU 3

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Assumer l'entière responsabilité d'une installation d'essai non destructif et de son personnel ;
- Etablir et valider les instructions et procédures d'essai non destructif de pièces moulées ;
- Interpréter les normes, codes, spécifications et procédures ;
- Décider quelles sont les méthodes, procédures et instructions qu'il convient d'utiliser
- Exécuter et surveiller toutes les tâches de tous niveaux ;





- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification UT NIV3.

Le programme de formation spécifique ULTRASONS PIÈCES MOULÉES niveau 3 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

**Attention ce programme s'adresse à du personnel déjà certifié au niveau 2 dans la méthode considérée et ayant réussi à l'examen de niveau 3 dit de base.**

### 1 – LES PROCÉDES DE FONDERIE 1 jour

- Les différents procédés de fonderie
- Les alliages de fonderie (fontes, acier, cuivreux et aluminium)

Les connaissances en métallurgie requises sont :

- Notions de base de métallurgie (réseau cristallin, solution solide, composés définis, eutectique, diagramme de phase, courbes TTT/TRC)
- Les différents alliages de fonderies (désignation, structure et propriétés principales)

Les connaissances en procédés de fonderie concernent les notions suivantes :

- Procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression)
- Procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique)
- Fonderie de précision (cire perdue)
- Système d'alimentation et de remplissage de la pièces (attaques, masselottes, refroidisseurs)
- Remmoulage et coulée
- Parachèvement (grenailage, sablage, meulage, découpe thermique)
- Gamme de production et localisation des contrôles non destructifs associés

### 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement

### 3 – ETUDE DES REFERENTIELS POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE PIECES MOULEES 1 jour

- Etude pratique et détaillée des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 12680-1 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 1 : Pièces moulées en acier pour usages généraux, NF EN 12680-2 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 2 : Pièces moulées en acier pour composants fortement sollicités, NF EN 12680-3 Fonderie - Contrôle par ultrasons Partie 3 : Pièces moulées en fonte à graphite sphéroïdal.
- Etude d'autres référentiels : CCH70-3, RCC-M, ASTM A609



**4 – PROCEDURE DE CONTRÔLE PAR ULTRASONS 2,5 jours**

- Contenu d'une procédure de contrôle par ultrasons
- Installation et équipement nécessaires
- Choix des critères d'acceptation
- Choix de la technique d'examen
- Présentation d'une procédure type
- Rédaction de procédure à partir de plans de pièces
- Corrections

**2.2 Partie spécifique fonderie en RESSUAGE****PT niveau 1****Objectifs**

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de vérifier, régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Rédiger un rapport de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification PT NIV1.

Le programme de formation spécifique RESSUAGE PIÈCES MOULÉES niveau 1 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

**PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE PT1 SUR 1 SEMAINE (5 jours)****1 – TRONC COMMUN 1,5 jour**

- Principes physiques et généralités sur le ressuage (loi de Jurin, mouillabilité, tension superficielle, viscosité, pouvoir séparateur de l'œil)
- Les produits de ressuage (les différents types de pénétrant colorés, fluorescent pré et à post émulsion, thixotropique, les révélateurs, les dégraissants et les solvants)
- Les équipements (chaîne de ressuage par immersion, pulvérisation, boîtiers d'aérosol, cuve de brouillard à sec, étuves)
- La préparation de surface (sablage, grenailage, décapage, dégraissage)
- L'évaluation des discontinuités
- Qualité Hygiène et sécurité
- Etude des questions tronc commun niveau 1



## 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure.

Les discontinuités à connaître sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.

## 3 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 1 jour

- Etude de la norme générale NF EN ISO 3452-1 pour la mise en œuvre du contrôle par ressuage

Etude pratique des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1371-1 – Fonderie – Contrôle par ressuage – Pièces moulées en sable, en coquille, par gravité et basse pression et NF EN 1371-2 – Fonderie - Contrôle par ressuage - Partie 2 : Pièces en moulage de précision (cire perdue) et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.

Notion de famille de produit

Notions d'indication isolées, linéaires, alignées ou en amas

Nature des indications : A, B, C, D, E, F, H, J, K et N

Echantillons de référence (EN ISO 3452-3 type 1 et 2)

Rédaction de rapports d'essais

## 4 - TRAVAUX PRATIQUES 2 journées

Méthode étudiée : Pénétrants colorés et fluorescents pré-émulsionnés appliqués par immersion ou par pulvérisation (boîtiers d'aérosol) – Rinçage à l'eau - Séchage en étuve – Révélateurs appliqués sous la forme sèche ou humide non aqueux (aérosol) – interprétation en lumière noire ou visible.

Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359

- Examen par ressuage de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections



## PT NIVEAU 2

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de vérifier, régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Choisir ou adapter la technique de contrôle
- Interpréter les résultats de contrôle et établir une sanction
- Rédiger et valider les rapports d'essais
- Rédiger des instructions écrites de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification PT NIV2.

Le programme de formation spécifique RESSUAGE PIÈCES MOULÉES niveau 2 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

### **PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE PT2 SUR 2 SEMAINES (8 jours)**

Première semaine : Tronc commun et Spécifique Fonderie

Deuxième semaine : Préparation à l'examen pratique pièces moulées

#### 1 – TRONC COMMUN 1,5 jour

- Principes physiques et généralités sur le ressuage (loi de Jurin, mouillabilité, tension superficielle, viscosité, pouvoir séparateur de l'œil)
- Les produits de ressuage (les différents types de pénétrant colorés, fluorescent pré et à post émulsion, thixotropique, les révélateurs, les dégraissants et les solvants)
- Les équipements (chaîne de ressuage par immersion, pulvérisation, boîtiers d'aérosol, cuve de brouillard à sec, étuves)
- Les conditions d'observation (cahier technique "bonnes pratiques d'éclairage en ressuage et magnétoscopie et EN ISO 3059, lumière visible, UV et bleue)
- La préparation de surface (sablage, grenailage, décapage, dégraissage)
- L'évaluation des discontinuités
- Les échantillons de référence (EN ISO 3452-3 type 1 et 2)
- Qualité Hygiène et sécurité
- Etude des questions tronc commun niveau 2
- Etude de la norme générale NF EN ISO 3452-1 pour la mise en œuvre du contrôle par ressuage



**2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE 0,5 jour**

- Les procédés de fonderie et les alliages (fonte, acier, alliage d'aluminium et cuivreux)
- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les procédés de fonderie à connaître sont : procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression), procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique) et fonderie de précision (cire perdue).

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.

**3 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 1 jour**

- Etude pratique des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1371-1 – Fonderie – Contrôle par ressuage – Pièces moulées en sable, en coquille, par gravité et basse pression et NF EN 1371-2 – Fonderie - Contrôle par ressuage - Partie 2 : Pièces en moulage de précision (cire perdue) et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.

Notion de famille de produit

Notions d'indication isolées, linéaires, alignées ou en amas

Nature des indications : A, B, C, D, E, F, H, J, K et N

Echantillons de référence (EN ISO 3452-3 type 1 et 2)

Rédaction de rapports d'essais

**3 - TRAVAUX PRATIQUES 2 jours**

Méthode étudiée : Pénétrants colorés et fluorescents pré-émulsionnés appliqués par immersion ou par pulvérisation (boîtiers d'aérosol) – Rinçage à l'eau - Séchage en étuve – Révélateurs appliqués sous la forme sèche ou humide non aqueux (aérosol) – interprétation en lumière UV, bleue ou visible.

Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359

- Examen par ressuage de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Rédaction d'une instruction de contrôle
- Corrections



**4 – PREPARATION A L'EXAMEN 3 jours**

- Révisions et rappels
- Examen par ressuage (coloré et fluorescent) de pièces de fonderie
- Rédaction d'instructions écrites pour un agent de niveau 1
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

**PT niveau 3****Objectifs**

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Assumer l'entière responsabilité d'une installation d'essai non destructif et de son personnel ;
- Etablir et valider les instructions et procédures d'essai non destructif de pièces moulées ;
- Interpréter les normes, codes, spécifications et procédures ;
- Décider quelles sont les méthodes, procédures et instructions qu'il convient d'utiliser
- Exécuter et surveiller toutes les tâches de tous niveaux ;
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification PT NIV3.

Le programme de formation spécifique RESSUAGE PIÈCES MOULÉES niveau 3 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

***Attention ce programme s'adresse à du personnel déjà certifié au niveau 2 dans la méthode considérée et ayant réussi à l'examen de niveau 3 dit de base.***

**1 – LES PROCEDES DE FONDERIE 1 jour**

- Les différents procédés de fonderie
- Les alliages de fonderie (fontes, acier, cuivreux et aluminium)

Les connaissances en métallurgie requises sont :

- Notions de base de métallurgie (réseau cristallin, solution solide, composés définis, eutectique, diagramme de phase, courbes TTT/TRC)
- Les différents alliages de fonderies (désignation, structure et propriétés principales)

Les connaissances en procédés de fonderie concernent les notions suivantes :

- Procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression)
- Procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique)
- Fonderie de précision (cire perdue)
- Système d'alimentation et de remplissage de la pièces (attaques, masselottes, refroidisseurs)
- Remmoulage et coulée
- Parachèvement (grenailage, sablage, meulage, découpe thermique)
- Gamme de production et localisation des contrôles non destructifs associés



## 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement

## 3 – ETUDE DES REFERENTIELS POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE PIÈCES MOULÉES 1 jour

- Etude pratique des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1371-1 – Fonderie – Contrôle par ressuage – Pièces moulées en sable, en coquille, par gravité et basse pression et NF EN 1371-2 – Fonderie - Contrôle par ressuage - Partie 2 : Pièces en moulage de précision (cire perdue) et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.
- Etude d'autres référentiels : CCH70-3, RCC-M
- Etude de la série de norme ISO 3452, ISO 3059 et du cahier technique COFREND « BONNES PRATIQUES D'ÉCLAIRAGE EN RESSUAGE ET MAGNÉTOSCOPIE »

## 4 – PROCEDURE DE CONTRÔLE PAR RESSUAGE 2,5 jours

- Contenu d'une procédure de contrôle par ressuage
- Installation et équipement nécessaires
- Choix des critères d'acceptation
- Choix de la technique d'examen
- Présentation d'une procédure type
- Rédaction de procédure à partir de plans de pièces
- Corrections

### 2.3. Partie spécifique fonderie EN MAGNETOSCOPIE

## MT niveau 1

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de vérifier, régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Rédiger un rapport de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification MT NIV1.



Le programme de formation spécifique MAGNETOSCOPIE PIÈCES MOULÉES niveau 1 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

### PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE MT1 SUR 1 SEMAINE (5 jours)

#### 1 – TRONC COMMUN 1,5 jour

- Principes physiques de la magnétoscopie (champs magnétiques et induction, lignes de champ, perméabilité magnétique, saturation, champ coercitif, cycle d'hystérésis, domaine de Weiss, ferromagnétisme, point de curie, pouvoir séparateur de l'œil)
- Techniques d'aimantation (passage de flux, passage de courant, courant alternatif ou continue)
- Les équipements (électroaimants, bancs, solénoïde, champs tournants)
- Les traceurs ou révélateurs
- Mode opératoire et conditions d'observation (lumière noire ou visible)
- Interprétation des indications
- Qualité Hygiène et sécurité
- Etude des questions tronc commun niveau 1

#### 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure.

Les discontinuités à connaître sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvement, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.

#### 3 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 1 jour

- Etude de la norme générale NF EN ISO 9934-1 pour la mise en œuvre du contrôle par magnétoscopie

Etude pratique de la norme spécifique fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1369 – Fonderie – Contrôle par magnétoscopie et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.

Notions d'indication isolées, linéaires, alignées

Nature des indications : A, B, C, D, E, F, H et K

Rédaction de rapports d'essais

#### 4 - TRAVAUX PRATIQUES 2 journées

Méthode étudiée : Electroaimant courant alternatif et continu, Banc passage de courant et passage de champ





Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359

- Examen par magnétoscopie de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

## MT NIVEAU 2

Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la fonderie et connaissances des défauts liés aux techniques de production de pièces moulées (y compris leur réparation).
- Être capable de vérifier, régler et d'utiliser son matériel afin de pouvoir détecter et dimensionner les discontinuités de fonderie.
- Choisir ou adapter la technique de contrôle
- Interpréter les résultats de contrôle et établir une sanction
- Rédiger et valider les rapports d'essais
- Rédiger des instructions écrites de contrôle
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification MT NIV2.

La formation spécifique MAGNETOSCOPIE PIÈCES MOULÉES niveau 2 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

### PROGRAMME DE FORMATION SPECIFIQUE FONDERIE MT2 SUR 2 SEMAINES (8 jours)

Première semaine : Tronc commun et Spécifique Fonderie

Deuxième semaine : Préparation à l'examen pratique pièces moulées

#### 1 – TRONC COMMUN 1,5 jour

- Principes physiques de la magnétoscopie (champs magnétiques et induction, lignes de champ, perméabilité magnétique, saturation, champ coercitif, cycle d'hystérésis, domaine de Weiss, ferromagnétisme, point de curie, pouvoir séparateur de l'œil)
- Techniques d'aimantation (passage de flux, passage de courant, courant alternatif ou continue)
- Les équipements (électroaimants, bancs, solénoïde, champs tournants)
- Les traceurs ou révélateurs
- Mode opératoire
- Conditions d'observation (lumière noire ou visible, étude de la norme ISO 3059 )
- Interprétation des indications
- Qualité Hygiène et sécurité
- Etude des questions tronc commun niveau 2
- Etude des normes générales de contrôles par magnétoscopie EN ISO 9934-1 et 2



2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE 0,5 jour

- Les procédés de fonderie et les alliages (fonte, acier, alliage d'aluminium et cuivreux)
- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les procédés de fonderie à connaître sont : procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression), procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique) et fonderie de précision (cire perdue).

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvage, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement.



### 3 - INTERPRÉTATION DES INDICATIONS 1 jour

- Etude de la norme générale NF EN ISO 9934-1 pour la mise en œuvre du contrôle par magnétoscopie
- Etude pratique de la norme spécifique fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1369– Fonderie – Contrôle par magnétoscopie et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.

Notions d'indication isolées, linéaires, alignées

Nature des indications : A, B, C, D, E, F, H et K

Rédaction de rapports d'essais

### 3 - TRAVAUX PRATIQUES 2 jours

Méthode étudiée : Electroaimant courant alternatif et continu, Banc passage de courant et passage de champ

Détermination des états de surface selon EN 1370 à l'aide des plaques viso-tactiles BNIF 359

- Examen par magnétoscopie de pièces de fonderie
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

### 4 – PREPARATION A L'EXAMEN 3 jours

- Révisions et rappels
- Examen par magnétoscopie (électro-aimant et banc) de pièces de fonderie
- Rédaction d'instructions écrites pour un agent de niveau 1
- Rédaction des rapports d'essais
- Corrections

## MT niveau 3

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Assumer l'entière responsabilité d'une installation d'essai non destructif et de son personnel ;
- Etablir et valider les instructions et procédures d'essai non destructif de pièces moulées ;
- Interpréter les normes, codes, spécifications et procédures ;
- Décider quelles sont les méthodes, procédures et instructions qu'il convient d'utiliser
- Exécuter et surveiller toutes les tâches de tous niveaux ;
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification MT NIV3.



Le programme de formation spécifique MAGNETOSCOPIE PIÈCES MOULÉES niveau 3 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

**Attention ce programme s'adresse à du personnel déjà certifié au niveau 2 dans la méthode considérée et ayant réussi à l'examen de niveau 3 dit de base.**

#### 1 – LES PROCÉDES DE FONDERIE 1 jour

- Les différents procédés de fonderie
- Les alliages de fonderie (fontes, acier, cuivreux et aluminium)

Les connaissances en métallurgie requises sont :

- Notions de base de métallurgie (réseau cristallin, solution solide, composés définis, eutectique, diagramme de phase, courbes TTT/TRC)
- Les différents alliages de fonderies (désignation, structure et propriétés principales)

Les connaissances en procédés de fonderie concernent les notions suivantes :

- Procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression)
- Procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique)
- Fonderie de précision (cire perdue)
- Système d'alimentation et de remplissage de la pièces (attaques, masselottes, refroidisseurs)
- Remmoulage et coulée
- Parachèvement (grenailage, sablage, meulage, découpe thermique)
- Gamme de production et localisation des contrôles non destructifs associés

#### 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :

Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvement, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement

#### 3 – ETUDE DES REFERENTIELS POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE PIECES MOULEES 1 jour

- Etude pratique de la norme spécifique fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 1369– Fonderie – Contrôle par magnétoscopie et norme NF EN 1370 – Fonderie – Contrôle de l'état de surface.
- Etude d'autres référentiels : CCH70-3, RCC-M
- Etude de la série de norme ISO 9934, ISO 3059 et du cahier technique COFREND « BONNES PRATIQUES D'ÉCLAIRAGE EN RESSUAGE ET MAGNÉTOSCOPIE »

#### 4 – PROCEDURE DE CONTRÔLE PAR MAGNETOSCOPIE 2,5 jours



- Contenu d'une procédure de contrôle par magnétoscopie
- Installation et équipement nécessaires
- Choix des critères d'acceptation
- Choix de la technique d'examen
- Présentation d'une procédure type
- Rédaction de procédure à partir de plans de pièces
- Corrections

## 2.4 Partie spécifique Fonderie en RADIOGRAPHIE

### RT NIVEAUX 1 et 2

La présentation du syllabus pour la méthode radiographie est différente car il y a des options (uniquement pour les niveaux 1 et 2) en fonction des techniques mises en œuvre (argentique ou numérique, rayons X ou gammagraphie)

Les syllabus de formation ont été établis à partir :

En fonction du niveau de la formation (1 ou 2) et des certifications dont dispose déjà le candidat, les durées sont différentes :

Formation	Abréviation dans les tableaux	Durée en heures	Durée en jours
Niveau 1 numérique	N1 num	72 h	9 jours
Niveau 1 complément numérique	N1 comp num	24 h	3 jours
Niveau 2 (accès direct) numérique	N2 num accès direct	152 h	19 jours
Niveau 2 complément numérique	N2 comp num	40 h	5 jours
Niveau 2 numérique accès par niveau 1 numérique	N2 num accès par N1 num	80 h	10 jours
Niveau 2 numérique accès par niveau 1 argentique		120 h	15 jours
Niveau 2 interprétation (certification limitée)		80+16=96 h	12 jours

Les thèmes à traiter en fonction des formations sont donnés sous forme de tableaux dans les pages suivantes. Le temps à consacrer à chaque thème est laissé à l'initiative du centre de formation, cependant la partie pratique (thèmes 11, 12 et 13) doit au global représenter environ 50% du temps de formation.

Les cas suivants ne sont pas intégrés dans ces tableaux :

- les formations niveau 2 à partir d'un niveau 1 argentique (cas rare). Les temps de formation correspondent au cumul du « niveau 2 par niveau 1 numérique (80h) » et de la formation complémentaire numérique (40h).
- le niveau 2 interprétation.  
Les temps de formation correspondent au « niveau 2 accès direct » moins les temps consacrés à la pratique (thème 11) et à la rédaction d'instruction écrite (thème 13).



## Syllabus de formation en radiographie numérique Niveaux 1 et 2 suivant EN ISO 9712.

Suivant le type de formation, les thèmes concernés sont marqués d'une croix dans les tableaux ci-après. De plus le symbole figurant après la croix indique :

- <sup>a</sup> : notions plus approfondies au niveau 2
- <sup>b</sup> : Cette partie du programme est allégée pour des agents déjà certifiés niveau 2 argentique (RT-F)

Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<b>1. Introduction, objet Terminologie, Histoire des END</b>	X	X		X		X	
<b>2. Principes physiques</b>  <b>Propriétés des rayonnements X- et gamma</b> Photons, Longueur d'onde, dose, débit de dose processus d'ionisation : effets photochimiques ; effets biologiques ; effets de fluorescence, énergie,  <b>émission de rayonnement X</b> Fonctionnement des générateurs de rayons X spectre : intensité ; énergie max. ; énergie effective ; changement de spectre par modification du courant du tube et de la tension du tube filtration inhérente  <b>origine du rayonnement <math>\gamma</math></b> Radio-isotope Ir 192, Co 60, Se 75.... Activité, caractéristiques des sources $\gamma$ , demi- vie, courbes de décroissance, dimensions des sources, caractéristiques du rayonnement $\gamma$ Constante de débit de dose, Spectre et énergie effective  <b>interaction du rayonnement avec la matière</b> atténuation, effet photoélectrique ; diffusion cohérente ; diffusion de Compton ; production de paires, coefficient d'atténuation, rayonnement diffusé, contraste spécifique, contraste du rayonnement, effets du filtrage, blocage du faisceau.  <b>Géométrie pour l'exposition radiographique</b> flou géométrique, distance objet-détecteur, dimension du foyer d distance source-objet, distance source- détecteur, foyer optique ou émissif détermination du foyer optique, dimensions des sources Gamma.	X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<p><b>3 A Propriétés des systèmes de films et écrans</b></p> <p>Constitution du film, formation de l'image latente, processus de développement Propriétés des systèmes de films : courbe caractéristique ; gradient, contraste du film, rapidité, influence du traitement du film ; sensibilité ; granularité ; sensibilité de détection.</p> <p>Film pour radiographie industrielle : classification des systèmes de films pour radiographie industrielle selon EN ISO 11699-1.</p> <p>Films-écrans : types d'écrans, contact film écran, flou inhérent ; écran renforçateur ; effet de la filtration écrans pour haute énergie Co 60 et accélérateur linéaire.</p>	X			X <sup>a</sup>			
<p><b>3.N Propriétés des familles de détecteurs</b></p> <p><i>(cette partie correspond au paragraphe 5 : « description d'une chaîne d'imagerie » et au paragraphe 7 : « Capteurs numériques » du guide COFREND « RADIOGRAPHIE NUMERIQUE : description et guide d'utilisation »</i></p> <p>Familles de détecteur (Amplificateurs de brillance, matériaux scintillateurs sur couche de photodiodes, matériaux scintillateurs sur substrat semi-conducteur et écrans photostimulables) : Description et principes physiques des capteurs, Intérêts et limites.</p>		X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<p><b>4. Equipement radiogène</b></p> <p><b>Conception et fonctionnement des générateurs de rayons X</b>                      Systèmes fixes, unités mobiles,                      Tube en verre, tube métal – céramique                      Types de tubes, standard, anode longue, anode courte                      Refroidissement gaz, eau, huile, tache focale, haute tension, courant maxi, temps d'exposition ; diaphragme, circuit de sécurité, consignes d'utilisation                      Filtration inhérente, la pré-filtration additionnelle                      Les dispositifs pour applications particulières : tubes à micro-foyer; techniques particulières, radioscopie                      Accélérateur électronique linéaire, construction, domaine d'application, historique.</p> <p><b>Conception et fonctionnement des dispositifs à rayons gamma :</b>                      Projecteur, blindage, classe de mobilité, colis type A/B selon transport, porte source, capsule source, confinement de la matière radioactive, commande à distance, accessoires à connecter, contrôles de fonctionnement, collimation, mise en place, consignes d'utilisation                      Référence aux prescriptions nationales et à la réglementation en matière de sécurité</p> <p><b>Accessoires pour essais radiographiques</b>                      Bandes chiffrées en plomb                      Pieds, pinces et aimants de positionnement, écrans de blocage en plomb, masques, collimateurs, dispositifs de protection des détecteurs                      Equipements de protection contre les rayonnements ionisants - Radiamètres</p>	X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	
<p><b>5. Informations préalables concernant l'objet soumis à l'essai</b></p> <p>Identification de l'objet                      Nuance, dimensions, isométrie, nombre d'objet, étendue du contrôle, mode d'élaboration, défauts                      Conditions d'essai : Accessibilité, environnement, conditions 'essai particulières                      Normes applicables, aperçu général, standards applicables à l'objet</p>	X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	





Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<p><b>6 A Processus de développement des films argentiques</b></p> <p>Chambre noire, conception, révélateur, bain d'arrêt, fixateur, lavage final, séchage, préparation des bains, régénération, équipement de traitement, ajustement, vérification</p> <p>Différentes séquences de traitement des films : produits, type, temps, température.</p> <p>Conditions de traitement des films, défauts de traitement des films, stockage des films vierges, essai de la lampe inactinique, essai de voile, temps d'éclaircissement, feuille de suivi</p> <p>Contrôle du traitement des films au moyen de valeurs de référence selon EN ISO 11699-2</p>	X			X <sup>a</sup>			
<p><b>6.N Processus d'acquisition des images numériques</b></p> <p>(cette partie correspond au paragraphe 6 « numérisation » et au paragraphe 9 : « traitements d'acquisition » du guide COFREND « RADIOGRAPHIE NUMERIQUE : description et guide d'utilisation »).</p> <p>Système DR : Prétraitement d'acquisition (Remise à plat de l'image, correction des pixels défectueux, intégration des images) Système CR : Lecture des écrans photo-stimulables (taille du spot, pas d'acquisition et gain d'amplification, effacement)</p> <p>Définition d'une image numérique – Notion de numérisation et théorie d'échantillonnage – Format et archivage des données numériques – Architecture des systèmes de stockage – Compression des données</p>		X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<p><b>7 A Réalisation des essais de radiographie argentique</b></p> <p><b>Indicateurs de qualité d'image selon EN ISO 19232 -1, -2 et 3</b></p> <p><b>Utilisation d'abaques d'exposition</b></p> <p>Détermination de la valeur exposition et du temps d'exposition                      Correction du temps d'exposition pour différents paramètres:</p> <p><b>Contrôle des pièces moulées selon EN 12681-1</b></p> <p>Dispositions, nombre d'expositions, géométries particulières Choix de l'énergie : épaisseur moyenne traversée, tension maxi aux rayons X                      Plage d'épaisseur traversée pour les rayons gamma, cas particuliers -distance source-objet minimale, distance source-film,</p> <p>Techniques adaptées, technique double film - compensation d'épaisseurs et filtration</p> <p>Choix des films et des écrans, classes de systèmes de film, type et épaisseur d'écran, densité optique minimale,</p> <p>Clichés-type ASTM (E155, E186, E192, E272, E280, E310, E446, E505, E802 et E1320,</p>	X			X <sup>a</sup>			



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<p><b>7 N Réalisation des essais de radiographie numérique</b></p> <p><b>Indicateurs de qualité d'image selon EN ISO 19232 -1, -2, 3 et 5</b></p> <p><b>Paramètres de qualité d'image numérique</b> (cette partie correspond au paragraphe 8 « Paramètres de qualité d'image » et au paragraphe 9 : « traitements d'acquisition » du guide COFREND « RADIOGRAPHIE NUMERIQUE : description et guide d'utilisation »)).                      Paramètres : grandissement, flous, bruit, rayonnement diffusé, résolution spatiale, rapport contraste sur bruit, sensibilité sur IQI, efficacité de détection, rémanence, dynamique, résolution temporelle, artefacts.</p> <p><b>Utilisation d'abaques d'exposition</b>                      Détermination de la valeur exposition et du temps d'exposition - Correction du temps d'exposition pour différents paramètres:</p>			X	X	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
<p><b>7 N Réalisation des essais de radiographie numérique (suite)</b></p> <p><b>Contrôle des pièces moulées selon EN 12681-2 - Généralités</b>                      Classification des techniques radiographiques – Préparation de surface – recouvrement – identification – marquage – plan de tir – acquisition d'images - type et position des IQI – indice de qualité d'image minimum – niveaux de gris - Résolution spatiale – rapport signal sur bruit – influence de la structure - Rapport d'essais</p> <p><b>Contrôle des pièces moulées selon EN 12681-2 – Choix des conditions opératoires</b>                      Techniques de prise de vue - Choix de l'énergie ou de la Tension maxi rayons X – Distance source-objet minimale - choix des détecteurs et des écrans - Nombre d'expositions – agrandissement - Principes de compensation – Archivage des images Qualification du personnel – Techniques pour augmenter la latitude de pose – suivi des installations</p>			X	X	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
<p><b>8. Autres techniques radiologiques</b></p> <p>Techniques stéréoscopiques, méthode de localisation par parallaxe, radioscopie temps réel, tomographie, neutronographie</p>					X	X	X



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<b>9 A Conditions de l'évaluation: des radiogrammes en radiographie argentique</b> salle d'examen, durée d'interprétation, temps d'accoutumance après éblouissement négatoscope, vérification du négatoscope selon NF EN ISO 5580luminance minimum, facteur d'uniformité, densités mesurées	X			X <sup>a</sup>			
<b>9.N Evaluation des images numérique</b>  <b>Facteurs physiologiques</b> Aptitude de la vision, temps de travail devant l'écran, niveaux de gris détectés par l'œil humain.  <b>Traitements d'image</b> (cette partie correspond au paragraphe 10 « traitement d'image » du guide COFREND « RADIOGRAPHIE NUMERIQUE : description et guide d'utilisation »)). Conditions d'observation des images (qualité de l'écran de lecture, vérification de l'écran, conditions de lumière ambiante, ) Post-traitement d'image (Zoom, Amélioration des contrastes, filtres numériques, seuillage et morphologie)		X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>
<b>10. Conclusions du rapport et sanction</b>  Le rapport est-il conforme à la Norme, à la qualité d'essai, à la classe d'essai réalisée, à la classe de qualité d'image demandée, garantie de l'étendue du contrôle				X	X	X	X
<b>11 A. Aspects qualité- Radiographie argentique</b> <b>Qualification du personnel (selon EN ISO 9712)</b> <b>Vérification des équipements</b>	X			X <sup>a</sup>			
<b>11 N. Aspects Qualité Radiographie numérique</b>  <b>Qualification du personnel (selon ISO 9712)</b>  <b>Vérification des équipements</b> (cette partie correspond au paragraphe 11 : « principes généraux de qualification d'un système» du guide COFREND « RADIOGRAPHIE NUMERIQUE : description et guide d'utilisation »)). Principe de qualification et de suivi d'un système de radiographie numérique CR (Principes généraux : utilisation de l'IQI Duplex, CR-Phantom) -Vérification, qualification et suivi de l'équipement suivant EN14784-1 Evaluation des performances et stabilité à long terme des systèmes de radiographie DR suivant ASTM E 2737		X	X		X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>	X <sup>a</sup>



Thèmes	N1 Arg.	N1 num	N1 compl. num.	N2 Arg.	N2 num accès par N1 num.	N2 num accès direct	N2 compl. Num.
<b>12. Pratique</b>  Réalisation de contrôles par radiographie argentique et/ou numérique et rédaction de rapports d'essai De pièces moulées	X	X	X	X	X	X	X <sup>b</sup>
<b>13 Interprétation</b> - Interprétation d'images radiographiques et corrections  <b>Classification des défauts, évaluation, Critères d'acceptation</b> Type, taille, localisation, répartition : selon les Clichés-type argentiques ASTM : ASTM (E155, E186, E192, E272, E280, E310, E446, E505, E802 et E1320, ou selon les images de références numériques : ASTM E2422, E2660, E2669, E2868 et E2973				X	X	X	X <sup>b</sup>
<b>13. Instructions écrites</b> <b>Rédaction d'instructions écrites pour niveau 1 :</b> Contenu de l'instruction  Objet, conditions générales, documents de référence, normes, standards, choix de la source de rayonnements, type d'exposition, positionnement des films, référence de la pièce caractéristiques, identification, nombre d'expositions, qualification du personnel, stade d'examen et étendue du contrôle, préparation de la pièce, matériels utilisés, traitement d'images, examen des radiogrammes, conformité des radiogrammes, classement des défauts, cartographie, évaluation des résultats selon les codes et les normes applicables, performances de l'essai et rapport d'examen.				X	X	X	X <sup>b</sup>



## RT NIVEAU 3

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Assumer l'entière responsabilité d'une installation d'essai non destructif et de son personnel ;
- Etablir et valider les instructions et procédures d'essai non destructif de pièces moulées ;
- Interpréter les normes, codes, spécifications et procédures ;
- Décider quelles sont les méthodes, procédures et instructions qu'il convient d'utiliser
- Exécuter et surveiller toutes les tâches de tous niveaux ;
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification RT NIV3.

Le programme de formation spécifique ULTRASONS PIÈCES MOULÉES niveau 3 doit respecter le programme suivant (les durées de chaque partie peuvent être aménagées en fonction des connaissances des stagiaires) :

**Attention ce programme s'adresse à du personnel déjà certifié au niveau 2 dans la méthode considérée et ayant réussi à l'examen de niveau 3 dit de base.**

#### 1 – LES PROCÉDES DE FONDERIE 1 jour

- Les différents procédés de fonderie
- Les alliages de fonderie (fontes, acier, cuivreux et aluminium)

Les connaissances en métallurgie requises sont :

- Notions de base de métallurgie (réseau cristallin, solution solide, composés définis, eutectique, diagramme de phase, courbes TTT/TRC)
- Les différents alliages de fonderies (désignation, structure et propriétés principales)

Les connaissances en procédés de fonderie concernent les notions suivantes :

- Procédés de moulage permanent (coquille, basse pression et sous-pression)
- Procédés de moulage en sable (sable à vert et prise chimique)
- Fonderie de précision (cire perdue)
- Système d'alimentation et de remplissage de la pièces (attaques, masselottes, refroidisseurs)
- Remmoulage et coulée
- Parachèvement (grenailage, sablage, meulage, découpe thermique)
- Gamme de production et localisation des contrôles non destructifs associés

#### 2 - ETUDE DES DÉFAUTS DE FONDERIE ½ jour

- Les défauts de fonderie et de réparation par soudure

Les discontinuités à connaître (description, causes et origines) sont :



Process de fonderie : criques, gouttes froides, inclusions (oxydes, sable, laitier, ...), tapures à froid, tapures à chaud, reprises, porosités gazeuses, piqûres, soufflures, malvenue, retassures (linéaire, filamenteuse, axiale, cavité, spongieuse, inter-dendritique), microretassures, poquettes, gales, vers, queues de rat, gerces, abreuvement, rugosité, fleurs, bavures, craquelures, forçage.

Soudage de finition : Retassure, fissures (longitudinales et transversales), manque de fusion, manque de pénétration, soufflures, nid de soufflures, caniveau, notion de zone affectée thermiquement

### 3 – ETUDE DES REFERENTIELS POUR LE CONTRÔLE NON DESTRUCTIF DE PIÈCES MOULÉES 1 jour

- Etude pratique et détaillée des normes spécifiques fonderie et notamment des tableaux de critères d'acceptation : NF EN 12681-1 Fonderie - Contrôle par radiographie - Partie 1 : techniques à l'aide de films - NF EN 12681-2 Fonderie - Contrôle par radiographie - Partie 2 : Techniques à l'aide de détecteurs numériques.
- Etude d'autres référentiels : CCH70-3, RCC-M.

### 4 – PROCÉDURE DE CONTRÔLE PAR RADIOGRAPHIE 2,5 jours

- Contenu d'une procédure de contrôle par RADIOGRAPHIE
- Installation et équipement nécessaires
- Choix des critères d'acceptation
- Choix de la technique d'examen
- Présentation d'une procédure type
- Rédaction de procédure à partir de plans de pièces
- Corrections



## 2.5 Partie spécifique Fonderie en EXAMEN VISUEL

**Syllabus de formation en examen visuel pour les secteurs Fonderie, Sidérurgie et Tube suivant EN ISO 9712.**

Thèmes	Durée Niveau 2 Total 40 h	Niveau 3 (Accès par Niveau 2) Total 40 h
<b>1. Introduction, objet</b>  Terminologie, Présentation des END, Notion de discontinuités et d'indication. Certification du personnel et présentation/déroulement de l'examen	2h	-
<b>2. Examen visuel direct et indirect</b>  Définitions, examen général et local Notion de parcours optique Présentation général des équipements	1h	-
<b>3. Principes physiques notions d'optique</b>  Rappels de mathématiques Optique fondamentale – la lumière, le visible Lentille, miroir et distance focale Notion de profondeur de champ Notion de taille de champ d'observation Formation de l'image Résolution latérale ou taille de pixel Distance de travail Les imperfections : distorsions et aberrations	4h	4h
<b>4. Les éléments matériels de la chaîne d'acquisition</b>  Les différentes technologies employées (endoscope, fibroscope, vidéoscope et caméra) L'éclairage : source de lumière, impact de l'éclairage et de son orientation L'optique Le capteur et sa résolution, images et vidéos numériques Association du capteur et de l'optique Rendu des couleurs (balance des blancs) Le transport des informations et leur traitement (compression/décodage) Le moniteur ou écran de visualisation Vérification de la chaîne d'acquisition L'intégration mécanique ou manipulateur L'automatisation des examens (uniquement niveau 3)	4h	6h
<b>5. Matériau à contrôler</b>  Modes d'élaboration des pièces et défauts associés Dimensions, géométrie et accessibilité de la pièce à inspecter, Nature des discontinuités à détecter, Milieu et conditions	3h	4h





Thèmes	Durée Niveau 2	Niveau 3
<b>6 Méthodes et spécifications en examen visuel</b>  Norme générale NF EN 13018 Norme vocabulaire NF EN 1330-10 Norme équipement Examen visuel NF EN 13927 Norme acuité visuelle NF EN ISO 8596 Spécification Secteur Nucléaire R-CCM (MC 7000) code ASME Edition 2019, section V, art. 9	2h30	1h30
<b>7. Qualification des états de surface</b>  Etat de surface / brillance de la pièce Notions et mesures de rugosité : R, Ra Norme de qualification des états de surface des pièces moulées : NF EN 1370 Echantillon viso-tactiles SCRATA, BNIF 359, Rugotest LCA-CEA, rugosimètre	1h30	1h30
<b>8. Traitements de surface et découpage</b>  <u>Nettoyage</u> : Dégraissage (solvant et chimique) et décapage (chimique et mécanique) <u>Traitements mécaniques</u> : sablage, grenailage, meulage, galetage, polissage, ébavurage usinage, rectification <u>Dépôts</u> : Nickelage, cuivrage, zingage, étamage <u>Traitements chimiques</u> : anodisation, phosphatation, chromatisation, cémentation, carbonituration <u>Découpe</u> : Oxycoupage, laser, plasma, électroérosion, arc-air, sciage, jets d'eau <u>Traitements thermiques</u>	2h	3h
<b>9. Pratique niveau 2</b>  Pratique des examens visuels directs (avec ou sans miroir) et par endoscopie sur : - Pièces moulées - Pièces forgées, produits plats et longs - Tubes (soudés ou non)  Rédaction de rapports d'essai, interprétation et classification des indications	20h	-
<b>10. Pratique niveau 3 – rédaction de procédure</b>  Positionnement des END dans la gamme de fabrication de la pièce  Lecture de plans  Détermination des zones à contrôler, de la fréquence des contrôles, des critères d'acceptation en fonction des référentiels imposés  Rédaction de procédure en examen visuel	-	20 h



## 4. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – SIDERURGIE

### 1. Examen général

Cet examen est basé sur les connaissances générales des méthodes ; il s'appuie sur les recommandations de formations établies par la COFREND et le document CEN TC 138 W 100. Les banques de questions sont publiques et accessibles à :

#### COFREND

64 rue Ampère – 75017 PARIS

Tél : 01.44.19.76.18 – E-mail : [cofrend@cofrend.com](mailto:cofrend@cofrend.com)

Site internet : <https://www.cofrend.com>

### 2. Examen spécifique - SECTEUR SIDERURGIE

#### 2.1 Partie spécifique ULTRASONS

#### UT NIVEAU 1

#### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Acquérir les connaissances des pratiques de contrôles spécifiques dans le secteur sidérurgique de la défectologie liée aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification CCPM-S UT NIV1

#### METHODES ET TECHNIQUES

##### Contrôle par Ultrasons des tôles et Brames

- Contrôle manuel : orientation lors du sondage avec traducteur, maillage de la tôle, sondage rive et pleine tôle
- Contrôle automatique : Connaissances des équipements existants et mode fonctionnement

##### Contrôle par Ultrasons des pièces forgées et Matricées

- Contrôle manuel : Plan de sondage en fonction de la géométrie de la pièce, adaptation du sondage en fonction de l'état de surface.
- Contrôle automatique : Connaissances des équipements existants et mode fonctionnement.

##### Contrôle par Ultrasons des produits longs (Barres, blooms) :

- Contrôle manuel : Sondage radial et axial, adaptation du sondage en fonction de l'état de surface.
- Contrôle automatique : Connaissances des équipements existants et mode fonctionnement.



**Contrôle Ultrasons par immersion**

- Paramétrages des conditions de contrôle.
- Paramétrages Mécaniques des conditions de contrôle.
- Connaître les différentes représentations (A-scan, B-scan et C-scan)
- Utilisation des transducteurs focalisés.

**Méthodes de calibration et de notation**

- Rapport K : Echo de défaut /Echo de fond
- Rapport R : Echos de fond
- Blocs de références (TFP ; Trou sur génératrice ; Entailles), création de CAD.
- Méthodes de notation AVG (diagramme de réflectivité normalisé).
- Délimitation à -6db.

**Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : précautions et conséquences**

- Brut de Forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé

**Directions de sondage sur produits**

- Produits longs
- Tôles
- Produits Forgés et matriciés

**PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION) :**

- Elaboration acier, transformation
- Produits longs et défauts associés
- Tôles et défauts associés
- Produits Forgés et Matriciés et défauts associés
- Oscillogramme de réponses de certains défauts types (inclusions, manque de compacité, flocon, retassure, dédoubleure).
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts (transducteurs droits, émetteur récepteur séparés, transducteurs d'angle).

**TRAVAUX PRATIQUES**

- Réalisation étalonnages en distance, courbe CAD , courbe TCG
- Vérification linéarité verticale, rapport signal sur bruit, durée d'impulsion.
- Utilisation et vérification des caractéristiques d'un transducteur d'angle, transducteur E/R, transducteur droit.
- Réalisation cartographie et repérage des défauts, rédaction d'un rapport de contrôle



## UT NIVEAU 2

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances d'un niveau 1.
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification UT NIV2
- Réaction face à une anomalie lors d'un contrôle
- Choix d'une technique et du matériel à utiliser.

### METHODES ET TECHNIQUES

#### Contrôle par Ultrasons des tôles et Brames

- Contrôle manuel
- Contrôle automatique

#### Contrôle par Ultrasons des pièces forgées et Matricées

- Contrôle manuel
- Contrôle automatique

#### Contrôle par Ultrasons des produits longs

- Contrôle manuel
- Contrôle automatique :
- Contrôle automatique immersion localisée (calcul décalage pour obtenir des OT)

#### Contrôle Ultrasons par immersion

- Paramétrages US clés
- Paramétrages Mécaniques clés
- Scan plan

#### Méthode d'étalonnage

- Echo de fond / Rapport K / Ratio R
- Méthode CAD : Utilisation blocs de références (TFP ; Trou sur génératrice ; Entailles)
- Méthodes AVG : utilisation pour étalonnage et évaluation de défauts

#### Contrôle automatique produits sidérurgiques longs (barres , blooms etc)

- Paramètres US
- Paramètres Mécaniques

#### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : précautions

- Brut de Forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé



### Définition des directions de sondage

- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et matricés

### PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Elaboration (point particulier sur les flocons)
- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et Matricés
- Oscillogramme de certains défauts
- Techniques de contrôle appropriées (par contact / réflexion ou transmission, ou par immersion) pour recherche de certains défauts

### TRAVAUX PRATIQUES

- Réalisation étalonnages en distance, courbe CAD, courbe TCG, correction de transfert
- Vérification de l'équipement complet selon EN 22232-3
- Choix et Utilisation et vérification Traducteur d'angle, traducteur E/R séparés
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)
- US immersion, paramétrages
- Rédaction instruction technique NIV1

### SPECIFICATIONS

- NFEN 10160
- NFEN 10228-3
- NFEN 10228-4
- NFEN 10308

## 2.2 Partie spécifique RESSUAGE

### PT NIVEAU 1

#### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification PT NIV1

### METHODES ET TECHNIQUES

#### Contrôle par Ressuage des tôles et brames

- Types de défauts associés



**Contrôle par Ressuage des pièces forgées et matricées**

- Types de défauts associés

**Contrôle par Ressuage des produits longs**

- Types de défauts associés

**Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques****Choix des méthodes de Ressuage**

- Choix des sensibilités en fonction des produits
- Choix des produits en fonction des états de surface et défauts recherchés

**Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparation spécifiques**

- Brut de forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé
- Décapé

**PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)**

- Elaboration
- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et Matricés
- Classification des indications
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts

**TRAVAUX PRATIQUES**

- Mise en œuvre des différents process de Ressuage (Pré, post et solvant), en Ressuage Coloré et Fluorescent
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Méthodes de levée de doute (connaissance et mise en œuvre)
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)

**PT NIVEAU 2****Objectifs**

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification PT NIV2



## METHODES ET TECHNIQUES

### Contrôle par Ressuage des tôles et brames

- Types de défauts associés

### Contrôle par Ressuage des pièces forgées et matricées

- Types de défauts associés

### Contrôle par Ressuage des produits longs

- Types de défauts associés

### Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques

### Choix des méthodes de Ressuage

- Choix des sensibilités en fonction des produits
- Choix des produits en fonction des états de surface et défauts recherchés

### Ressuage à Froid et Ressuage à chaud ; Application spécifique

### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparations spécifiques

- Brut de forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé
- Décapé

## PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Elaboration
- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et Matricés
- Classification des indications
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts

## TRAVAUX PRATIQUES

- Mise en œuvre des différents processus de Ressuage (Pré, post et solvant), en Ressuage Coloré et Fluorescent
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Méthodes de levée de doute (connaissance et mise en œuvre)
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)
- Réalisation instruction technique pour NIV1



## SPECIFICATIONS

- NFEN 10228-2

### 2.3 Partie spécifique MAGNETOSCOPIE

#### MT NIVEAU 1

##### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification MT NIV1

#### METHODES ET TECHNIQUES

##### Contrôle par Magnétoscopie des tôles et brames

- Types de défauts associés

##### Contrôle par Magnétoscopie des pièces forgées et matricées

- Types de défauts associés

##### Contrôle par Magnétoscopie des produits longs

- Types de défauts associés

##### Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques

##### Choix des techniques de contrôle par Magnétoscopie

- Choix des formes de courant
- Choix des techniques d'aimantation en fonction des produits et défauts associés

##### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparation spécifiques

- Brut de forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé
- Décapé





## PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Elaboration
- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et Matricés
- Classification des indications
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts

## TRAVAUX PRATIQUES

- Réalisation des différents process de Magnétoscopie (Electro-aimant, banc etc),
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Méthodes de levée de doute (connaissance et mise en œuvre)
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)

## MT NIVEAU 2

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification MT NIV2

## METHODES ET TECHNIQUES

### Contrôle par Magnétoscopie des tôles et brames

- Types de défauts associés

### Contrôle par Magnétoscopie des pièces forgées et matricées

- Types de défauts associés

### Contrôle par Magnétoscopie des produits longs

- Types de défauts associés

### Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques

### Choix des méthodes de contrôle par Magnétoscopie

- Choix des formes de courant
- Choix des techniques d'aimantation en fonction des produits et défauts associés



- Perméabilité magnétiques des différents aciers : Conséquence sur les contrôles par magnétoscopie
- Valeurs champs magnétiques recherchés pour applications Aéronautiques
- Démagnétisation en fonction de la suite des opérations (méthode, niveau aimantation résiduelle)
- Détermination santé inclusionnaire par Magnétoscopie (norme AIR 0819)

#### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparation spécifiques

- Brut de forge
- Usiné
- Grenailé ou sablé
- Décapé

#### PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Elaboration
- Produits longs
- Produits plats
- Produits Forgés et Matricés
- Classification des indications
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts

#### TRAVAUX PRATIQUES

- Réalisation des différents process de Magnétoscopie (Electro-aimant, banc etc),
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)
- Réalisation instruction technique pour NIV1

#### SPECIFICATIONS

- NFEN 10228-1
- Norme AIR 0819
- NFA 04 121



## 2.4 Partie spécifique COURANTS DE FOUCAULT

### ET NIVEAU 1

#### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification ET NIV1

#### METHODES ET TECHNIQUES

##### Contrôle par CF des produits longs

- Types de défauts associés

##### Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques

##### Choix des techniques de courant de Foucault

- Contrôle par bobine encerclante
- Les différents types de capteurs CF
- Les différents moyens mécaniques utilisés
- Les différents équipements électroniques
- Tri de nuances (ou « tri matière »)
- Contrôle CF à chaud (méthode spécifique d'étalonnage pour les CF à chaud)

##### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparation spécifiques

- Brut de forge
- Usiné

#### PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Elaboration
- Produits longs
- Classification des indications
- Techniques de contrôle appropriées pour recherche de certains défauts

#### TRAVAUX PRATIQUES

- Mise en œuvre des différents process de contrôle par CF
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Connaissance des blocs de magnétisation / blocs de démagnétisation
- Connaissance des spécificités des contrôles au défilé
- Réglages de l'électronique
- Réglages mécaniques



- Règles et méthodes d'étalonnage
- L'influence du procédé de fabrication des tubes sur les contrôles par CF
- L'influence des conditions de contrôle
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)

## ET NIVEAU 2

### Objectifs

---

Développer les connaissances et les compétences des stagiaires afin de :

- Avoir les connaissances des pratiques spécifiques à la Sidérurgie et connaissances des défauts liés aux techniques d'élaboration et transformation
- Préparer aux examens spécifiques et pratiques de certification ET NIV2

### METHODES ET TECHNIQUES

#### Contrôle par CF des produits longs

- Types de défauts associés

#### Moyens d'étalonnage et méthodes utilisées pour les vérifications périodiques

#### Choix des techniques de courant de Foucault

- Contrôle par bobine encerclante
- Les différents types de capteurs CF
- Les différents moyens mécaniques utilisés
- Les différents équipements électroniques
- Tri de nuances (ou « tri matière »)
- Contrôle CF à chaud (méthode spécifique d'étalonnage pour les CF à chaud)

#### Etat de surfaces et sensibilité de contrôle : préparation spécifiques

- Brut de forge
- Usiné

### PRODUITS SIDERURGIQUES ET DEFECTOLOGIE (NATURE, ORIGINE, DEFINITION)

- Mise en œuvre des différents process de contrôle par CF
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Connaissance des blocs de magnétisation / blocs de démagnétisation
- Connaissance des spécificités des contrôles au défilé
- Réglages de l'électronique
- Réglages mécaniques
- Règles et méthodes d'étalonnage
- L'influence du procédé de fabrication des tubes sur les contrôles par CF
- L'influence des conditions de contrôle
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)



## TRAVAUX PRATIQUES

- Mise en œuvre des différents process de Ressuage (Pré, post et solvant), en Ressuage Coloré et Fluorescent
- Mise en œuvre des vérifications périodiques
- Méthodes de levée de doute (connaissance et mise en œuvre)
- Réalisation cartographie et repérage des défauts (tableau de relevé)
- Réalisation instruction technique pour NIV1

## SPECIFICATIONS

- NFEN 10893-2
- NFEN 12718
- NFEN 15549

# 5. SYLLABUS DE FORMATION SPECIFIQUE CCPM – TUBES

## 1. Examen général

Cet examen est basé sur les connaissances générales des méthodes ; il s'appuie sur les recommandations de formations établies par la COFREND.

## 2. Examen spécifique – SECTEUR TUBES

### 2.1 Partie spécifique ULTRASONS

	N1	N2	N3
<b>Connaissance des techniques de contrôles de tubes par ultrasons</b>			
Contrôle de tubes sans soudures	X	X	X
Contrôle de tubes soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre)	X	X	X
Contrôles de soudures de « Gros Tubes Soudés », soudures à l'arc immergé sous flux en poudre (SAW) ou par résistance électrique ou induction (EW)	X	X	X
Contrôles de tôles fortes utilisés dans la fabrication de « Gros Tubes Soudés »	X	X	X
Contrôles de soudures sur tiges de forage	X	X	X
Contrôles de barres d'acier avant leur laminage ou leur forage			X
Contrôles par ultrasons multiéléments	X	X	X
Contrôles d'épaisseur et précisions atteignables	X	X	X
Sélectivité / sensibilité applicables sur tubes		X	X
Possibilité de contrôles des diamètres externes			X
Contrôles en tir droit : contrôles de dédoubleures	X	X	X
Contrôles avec faisceau incliné : contrôles des défauts longitudinaux, transversaux ou obliques en peau interne et externe	X	X	X
Contrôles en ondes de Lamb		X	X
Contrôle manuel	X	X	X
Contrôle des fins de tubes	X	X	X
Contrôle en levée de doute	X	X	X
Contrôle automatique	X	X	X
Contrôle en immersion ou semi-immersion	X	X	X
Contrôle en film d'eau	X	X	X
Les différents types d'ondes pouvant être utilisées suivant les techniques de contrôle		X	X



<b>Faisabilité des contrôles par ultrasons</b>			
Orientation, localisation (peau interne, peau externe, ou dans la paroi), taille et type (défauts plans ou volumiques) de défauts détectables selon :	X	X	X
- Les dimensions de la pièce inspectée et notamment le rapport e/D (épaisseur sur diamètre)	X	X	X
- L'orientation des capteurs	X	X	X
- La fréquence des capteurs	X	X	X
- La taille des capteurs		X	X
- La focalisation des capteurs		X	X
Influence du matériau du produit tubulaire à inspecter	X	X	X
Influence de la taille de grain	X	X	X
Adaptation de la fréquence de contrôle en fonction de la taille de grain		X	X
Gamme d'angle d'obliquité détectable avec un banc multiéléments et le post-traitement numérique dit « Paintbrush » (en réception)			X
Influence de la courbure des tubes sur les contrôles de défauts transversaux		X	X
Rapport Signal sur Bruit (« S/B ») suffisant pour un contrôle industriel de tubes par ultrasons		X	X
Critères pour valider que le contrôle est faisable industriellement		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle technique ou d'une nouvelle installation de contrôle de tubes		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle gamme de contrôle (nouvelles dimensions ou nouveau matériau des tubes, changements dans les procédés de fabrication des tubes)		X	X
<b>Les différents types de capteurs piézoélectriques dans les contrôles par ultrasons sur tubes</b>			
Capteur monoélément	X	X	X
Avec ou sans focalisation mécanique	X	X	X
Capteur pour contrôle manuel	X	X	X
Capteur pour contrôle en immersion	X	X	X
Capteur multipastilles pour contrôles industriels			X
Impact sur la vitesse des contrôles		X	X
Impact sur la répétitivité des contrôles	X	X	X
Capteur multiéléments			X
Principes de base pour le choix des capteurs		X	X
Avantages offerts par les capteurs multiéléments sur les contrôles de tubes	X	X	X
Possibilité de balayage électronique, permettant :		X	X
- l'augmentation des vitesses de contrôle		X	X
- la réduction des déplacements mécaniques		X	X
- l'utilisation de capteurs encerclants		X	X
Utilisations du demi-pas pour améliorer la répétitivité des contrôles			X
Possibilité de focalisation électronique			X
Possibilité de déviation angulaire électronique permettant :			X
- La variation d'angle d'incidences pour la détection des défauts obliques			X
- L'utilisation de la technique de post-traitement dite « Paintbrush » (en réception) pour accélérer les contrôles de défauts obliques			X
Méthode de mesure du champ acoustique des capteurs piézoélectriques			X
Longueur de défaut minimum détectable en fonction de la taille des pastilles piézoélectriques		X	X
Longueur de défaut minimum détectable en fonction de la taille des motifs utilisés sur les capteurs multiéléments		X	X
Gamme de fréquences des capteurs dans les contrôles industriels sur tubes		X	X
Influences de la fréquence des capteurs sur le contrôle des défauts		X	X
Influences de la focalisation des capteurs sur le contrôle des défauts		X	X
Influences de la fréquence des capteurs sur le contrôle d'épaisseur		X	X
Influences de l'amortissement des capteurs sur le contrôle d'épaisseur		X	X
		X	X
<b>Autres technologies de capteurs dans les contrôles par ultrasons sur tubes</b>			
Capteur EMAT			X



- Principe		X	X
- Avantages et inconvénients		X	X
Ultrasons générés par Laser			X
- Principe			X
- Avantages et inconvénients			X
			X
<b>Les moyens mécaniques des bancs de contrôles par ultrasons</b>			
Composition des bancs de contrôle automatiques par ultrasons	X	X	X
Mouvements relatifs entre tube à contrôler et capteurs pour garantir un contrôle sur toute la longueur et toute la circonférence du tube	X	X	X
Têtes tournantes pour contrôles des tubes avec défilement linéaire	X	X	X
Constitution des têtes	X	X	X
Moyens de centrage	X	X	X
Méthode de vérification du centrage	X	X	X
Importance du centrage sur la fiabilité de contrôle	X	X	X
Importance du guidage sur la fiabilité de contrôle		X	X
Bancs à défilement hélicoïdal des tubes		X	X
Capteurs positionnés dans une cuve en dessous des tubes		X	X
Bancs à tube tournant avec capteurs avançant linéairement		X	X
Capteurs positionnés au dessus des tubes dans des cellules montées sur une potence		X	X
Tête de contrôle avec capteurs multiéléments encerclant le tube et défilement linéaire du tube		X	X
Importance du centrage sur la fiabilité de contrôle			X
Importance du guidage sur la fiabilité de contrôle			X
Avantages et inconvénients des différentes mécaniques pour contrôles des tubes sans soudures ou soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre)			X
Influence des variations d'angle d'incidence lors des contrôles	X	X	X
Mécanique pour contrôle de soudure des « Gros Tubes Soudés »		X	X
Capteurs positionnés au dessus des tubes	X	X	X
Tube statique et avance linéaire des capteurs	X	X	X
Capteurs statiques et avance linéaire du tube	X	X	X
Tête de contrôle multiélément pour mesure de l'épaisseur des tubes avec capteurs encerclant le tube et défilement linéaire du tube	X	X	X
Moyens de marquage sur les bancs de contrôle automatique et leur réglages		X	X
Moyens de tri sur les bancs de contrôle automatique	X	X	X
Gamme de vitesse de contrôles des bancs automatiques par ultrasons en fonction de la dimension des tubes et des types de mécanique	X	X	X
	X	X	X
<b>L'électronique de contrôle par ultrasons</b>			
Différentes représentations			
A-scans	X	X	X
Enregistreur des différentes voies de contrôles	X	X	X
C-scans		X	X
- Composantes sur les axes horizontaux et verticaux		X	X
Discrimination des défauts externe et interne	X	X	X
Principe de fonctionnement (portes de détection)	X	X	X
- Efficacité en fonction de l'épaisseur des tubes		X	X
- Seuil de déclenchement d'alarmes	X	X	X
Imposition pour les équipements de contrôle dans les normes ISO 10893-8 à -12		X	X
Options de synchronisation des portes	X	X	X
- « Echo-Start »	X	X	X
- Avantage de l'utilisation de portes synchronisées dans les contrôles au défilé	X	X	X
- Importance sur les contrôles de dédoubleure ou d'épaisseur en cas de tubes fins		X	X
Options d'antiparasitage		X	X
Electronique multiéléments		X	X



- Gestion des lois de retards pour les capteurs multiéléments			X
- Possibilité de traitement en post-réception			X
Accessoires :	X	X	X
- Enregistreurs papier / numériques	X	X	X
- Systèmes informatiques (supervision, enregistrements, ...)	X	X	X
Choix de l'électronique :		X	X
- Selon les fonctions nécessaires par rapport à la technique de contrôle utilisée		X	X
- Selon la plage de fréquences de contrôle nécessaire		X	X
- Selon les performances du contrôle (vitesse notamment)		X	X
Importance de fréquence de récurrence		X	X
- Choix et précision du pointé des tirs ultrasons		X	X
- Calcul de la fréquence de récurrence nécessaire			X
Equipements électroniques numériques			X
- Influence de la fréquence de numérisation			X
- Résolution / profondeur d'observation			X
<b>Vérifications de l'électronique de contrôle par ultrasons</b>			
Linéarité : définition et importance de sa vérification		X	X
Connaissance de la norme ISO 22232-1		X	X
<b>Les spécificités des contrôles de tubes épais</b>			
Difficultés des contrôles avec rapport $e/D \geq 0,2$	X	X	X
Phénomènes physiques	X	X	X
Contrôles spécifiques des tubes à fort $e/D$		X	X
- Contrôles en plusieurs passages ou avec plusieurs tirs sur installation adaptée		X	X
- Contrôles des défauts externes en direct		X	X
- Contrôles des défauts internes en baissant l'angle du faisceau		X	X
- Utilisation des conversions de modes pour la détection des défauts internes		X	X
Maitrise des recommandations et spécifications pour le contrôle des tubes épais dans la norme ISO 10893-10			X
<b>Les spécificités des contrôles au défilé associées aux bancs de contrôle automatiques</b>			
Zones non contrôlées en fin de tubes	X	X	X
- Longueurs non vues usuelles selon les techniques de contrôles		X	X
- Relation entre épaisseur des tubes et longueurs non vues dans le cas des contrôles de défauts transversaux		X	X
- Possibilité d'application de lois électroniques d'inhibition de capteurs en fin de tubes dans le cas des cellules multipastilles ou des capteurs multiéléments			X
- Méthodes de vérification des longueurs non vues sur les bancs de contrôle	X	X	X
- Méthodes de traitement des zones non contrôlées après les contrôles	X	X	X
Pas de palpage hélicoïdal		X	X
- Détermination du pas de contrôle en fonction du recouvrement souhaité		X	X
- Méthode de réglage du pas selon les mécaniques		X	X
- Méthode de vérification du pas selon les mécaniques	X	X	X
- Nécessité de répétabilité du pas de contrôle	X	X	X
Conséquence de variations trop importantes de vitesse sur les contrôles	X	X	X
Tolérances usuelles sur les variations de vitesse	X	X	X
Détermination du recouvrement nécessaire en fonction des exigences normatives, des spécifications et des contraintes industrielles			X
Connaissance des exigences normatives ISO 10893-8 à -12			X
Recouvrement circonférentiel des capteurs dans les têtes tournantes			X
Recouvrement circonférentiel des capteurs dans les têtes de contrôle avec capteurs multiéléments encerclant le tube			X





<b>Les tubes étalons pour le contrôle par ultrasons</b>			
Type de défauts de références et localisation		X	X
Spécification de la norme ISO 10893-10 pour les tubes sans soudures et soudés ; des normes API 5CT (ou ISO 11960) et API 5L (ou ISO 3183) pour les tubes sans soudures uniquement ; et de la norme API 5DP (ou ISO 11961) pour le corps du tube uniquement			X
Connaissance des types des défauts de référence			X
Connaissances des noms et nombres de niveaux d'acceptation			X
Connaissance des profondeurs des entailles de référence en fonction des niveaux d'acceptations (pourcentage de l'épaisseur, limite minimum et maximum)			X
Connaissance des longueurs spécifiées pour les entailles de référence			X
Connaissance de la valeur maximum de la largeur des entailles de référence			X
Connaissance des tolérances de fabrication spécifiées pour la fabrication des défauts de références			X
Spécification des normes ISO 10893-11 et API 5L (ou ISO 3183) pour les tubes soudés à l'arc immergé sous flux en poudre (SAW) ou par résistance électrique ou induction (EW)			X
Connaissance des types des défauts de référence			X
Connaissances des noms et nombres de niveaux d'acceptation			X
Connaissance des profondeurs des entailles de référence en fonction des niveaux d'acceptations (pourcentage de l'épaisseur, limite minimum et maximum)			X
Connaissance des longueurs spécifiées pour les entailles de référence			X
Connaissance de la valeur maximum de la largeur des entailles de référence			X
Connaissance des tolérances de fabrication spécifiées pour la fabrication des défauts de références			X
Spécification de la norme API 5DP (ou ISO 11961) pour le contrôle de la zone de soudure des tiges de forage			X
Connaissance du type de défaut de référence			X
Connaissance du diamètre du trou de référence			X
Dimension, matériau et état de surfaces des tubes étalons (ou tubes de références)	X	X	X
Connaissances des règles usuelles dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Connaissances des spécifications sur les tubes de références dans les normes ISO 10893-8 à 12, et ASTM E213.			X
Interprétation des exigences normatives			X
Tolérances éventuellement admises			X
Méthodes de fabrication des défauts de référence	X	X	X
<b>Règles et méthodes d'étalonnage, vérifications périodiques de l'étalonnage</b>			
Reconnaissance des différents échos sur A-scans en fonction de la technique de contrôle de tubes utilisée	X	X	X
Réglage de l'angle des faisceaux acoustiques	X	X	X
Méthode et bonnes pratiques	X	X	X
Spécificité du réglage de l'angle selon l'orientation du capteur		X	X
Séquence recommandée pour trouver l'angle équilibrant les défauts longitudinaux internes et externes	X	X	X
Règles sur l'équilibrage des défauts internes et externes selon le nombre de porte de détection		X	X
Amplitudes des défauts de références longitudinaux internes et externes en fonction de la variation de l'angle du faisceau acoustiques		X	X
Position privilégiée dans la courbe de réglage : amplitudes des défauts longitudinaux internes et externes en fonction de l'angle du faisceau			X
Réglage de la position et de la largeur des portes	X	X	X
Réglage sur les défauts de références internes et externes	X	X	X
Réglage de telle façon que toute l'épaisseur du tube soit contrôlée	X	X	X
Portes jointives	X	X	X
Connaissance des spécifications des normes ISO 10893-10 et -11 à ce sujet			X
Réglages pour le contrôle des dédoubleures	X	X	X
Réglage de la position et de la largeur suivant les instructions de contrôle	X	X	X
Présence de zones aveugles (ou « zones mortes ») à proximité des surfaces internes et externes		X	X
Taille usuelle des zones aveugles pour les fréquences de contrôle industrielle			X



Réglages pour mesures d'épaisseur	X	X	X
Réglage sur les échos définis dans les instructions de contrôle	X	X	X
Echos utilisés en fonction de l'épaisseur des tubes		X	X
Réglages des synchronisations entre portes pour contrôle au défilé		X	X
Méthodes et bonnes pratiques d'étalonnage (réglage des gains et seuils d'alarme)	X	X	X
Méthodes de réglages	X	X	X
Réglages en dynamique, vitesse lors des réglages	X	X	X
Réglage des gains	X	X	X
Réglages des seuils d'alarme	X	X	X
Réglage du nombre de coups avant alarmes		X	X
Méthodes de vérification de l'étalonnage	X	X	X
Périodicité des vérifications de l'étalonnage	X	X	X
Respect des instructions de contrôle	X	X	X
Connaissances des périodicités usuelles pour les contrôles industrielles de tubes		X	X
Connaissances des périodicités spécifiées dans les normes ISO 10893-8 à -12 et ASTM E213			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors du passage de l'étalon pendant les vérifications de l'étalonnage, selon son niveau de certification	X	X	X
Détermination des tubes à reconstrôler	X	X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives pour ces cas			X
Réajustement autorisé du gain, pendant une commande, après les opérations de vérifications de l'étalonnage		X	X
Quand et comment cela est-il autoriser ?		X	X
Risques et avantages		X	X
Possibilité de reconstrôler des tubes déjà contrôlés avant réajustement du gain		X	X
<b>Critère d'acceptation</b>			
Suivi des exigences de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation des exigences normatives pour le choix des défauts de référence et de la sensibilité de contrôle			X
Reconstrôler des tubes avec alarme au premier passage		X	X
Méthodes et nombres de reconstrôler usuellement admis en contrôle industriel		X	X
Connaissance des spécifications des normes ISO 10893-8 à -12 sur ce sujet			X
Traitement des tubes douteux		X	X
Connaissance des méthodes usuelles pour le traitement des tubes douteux		X	X
Connaissance des spécifications des normes ISO 10893-8 à -12 pour le traitement des tubes douteux			X
<b>Influence des conditions de contrôle</b>			
• Importance de garantir le couplage acoustique	X	X	X
Méthodes de vérification	X	X	X
Voies de contrôle du couplage sur les bancs automatiques	X	X	X
Seuils d'alarmes usuels pour la détection des pertes de couplages		X	X
Risques associés aux pertes de couplage		X	X
Influence d'un mauvais guidage des tubes dans les bancs de contrôles	X	X	X
Influence des variations d'angles des faisceaux ultrasons	X	X	X
Criticité selon les types de mécaniques de bancs		X	X
Influence de potentielles variations de la colonne d'eau		X	X
Influence de la température des pièces		X	X
Influence de la température de l'eau	X	X	X
Equipements de régulation de la température de l'eau		X	X
Influence de la présence de bulles ou de contaminants dans l'eau	X	X	X
Débullage	X	X	X
Equipements de filtration de l'eau		X	X
Paramètres influençant le rapport Signal sur Bruit « S/B » (origines électriques ou électroniques, influence matériau, mais aussi mécanique ou état des capteurs)		X	X



Méthodes courantes pour améliorer le rapport Signal sur Bruit « S/B ».		X	X
<b>L'influence des procédés de fabrication de tubes sur les contrôles MT</b>			
Influence des procédés de fabrication		X	X
Influence des traitements thermiques		X	X
Influence des états de surface hérités des procédés de fabrication	X	X	X
Influence de la présence de calamine sur les performances des contrôles	X	X	X
Influence de la rectitude des tubes		X	X
Influence de l'excentration des tubes			X
Influence des caractéristiques du matériau héritées des procédés de fabrication			X
Position des contrôles par ultrasons dans les procédés de fabrication de tubes			X
« Contrôles process » et inspections contractuelles			X
<b>Méthodes et bonnes pratiques de travail</b>			
Prérogatives des opérateurs selon leur niveau de certification	X	X	X
Compréhension et respect des instructions de contrôle	X	X	X
Interprétation, respect et déclinaison de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors des contrôles, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas d'anomalies constatées sur les équipements de contrôles (équipements de contrôle, mécanique, tubes étalons, moyens de marquage / tri, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation d'un taux de rejet anormalement élevé, selon son niveau de certification	X	X	X
Impact de la sensibilité et des incertitudes du contrôle : notions de risques clients et risques fournisseurs			X
Attitude à adopter en cas de constatation de signaux d'alarmes récurrents en contrôle automatique par ultrasons (ex : chocs lors du convoyage, mauvais réglages des longueurs inhibées en extrémités, parasites électroniques, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Méthodes de prémouillage des tubes avant et leurs contrôles par ultrasons	X	X	X
Respect des exigences HSE	X	X	X
Recyclage de l'eau	X	X	X
Procès verbal de contrôle :	X	X	X
Cartographie des indications	X	X	X
Mesure des indications	X	X	X
Interprétations des indications		X	X
Sanctions sur les produits		X	X
Les différents documents de contrôles	X	X	X
Informations obligatoires sur les documents de contrôles		X	X

## 2.2 Partie spécifique RESSUAGE

	N1	N2	N3
<b>Connaissance des techniques de contrôles de tubes par ressuage</b>			
Contrôle par ressuage de tubes sans soudure	X	X	X
Contrôle par ressuage de tubes soudés	X	X	X
Contrôles par ressuage des chanfreins au niveau des extrémités de tubes	X	X	X
Contrôles par ressuage en levée de doute	X	X	X
Contrôle par ressuage de manchons ou joints filetés en acier non ferromagnétique	X	X	X
Contrôle des surfaces internes et externes	X	X	X
Contrôle des dédoubleures sur les faces	X	X	X
Les différentes configurations pour ces contrôles par ressuage	X	X	X



Révélateur sec (poudre) ou révélateur humide	X	X	X
Ressuage coloré ou fluorescent	X	X	X
Observation sur fond (blanc ou noir)	X	X	X
Pénétrant lavable à l'eau, éliminable par solvant ou à post-émulsion	X	X	X
Contrôle manuel ou semi-automatique		X	X
Les configurations et équipements les plus adaptés aux contrôles industriels sur tubes selon les cas (pièce, contraintes industrielles, spécifications)		X	X
Avantages et inconvénients des différentes configurations / techniques		X	X
Interprétation des procédures pour le choix des techniques et configurations de contrôle par ressuage		X	X
Interprétation des exigences normatives pour définir les techniques et configurations de contrôle par ressuage autorisées			X
Connaissance des impositions sur les techniques de contrôle par ressuage selon les cas d'application définies dans la norme ISO 10893-4			X
<b>Faisabilité des contrôles de produits tubulaires par ressuage</b>			
Taille et type de défaut détectable sur tubes selon :	X	X	X
La technique de ressuage utilisée	X	X	X
Les produits de ressuage utilisés (pénétrant, émulsifiant, révélateur)	X	X	X
L'état de surface de la pièce inspectée	X	X	X
Les durées des étapes de ressuage (temps de pénétration, temps de séchage, etc.)	X	X	X
Faisabilité du ressuage en fonction de la porosité du matériau		X	X
Sensibilité du ressuage : limites de détection (en termes d'ouverture et profondeur des défauts), selon les conditions de contrôles (technique, produits, pièces, etc.)		X	X
Faisabilité du contrôle des soudures sur tubes par ressuage		X	X
Influence du procédé de soudage dans le contrôle par ressuage		X	X
Influence de la géométrie et de l'état de surface de la soudure		X	X
<b>Les différents types de pénétrants pour les contrôles sur tubes et leur utilisation</b>			
Les familles de produits pénétrant et émulsifiants (ou « émulseurs ») utilisés pour le ressuage sur tubes	X	X	X
Les produits classiques	X	X	X
Pénétrants pré- et post-émulsionnés	X	X	X
Émulsifiants (ou « émulseurs ») lipophile et hydrophile	X	X	X
Gamme de températures usuellement spécifiée pour l'application de ces produits	X	X	X
Gamme de températures spécifiée pour l'application des pénétrants dans la norme ISO 10893-4			X
Les produits spéciaux		X	X
Les produits thixotropiques (pénétrants et émulsifiants) : avantages et modes d'applications		X	X
Les produits pour hautes températures et notamment leur utilisation dans les contrôles de tubes soudés		X	X
Influence de la viscosité des pénétrants		X	X
Risques de contamination des pièces ou des défauts selon le type de pénétrant utilisé		X	X
Méthode d'application des pénétrants sur tubes selon leur type	X	X	X
Brossage	X	X	X
Pulvérisation	X	X	X
Immersion / trempage	X	X	X
Connaissance des recommandations et spécifications de la norme ISO 10893-4 sur les modes d'application des pénétrants			X
Durée d'imprégnation des pénétrants	X	X	X
Influence de la durée d'imprégnation sur les performances de contrôle	X	X	X
Durée d'imprégnation généralement utilisée en contrôle de tubes avec des produits classiques		X	X
Durée d'imprégnation décrite dans la norme ISO 10893-4			X
Méthodes d'élimination de l'excès de pénétrant	X	X	X
Technique d'élimination de l'excès de pénétrant selon les types de pénétrants	X	X	X
Connaissance des recommandations et spécifications de la norme ISO 10893-4 sur les modes d'élimination de l'excès de pénétrant			X



Rinçage à l'eau des pénétrants lavables à l'eau ou post-émulsionnés	X	X	X
Méthodes et outils	X	X	X
Cuve de trempage pour tubes : règles d'utilisation et bonnes pratiques	X	X	X
Pulvérisation sur tubes : règles d'utilisation et bonnes pratiques	X	X	X
Gamme de pression d'eau généralement utilisée pour le rinçage de ces produits dans les conditions de contrôle industriel de tubes par ressuage.	X	X	X
Gamme de pression d'eau et conditions spécifiées pour le rinçage dans la norme ISO 10893-4			X
Limites usuelles pour la température de l'eau utilisée pour le rinçage		X	X
Température maximum de l'eau spécifiée pour le rinçage dans la norme ISO 10893-4			X
Elimination au solvant pour les pénétrants pouvant être éliminé aux solvants	X	X	X
Méthodes et outils	X	X	X
Restrictions d'usage des solvants		X	X
Connaissance des recommandations et spécifications de la norme ISO 10893-4 sur l'utilisation des solvants			X
Vérification du bon rinçage et marche à suivre dans le cas contraire	X	X	X
Méthode de séchage	X	X	X
Méthodes et outils utilisés pour le séchage lors des contrôles industriels de tubes en fonction des types de pénétrants	X	X	X
Incluant étuve de séchage	X	X	X
Connaissance des recommandations et spécifications de la norme ISO 10893-4 sur les modes de séchage après élimination de l'excès de pénétrant			X
Possibilité de favoriser le séchage par jet d'air chaud et sec après lavage à l'eau		X	X
Pression et température du jet utilisées généralement sur tubes	X	X	X
Pression et température du jet spécifiées par la norme ISO 10893-4			X
Température maximum du tube lors du séchage spécifiée par la norme ISO 10893-4			X
<b>Les différents types de révélateurs pour les contrôles sur tubes et leur utilisation</b>	X	X	X
Révélateur secs	X	X	X
Cas d'utilisation		X	X
Précautions d'usages	X	X	X
Méthodes d'applications	X	X	X
Immersion (et ses restrictions d'utilisation)	X	X	X
Saupoudrage (et ses restrictions d'utilisation)	X	X	X
Pulvérisation	X	X	X
Equipements spécifiques pour leur application	X	X	X
Poire de pulvérisation	X	X	X
Pistolet pneumatique	X	X	X
Pulvérisateur électrostatique	X	X	X
Bac à brouillard	X	X	X
Cause d'accumulation de poudre pouvant entraîner des fausses indications		X	X
Révélateur humides	X	X	X
Cas d'utilisation	X	X	X
Les différents types de révélateur humides	X	X	X
Méthodes et outils d'application	X	X	X
Bonne pratique d'application : fine épaisseur, régularité	X	X	X
Révélateurs colorés ou fluorescents	X	X	X
Révélateurs pelliculaires : avantages et modes d'applications		X	X
Durée d'imprégnation généralement nécessaire selon les révélateurs et type de tubes		X	X
Influence de la durée d'imprégnation sur les performances du contrôle		X	X
Connaissance des recommandations et spécifications sur les durées de révélation dans la norme ISO 10893-4			X
<b>Spécificités des produits de ressuage pour le contrôle des tubes</b>			



Choix des produits de ressuage et des méthodes d'applications (incluant les durées des différentes étapes) en fonction:		X	X
des types de tubes à inspecter		X	X
de l'état de surface des tubes		X	X
des types de défauts à inspecter		X	X
des dimensions des défauts à inspecter (notamment leur ouverture et profondeur)		X	X
des étapes précédentes et suivantes dans la fabrication (voire l'utilisation) des tubes		X	X
des contraintes industrielles :		X	X
nombre de pièces à inspecter		X	X
temps de cycle		X	X
coûts		X	X
exigences HSE		X	X
des impositions de la procédure		X	X
des exigences normatives			X
Définition et cas d'utilisations des produits « PMUC »		X	X
Cas d'utilisation de produits à faible teneur en halogènes et en soufre		X	X
Préconisation sur les produits en fonction du matériau des tubes (ex : acier inoxydable)		X	X
Ressuage sur soudure chaude (température entre 100 et 180°C)		X	X
Méthodes et outils		X	X
Sensibilité		X	X
<b>Les différents types d'éclairages pour les contrôles par ressuage sur tubes</b>			
Eclairage pour le ressuage coloré	X	X	X
Equipements d'éclairage en lumière blanche utilisés dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Connaissance de la valeur usuelle pour les conditions d'éclairage ambiant en lumière blanche pour les contrôles industriels de tubes		X	X
Connaissance de la valeur spécifiée pour les conditions d'éclairage ambiant en lumière blanche dans la norme ISO 10893-4			X
Eclairage pour le ressuage fluorescent	X	X	X
Equipements d'éclairage UV utilisés dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Longueur d'ondes des éclairages UV (lumière noire)		X	X
Connaissance de la valeur usuelle pour les conditions d'éclairage UV (lumière noire) pour les contrôles industriels de tubes		X	X
Connaissance des valeurs spécifiées pour l'éclairage UV (lumière noire) dans la norme ISO 10893-4			X
Connaissance des valeurs spécifiées pour la luminosité ambiante dans la norme ISO 10893-4			X
Facteurs influençant l'efficacité des moyens d'éclairage	X	X	X
Vérifications des conditions d'éclairage	X	X	X
Méthodes et outils	X	X	X
Périodicité des vérifications	X	X	X
Règles usuelles en contrôle industriel de tubes	X	X	X
Interprétation des exigences normatives et des spécifications			X
Périodicité de vérification de l'étalonnage des luxmètres, radiomètres		X	X
<b>Les différents types de cales et pièces de référence pour les contrôles par ressuage sur tubes</b>			
Les cales utilisées en ressuage sur tubes	X	X	X
Choix des cales à utiliser selon :		X	X
le type des tubes		X	X
le matériau des tubes		X	X
le procédé de fabrication des tubes		X	X
l'utilisation des tubes			X
Les exigences normatives			X
Cas d'utilisation d'une pièce de référence (ou « étalons »)		X	X
Bonne utilisation des cales et pièces de références selon les instructions de contrôle	X	X	X
Interprétation, respect et déclinaison de la procédure de contrôle		X	X



Interprétation et déclinaison des exigences normatives			X
<b>• Les séquences de travail pour le contrôle des tubes par ressuage</b>			
Séquences de travail selon les techniques et produits de ressuage utilisés	X	X	X
Compréhension et respect des instructions de contrôle	X	X	X
Interprétation, respect et déclinaison de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives			X
Contrôle entre passe de soudage : pratiques spécifiques à mettre en place (respect des températures de contrôle)		X	X
Composition des installations de contrôle par ressuage		X	X
Conception de chaînes de ressuage			X
Choix des temps de cycle			X
<b>• Critère d'acceptation des tubes contrôlés par ressuage</b>			
Compréhension des catégories d'indications définies dans la norme ISO 10893-4, c'est-à-dire : indications linéaires, arrondies, cumulées et non pertinentes	X	X	X
Type de défauts à classer dans les catégories ci-dessus	X	X	X
Savoir faire dans la distinction des catégories d'indications de la norme ISO 10893-4	X	X	X
Savoir faire dans le comptage des indications tel que décrit dans la norme ISO 10893-4	X	X	X
Spécifications de la norme ISO 10893-4 sur les dispositifs d'aide au contrôle visuel (contrôle à distance, grossissement)			X
Paramètres influents sur la netteté des indications en ressuage sur tube	X	X	X
Paramètres influents sur la taille des indications en ressuage sur tube	X	X	X
Paramètres influents sur la rapidité d'absorption du pénétrant par le révélateur en ressuage sur tube	X	X	X
Causes classiques de fausses indications	X	X	X
Notion de bruit de fonds et influence de l'état de surface, type de produits, et méthodes de travail	X	X	X
Sanction sur les tubes selon le type, la longueur, la localisation et le nombre d'indications sur un tube ou une zone du tube		X	X
Sanction sur les tubes selon le type, la longueur, la localisation et le nombre d'indications sur une soudure (tubes soudés) ou une zone de la soudure en accord avec la procédure de contrôle		X	X
Déclinaison en procédure de contrôle des critères d'acceptation définis dans les normes et spécifications clients			X
Connaissance des noms et nombres de niveaux d'acceptation décrits dans la norme ISO 10893-4			X
Connaissance de l'existence, dans la norme ISO 10893-4, des relations entre niveaux d'acceptations et : L'épaisseur des tubes inspectés			X
Les types de zones inspectées : surface du tube, soudure, chanfrein			X
Les types d'indications détectées : arrondies, linéaires, cumulées			X
Connaissance des méthodes usuelles pour le traitement des tubes douteux après ressuage		X	X
Connaissance des spécifications de la norme ISO 10893-4 pour le traitement des tubes douteux après ressuage			X
<b>• Influence des conditions de contrôle</b>			
Influence de la température ambiante	X	X	X
Influence de la température des pièces à inspecter	X	X	X
Influence de la propreté du poste de travail	X	X	X
Influence de la propreté des pièces à inspecter sur les performances du ressuage	X	X	X
<b>Méthodes et bonnes pratiques de travail</b>			
Nettoyage, dégraissage des tubes avant le contrôle	X	X	X
Conditions nécessitant le nettoyage la pièce avant son ressuage	X	X	X
Méthodes et produits de nettoyage	X	X	X
Préparation de surfaces pour le contrôle des tubes par ressuage en fonction du procédé de fabrication des tubes et des conditions de stockage	X	X	X
Quantité idéale de produits à appliquer selon les cas de contrôle sur tubes	X	X	X



Préconisations à suivre en cas d'anomalie dans l'application des produits de ressuage (ex : irrégularités dans la pulvérisation de pénétrant, sur- ou sous-épaisseur)	X	X	X
Préconisations à suivre en cas d'apparition d'un bruit de fond anormal	X	X	X
Après élimination de l'excès de pénétrant	X	X	X
Après application du révélateur	X	X	X
Préconisations à suivre en présence d'indications diffuses		X	X
Méthodes de vérification de la mouillabilité des pièces inspectées		X	X
Méthodes de vérification sur le terrain de la bonne mouillabilité		X	X
Connaissances des causes classiques de mauvaise mouillabilité		X	X
Causes potentielles de la perte d'efficacité des produits de ressuage au cours du temps	X	X	X
Méthodes de vérifications des produits de ressuage		X	X
Périodicité de la vérification du bon fonctionnement d'une installation de ressuage	X	X	X
Méthodes de travail adéquates en cas de réparation de zone douteuse	X	X	X
Conditions et méthodes de contre-essai	X	X	X
Nettoyage des tubes en fin de contrôle	X	X	X
Raisons usuelles de la nécessité du nettoyage en fin de contrôle	X	X	X
Méthodes de nettoyage adéquates	X	X	X
Prérogatives des opérateurs selon leur niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors des contrôles, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas d'anomalies constatées sur les équipements de contrôles selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation d'un taux de rejet anormalement élevé, selon son niveau de certification	X	X	X
Respect des exigences HSE	X	X	X
Traitement des effluents après ressuage	X	X	X
Précautions à avoir dans l'utilisation des différents produits de ressuage selon leur dangerosité (produits chimiques –pénétrants, révélateurs, solvants–, poudres, etc.)	X	X	X
Précautions à avoir en cas de travail sous éclairage UV	X	X	X
Equipements de protection individuelle à porter :	X	X	X
Gants	X	X	X
Lunettes anti-UV	X	X	X
Nécessité de la ventilation de l'espace de travail	X	X	X
Equipements de ventilation	X	X	X
Equipements d'aspiration	X	X	X
Risque de flammes et incendie	X	X	X
Notion de point éclair des produits de ressuage	X	X	X
Interdiction d'utilisation de sources de chaleur à proximité	X	X	X
Interdiction de fumer	X	X	X
Procès verbal de contrôle :	X	X	X
Cartographie des indications	X	X	X
Mesure des indications	X	X	X
Interprétations des indications		X	X
Sanctions sur les produits		X	X
Les différents documents de contrôles	X	X	X
Informations obligatoires sur les documents de contrôles		X	X

### 2.3 Partie spécifique MAGNETOSCOPIE

	N1	N2	N3
<b><u>A/ MAGNETOSCOPIE :</u></b>			
<b>Connaissance des techniques de contrôles de tubes par magnétoscopie</b>			





Contrôle par magnétoscopie de manchons ou « tool-joints » filetés	X	X	X
Contrôle des surfaces internes et externes	X	X	X
Contrôle des dédoubleures sur les faces	X	X	X
Contrôles par magnétoscopie des chanfreins au niveau des extrémités de tubes	X	X	X
Contrôle hélicoïdal par magnétoscopie sur toute la longueur des tubes (surface externe uniquement)	X	X	X
Contrôle par magnétoscopie des soudures sur tubes soudés ou sur tiges de forage	X	X	X
Contrôles par magnétoscopie des zones non contrôlées en fins de tubes (surfaces externes et internes)	X	X	X
Contrôles par magnétoscopie en levée de doute	X	X	X
Les différentes configurations pour ces contrôles par magnétoscopie	X	X	X
Poudre sèche ou voie liquide (en aérosol ou en bain)	X	X	X
Les différentes bases des liqueurs et leurs constituants		X	X
En fond blanc ou sans préparation de surface particulière	X	X	X
Contrôle en lumière blanche ou sous UV	X	X	X
Contrôle sous champs (« technique simultanée ») ou contrôle en rémanent (« technique d'aimantation rémanente »)	X	X	X
Contrôles en champs tournants (ou « champs oscillants »)		X	X
Contrôle manuel ou semi-automatique		X	X
Les configurations et équipements les plus adaptées aux contrôles industriels sur tubes selon les cas (pièce, contraintes industrielles, spécifications)		X	X
Avantages et inconvénients des différentes configurations / techniques		X	X
Interprétation des procédures pour le choix des techniques et configurations de contrôle par magnétoscopie		X	X
Interprétation des exigences normatives pour définir les techniques et configurations de contrôle par magnétoscopie autorisées			X
Connaissance des impositions en terme de technique de contrôle par magnétoscopie selon les cas d'application définies dans les normes ISO 10893-5, API 5CT (ou ISO 11960), API 5DP (ou ISO 11961).			X
Fournisseurs courants de matériel de magnétoscopie sur tubes		X	X
<b>Faisabilité des contrôles de produits tubulaires par magnétoscopie</b>			
Orientation, localisation (peau interne, peau externe, défauts sous-jacents), taille et type de défauts détectable selon :	X	X	X
La technique de magnétisation utilisée	X	X	X
L'orientation du champ magnétique	X	X	X
La forme du courant de magnétisation	X	X	X
Le type de révélateur utilisé	X	X	X
La forme et les dimensions de la pièce inspectée		X	X
L'intensité de la magnétisation		X	X
L'état de surface de la pièce inspectée		X	X
Influence du matériau du produit tubulaire à inspecter	X	X	X
Vérification du ferromagnétisme du tube	X	X	X
Méthode de terrain pour vérifier le ferromagnétisme d'un tube	X	X	X
Type de matériau se prêtant bien au contrôle par magnétoscopie en rémanent		X	X
<b>Les équipements de magnétisation</b>			
Les différentes techniques et outils de magnétisation utilisés pour les contrôles par magnétoscopie sur tubes	X	X	X
Electroaimant (« sabot ») portatif	X	X	X
Bobines de magnétisation et solénoïdes	X	X	X
Conducteur central	X	X	X
Têtes de magnétisation pour passage de champ ou passage de courant	X	X	X
Touches de passages de courant (ou « électrodes de contact »)	X	X	X
Aimants permanents		X	X
Champs tournants (ou « champs oscillants »)		X	X
Principe technique		X	X



Avantages pour le contrôle des tubes		X	X
Les générateurs de courant de magnétisation		X	X
Composition des équipements usuels en contrôle de tubes		X	X
Générateurs fixes ou mobiles			
Les formes de courants utilisées en contrôle de tubes		X	X
Courant alternatif	X	X	X
Courant continu	X	X	X
Courant alternatif redressé pseudo-continu		X	X
Courant alternatif simple alternance	?	X	X
Courant alternatif double alternance	?	X	X
Avantage et inconvénients des différentes formes de courant	X	X	X
Influence des formes de courants sur les performances de contrôle	X	X	X
Influence des formes de courants sur le coût des équipements, leur durée de vie, leur consommation électrique		X	X
Le déphasage des courants pour les générateurs de champs tournants		X	X
Gamme d'intensité des générateurs selon la technique de magnétisation choisie		X	X
Influence de la dimension des pièces à inspecter		X	X
Influence des pertes de courant		X	X
Influence de la longueur des câbles		X	X
Calcul de l'intensité de magnétisation en fonction du diamètre de tube pour une spécification recommandant une valeur d'intensité optimum « par pouce de diamètre »		X	X
Influence de l'intensité de magnétisation sur la profondeur d'inspection selon l'épaisseur des tubes et la localisation des défauts à détecter		X	X
Réglage du temps de magnétisation en magnétoscopie selon type de révélateur		X	X
selon type de révélateur		X	X
selon épaisseur des tubes		?	X
Influence du matériau sur l'efficacité de la magnétisation		X	X
Influence de l'ordre des opérations de magnétisation suivant différentes orientations		X	X
Ordre adéquat pour favoriser l'efficacité des contrôles par magnétoscopie		X	X
Influence de la magnétisation rémanente sur le contrôle en cours		X	X
<b>Les différents types de révélateurs magnétiques pour les contrôles sur tubes</b>			
Poudre sèche	X	X	X
Avec ou sans fond blanc	X	X	X
Méthodes et outils d'application	X	X	X
Causes courantes d'accumulation de poudre et risques de fausses indications		X	X
Liquide magnétique	X	X	X
Colorée (avec ou sans fond blanc) ou fluorescente	X	X	X
Base aqueuse ou base pétrole	X	X	X
En bombe aérosol ou en bain	X	X	X
Méthodes et outils d'application	X	X	X
Constituants courants des révélateurs		X	X
Matériaux ferromagnétiques servant de révélateurs		X	X
Taille et propriété des particules ferromagnétiques		X	X
Séquence à respecter entre magnétisation et aspersion de révélateur	X	X	X
<b>Les différents types d'éclairages pour les contrôles par magnétoscopie sur tubes</b>			
Eclairage pour la magnétoscopie avec révélateur coloré	X	X	X
Equipements d'éclairage en lumière blanche utilisés dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Connaissance de la valeur usuelle pour les conditions d'éclairage ambiant en lumière blanche pour les contrôles industriels de tubes		X	X
Connaissance de la valeur spécifiée pour les conditions d'éclairage ambiant en lumière blanche dans la norme ISO 10893-5 et ASTM E709 (ou ASME SE709)			X
Eclairage pour la magnétoscopie avec révélateur fluorescent	X	X	X



Equipements d'éclairage UV utilisés dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Longueur d'ondes des éclairages UV (lumière noire)		X	X
Connaissance de la valeur usuelle pour les conditions d'éclairage UV (lumière noire) pour les contrôles industriels de tubes		X	X
Connaissance des valeurs spécifiées pour l'éclairage UV (lumière noire) dans la norme ISO 10893-5, ASTM E709 (ou ASME SE709), API 5CT (ou ISO 11960), API 5DP (ou ISO 11961)			X
Connaissance des valeurs spécifiées pour la luminosité ambiante dans la norme ISO 10893-5 et ASTM E709 (ou ASME SE709)			X
Facteurs influençant l'efficacité des moyens d'éclairage	X	X	X
<b>• Les blocs de démagnétisation</b>			
Nécessité de la démagnétisation en fonction des étapes de fabrications suivant le contrôle et de l'utilisation des produits par les clients	X	X	X
Principes et constitutions des blocs de démagnétisation		X	X
Les différentes techniques de démagnétisation (éloignement, décroissance de champ alternatif, inversion du champ continu, etc.), seules ou cumulées		X	X
Les différents outils de démagnétisation (tunnels de démagnétisation, électro-aimant, banc de contrôle, etc.)		X	X
Cycle de démagnétisation et réglage selon les techniques et outils (ex : vitesse de passage et délai d'arrêt du courant dans les tunnels de démagnétisation, nombre de cycle d'hystérésis d'intensité décroissante, etc.)		X	X
Efficacité des différentes techniques, avantages et inconvénients		X	X
Influence de l'ordre des opérations sur l'efficacité de la démagnétisation	X	X	X
Ordre recommandé des opérations de contrôle	X	X	X
Valeurs de champ résiduel autorisé usuellement pour les tubes Pétrole et Gaz		X	X
Valeurs de champ résiduel demandées selon les types d'utilisations des produits contrôlés			X
Valeurs de champ résiduel maximum spécifié par la norme API 5L (ou ISO 3183)			X
Méthode de vérification de la démagnétisation	X	X	X
Mesureur de champ résiduel ou « rémanent »	X	X	X
Constitution de l'équipement		X	X
Bonne pratique d'utilisation	X	X	X
Position et orientation du mesureur selon les produits tubulaires		X	X
Autres méthodes de terrain, non normées		X	X
Périodicité de la vérification de la démagnétisation		X	X
Connaissance des règles usuelles		X	X
Interprétation des exigences normatives et spécifications clients			X
Connaissance de la périodicité spécifiée par la norme API 5L (ou ISO 3183)			X
Influence du matériau sur l'efficacité de la démagnétisation		X	X
<b>Les moyens mécaniques pour les contrôles industriels de tubes par magnétoscopie</b>			
Moyens spécifiques aux différentes techniques de contrôle sur tube	X	X	X
Composition des bancs de contrôle par magnétoscopie	X	X	X
Bancs de contrôle simple	X	X	X
Bancs de contrôle semi-automatique		X	X
Equipements pour la magnétisation et l'arrosage automatique		X	X
Equipements de convoyage et mise en mouvement des pièces devant le contrôleur		X	X
Equipements pour la démagnétisation		X	X
Risque d'effacement d'indication (« wash-out ») lors des convoyages mécaniques		X	X
<b>• Préparation des contrôles par magnétoscopie et vérifications périodiques</b>			
Vérification de la concentration du bain pour les contrôle avec produit révélateur humide « ou liqueur »	X	X	X
Méthodes et outils	X	X	X
Connaissance des exigences de concentration dans la norme ASTM E709 (ou ASME SE709)			X
Périodicité de la vérification de la concentration du bain		X	X



Connaissances des périodicités usuelles en contrôles industriels de tubes		X	X
Connaissances des spécifications sur ce point dans les normes ASTM E709 (ou ASME SE709), API 5CT (ou ISO 11960) et API 5DP (ou ISO 11961)			X
Vérification de l'efficacité de la liqueur magnétique		X	X
Méthode de vérification et types de cales		X	X
Vérification de la force de levage des sabots de magnétisation	X	X	X
Méthode de vérification et types de cales	X	X	X
Connaissance des valeurs de la force de levage selon le type de courant dans les normes ASTM E709 (ou ASME SE709)		X	X
Vérification des conditions de magnétisation	X	X	X
Equipped de mesure de champs : sonde à effet hall	X	X	X
Position et orientation des mesureurs de champs	X	X	X
Timbres et cales normées	X	X	X
inclus témoin (ou « timbre ») « Burmah-Castrol »	X	X	X
Méthodes de vérification de l'orientation du champ	X	X	X
Méthodes de vérification de l'intensité de magnétisation	X	X	X
Périodicité de vérification des niveaux de magnétisation		X	X
Connaissance de la périodicité spécifiée dans la norme ISO 10893-5			X
Cas d'utilisation d'une pièce de référence (ou « étalons »)		X	X
Vérification des conditions d'éclairage	X	X	X
Méthode et outils de vérification	X	X	X
Périodicité des vérifications	X	X	X
Règles usuelles en contrôle industriel de tubes	X	X	X
Interprétation des exigences normatives et des spécifications			X
Périodicité de vérification de l'étalonnage des luxmètres, radiomètres et mesureur de champ résiduel		X	X
<b>• Critère d'acceptation des tubes contrôlés par magnétoscopie</b>			
Compréhension des catégories d'indications définies dans la norme ISO 10893-5, c'est-à-dire : indications linéaires, arrondies, cumulées et non pertinentes	X	X	X
Type de défauts à classer dans les catégories ci-dessus	X	X	X
Savoir faire dans la distinction des catégories d'indications de la norme ISO 10893-5	X	X	X
Savoir faire dans le comptage des indications tel que décrit dans la norme ISO 10893-5	X	X	X
Spécifications de la norme ISO 10893-5 sur les dispositifs d'aide au contrôle visuel (contrôle à distance, grossissement)			X
Notion de bruit de fonds et influence de l'état de surface, type de produits, et méthodes de travail	X	X	X
Paramètres influentes sur la netteté des indications observées		X	X
Savoir donner une sanction selon le type, la longueur, la localisation et le nombre d'indications sur un tube ou une zone du tube		X	X
Savoir donner une sanction selon le type, la longueur, la localisation et le nombre d'indications sur une soudure (tubes soudés) ou une zone de la soudure en accord avec la procédure de contrôle		X	X
Déclinaison en procédure de contrôle des critères d'acceptation définis dans les normes et spécifications clients			X
Connaissance des noms et nombres de niveaux d'acceptation décrits dans la norme ISO 10893-5			X
Connaissance de l'existence, dans la norme ISO 10893-5, des relations entre niveaux d'acceptations et : L'épaisseur des tubes inspectés			X
Les types de zones inspectées : surface du tube, soudure, chanfrein			X
Les types d'indications détectées : arrondies, linéaires, cumulées			X
Connaissance des méthodes usuelles pour le traitement des tubes douteux après magnétoscopie		X	X
Connaissance des spécifications de la norme ISO 10893-5 pour le traitement des tubes douteux après magnétoscopie			X
<b>Influence des conditions de contrôle par magnétoscopie</b>			
○ Influence de la propreté des pièces sur les performances des contrôles	X	X	X
○ Influence de la température ambiante		X	X



○ Influence de la température des pièces		X	X
○ Influence de la forme des pièces sur les contrôles, notamment quant les pièces présentent des arêtes.		X	X
<b>• Risques de coups d'arc et brûlures</b>			
Causes	X	X	X
Influence de la technique de magnétisation utilisée sur la probabilité d'occurrence des coups d'arc	X	X	X
Influence du positionnement des électrodes, de la propreté des contacts	X	X	X
Influence du matériau des électrodes en contact		X	X
Conséquences sur le produit inspecté	X	X	X
Incidence sur l'état métallurgique de la zone affectée par le coup d'arc		X	X
Marche à suivre usuelle en cas de coup d'arc	X	X	X
Limites de réparabilité usuelles des brûlures d'arc		X	X
Connaissance exigences normatives ISO API		X	X
Bonne pratique de travail pour éviter les coups d'arc	X	X	X
<b><u>B/ FLUX DE FUITE ELECTROMAGNETIQUE :</u></b>			
<b>Principe des contrôles par Flux de Fuite Electromagnétique sur tube</b>			
Phénomène de fuite de flux électromagnétique	X	X	X
Type de défauts pouvant créer une fuite de flux	X	X	X
Influence de l'orientation des défauts sur les fuites de flux	X	X	X
Influence de la position des défauts (peau externe, peau interne) sur les fuites de flux	X	X	X
Influence des dimensions des défauts sur les fuites de flux		X	X
<b>Connaissance des techniques de contrôles automatiques de tubes par flux de fuite électromagnétique</b>			
Contrôle des défauts longitudinaux	X	X	X
Contrôle des défauts transversaux	X	X	X
Contrôle d'étanchéité des tubes			X
Les différentes configurations de contrôles	X	X	X
Contrôles en courant continu pour détection des défauts externes et internes également (selon l'épaisseur du tube et la sensibilité de contrôle recherché)	X	X	X
Contrôles en courant alternatif pour détection des défauts externes seulement	X	X	X
Contrôle avec défilement linéaire des tubes	X	X	X
Têtes tournante pour le contrôle des défauts longitudinaux sur tubes avec défilement linéaire	X	X	X
Têtes avec anneaux de capteurs pour le contrôle des défauts transversaux sur tubes avec défilement linéaire	X	X	X
Contrôle avec tube tournant			X
Possibilité de contrôle de l'épaisseur par mesure de flux électromagnétique			X
Précision atteignable			X
<b>Faisabilité des contrôles de tubes par flux de fuite électromagnétique</b>			
Orientation, localisation (peau interne, peau externe), taille et type de défauts détectable selon :	X	X	X
Les dimensions de la pièce inspectée (notamment lien entre détectabilité des défauts internes et épaisseur du tube)	X	X	X
L'orientation du champ magnétique appliqué sur les tubes	X	X	X
Le type de courant de magnétisation (continu, alternatif)	X	X	X
Influence du matériau du produit tubulaire à inspecter	X	X	X
Ferromagnétisme du matériau	X	X	X
Aciers au carbone faiblement allié		X	X
Aciers au carbone plus fortement allié (jusqu' à 13% de chrome)		X	X
Faisabilité des techniques et équipements de contrôles selon le diamètre extérieur des tubes		X	X



Gammes de dimensions des tubes pour lesquelles les normes ISO 10893-1 et -3, et ASTM E570 sont applicables			X
Rapport Signal sur Bruit (« S/B ») suffisant pour un contrôle industriel de tubes par flux de fuite électromagnétique		X	X
Critères pour valider que le contrôle est faisable industriellement		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle technique ou d'une nouvelle installation de contrôle de tubes		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle gamme de contrôle (nouvelles dimensions ou nouveau matériau du tubes, voire changements dans le procédés de fabrication des tubes)		X	X
Interprétation des exigences normatives			X
<b>Les équipements de magnétisation</b>			
Les différentes techniques de magnétisation utilisées pour les contrôles par flux de fuite électromagnétiques sur tubes	X	X	X
Orientation du champ magnétique en fonction de l'orientation des défauts à contrôler	X	X	X
Bobines de magnétisation dans les têtes de contrôle des défauts transversaux		X	X
Bobines, anneau et pôles (ou « pièces polaires ») pour la magnétisation dans les têtes de contrôle des défauts longitudinaux		X	X
Taille recommandée des pôles (ou « pièces polaires ») en fonction des dimensions des tubes		X	X
Buses de magnétisation : intérêt et cas d'utilisation		X	X
Bloc de magnétisation pour les contrôles tubes tournant et tête de contrôle sur potence			X
Influence de l'intensité du champ magnétique sur la détection des défauts internes et externes sur tubes		X	X
Risques associés à une sous-magnétisation		X	X
Risques associés à une sur-magnétisation		X	X
Influence de l'intensité de magnétisation sur la profondeur d'inspection		X	X
Recommandation sur le meilleur réglage de l'intensité magnétique selon le type de tête de contrôle (contrôle des défauts longitudinaux ou transversaux)		X	X
Position des zones de réglage préférentielles sur la courbe de magnétisation du matériau		X	X
Comportement des signaux sur les entailles de référence internes et externes au « coude » correspondant au début de la saturation magnétique du tube		X	X
Influence du matériau sur l'efficacité de la magnétisation		X	X
<b>Les différents types de capteurs dans les contrôles par flux de fuite électromagnétique</b>			
Bobine inductive (ou « sonde à boucle »)	X	X	X
Principe, famille de composants	X	X	X
Mesure de flux, relation avec la vitesse de déplacement entre bobines et tubes	X	X	X
Mode absolu ou différentiel		X	X
Capteur à effet Hall		X	X
Principe, famille de composants		X	X
Mesure de champ		X	X
Avantages/inconvénients entre bobine inductive et capteur à effet Hall			X
Influence de l'orientation des bobines inductives par rapport à l'axe longitudinal des tubes			X
Influence sur la détection des défauts légèrement obliques			X
Choix de l'angle par rapport aux procédés de fabrications des tubes (laminage notamment)			X
Positionnement des bobines inductives pour mesure du flux tangentiel ou du flux radial		X	X
Positionnement des capteurs à effet Hall du flux pour mesure du champ tangentiel ou du champ radial		X	X
Longueur de défaut minimum détectable en fonction de la taille des capteurs élémentaires		X	X
Répartition des patins de contrôles dans les équipements de contrôle industriel		X	X
2 patins diamétralement opposés pour les têtes tournantes de contrôle des défauts longitudinaux sur tubes défilant linéairement		X	X
Répartition des patins en 2 séries anneaux pour les têtes de contrôle des défauts transversaux sur tubes défilant linéairement		X	X
Positions des patins avec décalage angulaire sur les anneaux		X	X



Nombres de capteurs élémentaires dans les patins de contrôles généralement utilisés dans les équipements de contrôle industriel			X
<b>• Les blocs de démagnétisation</b>			
Nécessité de la démagnétisation en fonction des étapes de fabrications postérieures au contrôle et de l'utilisation des produits par les clients	X	X	X
Principes et constitutions des blocs de démagnétisation sur banc automatiques de contrôle de tubes par flux de fuite électromagnétique		X	X
Ordre des opérations de contrôle par flux de fuite électromagnétique pour favoriser la démagnétisation		X	X
Contrôle du champ résiduel sur banc automatiques de contrôle de tubes par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Contrôle manuel	X	X	X
Equipements et méthode de mesure	X	X	X
Périodicité des contrôles manuels		X	X
Equipements de contrôle automatique du champ résiduel			X
<b>Les moyens mécaniques des bancs de contrôles automatiques de tubes par flux de fuite électromagnétique</b>			
Composition des bancs de contrôle automatiques par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Moyens de centrage du passage des tubes dans les bancs de contrôle automatiques par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Moyens de marquage sur les bancs de contrôle automatique par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Equipements de marquage	X	X	X
Calcul du temps de retard à régler pour assurer un marquage précis des indications détectées sur un banc de contrôle automatique.		X	X
Moyens de tri sur les bancs de contrôle automatique	X	X	X
Gamme de vitesse de contrôles des bancs automatiques par flux de fuite électromagnétique en fonction de la dimension des tubes		X	X
Fournisseurs usuels de banc de contrôle automatique de tubes par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Noms des équipements de contrôles chez ces fournisseurs pour :	X	X	X
Les contrôles des défauts longitudinaux internes et externes en champ continu avec défilement linéaires des tubes	X	X	X
Les contrôles des défauts longitudinaux externes uniquement en champ alternatif avec défilement linéaires des tubes		X	X
Les contrôles des défauts transversaux internes et externes en champ continu avec défilement linéaires des tubes	X	X	X
<b>L'électronique de contrôle par flux de fuite électromagnétique</b>			
Ecran de visualisation	X	X	X
Voie « O », voie « I »	X	X	X
Composantes sur les axes horizontaux et verticaux	X	X	X
Oscilloscope MFL		X	X
Composantes sur les axes horizontaux et verticaux	X	X	X
Signaux bruts visualisés sur cet écran pour les différents défauts, en fonction de leurs dimensions et de leur localisation (externe, interne)		X	X
Relation entre l'amplitude des signaux électriques acquis par l'électronique de contrôle par flux de fuite électromagnétique et :		X	X
La localisation des défauts (interne, externe)		X	X
Les dimensions des défauts		X	X
Relation entre la fréquence des signaux électriques acquis par l'électronique de contrôle par flux de fuite électromagnétique et :	X	X	X
La localisation des défauts (interne, externe)	X	X	X
La largeur des défauts		X	X
Filtrage des signaux brut			



Définition de la bande passante	X	X	X
Les différents types de filtres	X	X	X
Passe-bas, passe-haut, passe-bande	X	X	X
Leur utilité sur l'amélioration des signaux		X	X
Leur utilité sur la discrimination des défauts externe et interne		X	X
Discrimination des défauts externe et interne		X	X
Principe de fonctionnement (filtres et comparateurs)		X	X
Efficacité en fonction de l'épaisseur des tubes		X	X
Importance des réglages des filtres et comparateurs sur la fiabilité du contrôle		X	X
Risques de sur-sensibilité ou sous-sensibilité			X
Seuil automatique de déclenchement d'alarmes	X	X	X
Imposition pour les équipements de contrôle dans les normes ISO 10893-1 et -3			X
Conversion analogique-numérique du signal de flux de fuite électromagnétique			X
Calcul de la sensibilité selon le nombre de bits utilisé pour la conversion analogique/ numérique du signal			X
Enregistreurs papier / numériques	X	X	X
Choix de l'électronique :		X	X
Selon les fonctions nécessaires par rapport à la technique de contrôle utilisée		X	X
Selon les performances du contrôle (vitesse notamment)		X	X
Détermination de la fréquence d'échantillonnage nécessaire			X
Vérifications de l'électronique de contrôle par flux de fuite électromagnétique		X	X
Linéarité : définition et importance de sa vérification		X	X
<b>Les spécificités des contrôles au défilé associées aux bancs de contrôle automatiques par Flux de Fuite Electromagnétique</b>			
Zones non contrôlées en fin de tubes :		X	X
Longueurs non vues usuelles selon les techniques de contrôles et le diamètre des tubes à contrôler		X	X
Possibilité d'application de sur-magnétisation		X	X
Méthodes de vérification des longueurs non vues sur les bancs de contrôle		X	X
Méthodes de traitement des zones non contrôlées après les contrôles		X	X
Conséquence de variations trop importantes de vitesse sur les contrôles	X	X	X
Tolérances usuelles sur les variations de vitesse	X	X	X
Connaissance des exigences normatives ISO 10893-1 et -3			X
Influence de la vitesse de défilement linéaire des tubes sur les contrôles de défauts transversaux		X	X
En fonction des types de capteurs		X	X
Impact sur la fiabilité de détection		X	X
Influence de la vitesse de défilement linéaire des tubes et de la vitesse de rotation de la tête de contrôle (ou des tubes pour la technique par « tube tournant ») sur les contrôles de défauts longitudinaux		X	X
En fonction des types de capteurs		X	X
Impact sur la fiabilité de détection		X	X
Notion de vitesse tangentielle			X
Palpage hélicoïdale dans les contrôles en « tube tournant » et en « tête tournante »	X	X	X
Détermination du pas en fonction du recouvrement souhaité		X	X
Cas avec 1 patin comprenant plusieurs capteurs élémentaires en fonction de la zone de couverture du patin complet ou de chaque capteur		X	X
Cas avec 2 patins diamétralement opposés		X	X
Méthode de réglage du pas		X	X
Méthode de vérification du pas	X	X	X
Détermination du recouvrement nécessaire en fonction des exigences normatives, des spécifications et des contraintes industrielles			X
Espacement axial et circonférentiel des éléments dans les têtes de contrôle des défauts transversaux avec défilement linéaires des tubes			X
<b>Les tubes étalons pour le contrôle de tubes par flux de fuite électromagnétique</b>			





Type de défauts de références et localisation		X	X
Spécification des normes ISO 10893-1 et -3 et ASTM E570 pour les tubes sans soudures et soudés ; des normes API 5CT (ou ISO 11960) et API 5L (ou ISO 3183) pour les tubes sans soudures uniquement ; de la norme API 5DP (ou ISO 11961) pour le corps du tubes			X
Connaissance du type de défauts de références spécifiés dans la norme ISO 10893-1 pour les contrôles par flux de fuite électromagnétique			X
Dans les normes ISO 10893-3, API 5CT (ou ISO 11960), API 5DP (ou ISO 11961), API 5L (ou ISO 3183) :			X
Connaissance des types des défauts de référence			X
Connaissances des noms et nombres de niveaux d'acceptation			X
Connaissance des profondeurs des entailles de référence en fonction des niveaux d'acceptations (pourcentage de l'épaisseur, limite minimum et maximum)			X
Connaissance des longueurs spécifiées pour les entailles de référence			X
Connaissance de la valeur maximum de la largeur des entailles de référence			X
Connaissance des tolérances de fabrication spécifiées pour la fabrication des défauts de références			X
Relation théorique entre dimensions des défauts de référence et amplitude du signal de flux de fuite électromagnétique		X	X
Dimension, matériau et état de surfaces des tubes étalons (ou tubes de références)	X	X	X
Connaissances des règles usuelles dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Connaissances des spécifications sur les tubes de références dans les normes ISO 10893-1 et -3, et ASTM E570.			X
Interprétation des exigences normatives			X
Tolérances éventuellement admises			X
Méthodes de fabrication des défauts de référence	X	X	X
<b>Réglages de l'électronique de contrôle</b>			
Réglage de l'intensité de magnétisation		X	X
Réglage de la fréquence des filtres		X	X
Méthodes de réglage des filtres		X	X
Gammes de fréquences usuellement utilisées			X
Réglages des seuils d'alarmes	X	X	X
Seuil par voie I/O	X	X	X
Seuil tout signaux	X	X	X
Influence des réglages électroniques sur la performance du contrôle		X	X
<b>Réglages mécaniques</b>			
Réglage du centrage	X	X	X
Méthodes de réglage	X	X	X
Mesure de l'entrefer entre bobines ou pôles de magnétisation et tubes	X	X	X
Méthodes de vérifications du centrage	X	X	X
Réglage de la pression des ressorts appuyant les patins de contrôle sur les tubes	X	X	X
Importance du contact patin – tube		X	X
Influence d'un décollement du patin sur le signal de flux de fuite électromagnétique		X	X
Bonne pratique pour l'assurer et le surveiller			X
<b>Règles et méthodes d'étalonnage, vérifications périodiques de l'étalonnage</b>			
Méthodes et bonnes pratiques d'étalonnage (réglage des gains et seuils d'alarme)	X	X	X
Méthodes de réglages	X	X	X
Réglages en dynamique, vitesse lors des réglages	X	X	X
Réglages de la discrimination entre indications internes et externes		X	X
Réglage des gains	X	X	X
Réglages des seuils d'alarme	X	X	X
Méthodes de vérification de l'étalonnage	X	X	X
Méthodes de vérification de la discrimination des défauts internes et externes	X	X	X
Périodicité des vérifications de l'étalonnage	X	X	X



Respect des instructions de contrôle	X	X	X
Connaissances des périodicités usuelles pour les contrôles industrielles de tubes		X	X
Connaissances des périodicités spécifiées dans les normes ISO 10893-1 et -3, et ASTM E570			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors du passage de l'étalon pendant les vérifications de l'étalonnage, selon son niveau de certification	X	X	X
Détermination des tubes à reconstruire	X	X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives pour ces cas			X
Réajustement autorisé du gain, pendant une commande, après les opérations de vérifications de l'étalonnage		X	X
Quand et comment cela est-il autorisé ?		X	X
Risques et avantages		X	X
Possibilité de reconstruire des tubes déjà contrôlés avant réajustement du gain		X	X
<b>Critère d'acceptation</b>			
Suivi des exigences de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation des exigences normatives pour le choix des défauts de référence et de la sensibilité de contrôle			X
Recontrôle des tubes avec alarme au premier passage		X	X
Méthodes et nombres de reconstruire usuellement admis en contrôle industriel		X	X
Connaissance des spécifications des normes ISO 10893-1 et -3 sur ce sujet			X
Traitement des tubes douteux		X	X
Connaissance des méthodes usuelles pour le traitement des tubes douteux		X	X
Connaissance des spécifications des normes ISO 10893-1 et -3 pour le traitement des tubes douteux			X
<b>• Influence des conditions de contrôle</b>			
Influence d'un mauvais guidage des tubes dans les bancs de contrôles	X	X	X
Influence de vibrations et décollement des patins de contrôle	X	X	X
Influence de la température des pièces	X	X	X
Sources de perturbations électromagnétiques potentielles	X	X	X
Paramètres influençant le rapport Signal sur Bruit « S/B » (origines électriques ou électroniques, influence matériau, mais aussi mécanique ou état des capteurs)		X	X
Méthodes courantes pour améliorer le rapport Signal sur Bruit « S/B ».		X	X
<b><u>C/ Généralités sur les contrôles MT</u></b>			
<b>L'influence des procédés de fabrication de tubes sur les contrôles MT</b>			
Influence des procédés de fabrication		X	X
Influence des traitements thermiques	X	X	X
Influence des états de surface hérités des procédés de fabrication		X	X
Choix du révélateur, de l'éclairage et de la forme de courant pour le contrôle par magnétoscopie des tubes en fonction de leur état de surface		X	X
Influence de la présence de calamine sur les performances des contrôles par magnétoscopie et par flux de fuite électromagnétique	X	X	X
Influence des caractéristiques du matériau héritées des procédés de fabrication			X
Rôle des caractéristiques électromagnétiques du matériau dans les contrôles MT		X	X
Paramètres influençant les caractéristiques électromagnétiques: la microstructure hérités des procédés de fabrication à chaud et des traitements thermiques, les contraintes mécaniques, la magnétisation résiduelle, etc.			X
Origine potentielle de variations locales et influence sur les contrôles MT		X	X
Variations locales de géométrie		X	X
Variations locales de perméabilité		X	X
Présence de zones avec concentration de contraintes		X	X



<b>Méthodes et bonnes pratiques de travail</b>			
Prérogatives des opérateurs selon leur niveau de certification	X	X	X
Compréhension et respect des instructions de contrôle	X	X	X
Interprétation, respect et déclinaison de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors des contrôles, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas d'anomalies constatées sur les équipements de contrôles (équipements de contrôle, mécanique, tubes étalons, moyens de marquage / tri, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation d'un taux de rejet anormalement élevé, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation de signaux d'alarmes récurrents en contrôle automatique par flux de fuite électromagnétique (ex : vibration dans le guidage, mauvais réglages des longueurs inhibées en extrémités, parasites électroniques, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Méthodes de nettoyage des pièces les plus adaptées avant et après les contrôles par magnétoscopie	X	X	X
Epaisseur de la couche de fond blanc à réaliser pour les contrôles par magnétoscopie	X	X	X
Respect des exigences HSE	X	X	X
Traitement des effluents après magnétoscopie	X	X	X
Précautions à avoir dans l'utilisation des différents produits de magnétoscopie selon leur dangerosité (produits chimiques – révélateurs humide, solvants-, poudres, etc.)	X	X	X
Précautions à avoir en cas de travail sous éclairage UV en magnétoscopie	X	X	X
Equipements de protection individuelle à porter :	X	X	X
Gants	X	X	X
Lunettes anti-UV	X	X	X
Nécessité de la ventilation de l'espace de travail en magnétoscopie	X	X	X
Risque de flammes et incendie en magnétoscopie	X	X	X
Risque de brûlures sur tubes chaud après une forte magnétisation sur les bancs de contrôles par flux de fuite électromagnétique ou sur les bancs de magnétoscopie	X	X	X
Possibilité de photographie sous UV pour conserver la trace des indications	X	X	X
Procès verbal de contrôle :	X	X	X
Cartographie des indications	X	X	X
Mesure des indications	X	X	X
Interprétations des indications		X	X
Sanctions sur les produits		X	X
Les différents documents de contrôles	X	X	X
Informations obligatoires sur les documents de contrôles		X	X

## 2.4 Partie spécifique COURANTS DE FOUCAULT

	N1	N2	N3
<b>Connaissances des techniques de contrôles par Courants de Foucault (« CF ») spécifiques aux tubes</b>			
Contrôle par bobine encerclante	X	X	X
Contrôle avec bobines partielles (bobines « segmentées » ou « sectorielles »)			X
Contrôle en « tube tournant » ou en « tête tournante » avec capteur(s) CF ponctuel(s)	X	X	X
Contrôle par capteurs CF multiéléments commutés sur bracelet encerclant		X	X
Contrôle par sonde interne ou « sonde axiale »	X	X	X
Tri de nuances (ou « tri matière »)	X	X	X
Détection de la phase Sigma			X
Contrôle CF à chaud		X	X



Spécificités des moyens de contrôles à chaud		X	X
Principes physiques associés, dont l'influence de la température : dépassement du point de Curie		X	X
Méthode spécifique d'étalonnage pour les CF à chaud		X	X
Connaissances basiques des autres utilisations des courants de Foucault sur tubes. Exemples : mesure de revêtement (vernis, cuivrage etc.)		X	X
<b>Faisabilité de chaque technique de contrôle des tubes par Courants de Foucault</b>		X	X
Selon le diamètre des tubes		X	X
Selon l'épaisseur des tubes		X	X
Selon le type, l'orientation et la position (interne/externe) des défauts à détecter		X	X
Rapport Signal sur Bruit (« S/B ») suffisant pour un contrôle industriel de tubes par CF		X	X
Valeur usuelle pour autoriser un contrôle industriel de tube		X	X
Interprétation des exigences normatives			X
Critères pour valider que le contrôle est faisable industriellement		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle technique ou d'une nouvelle installation de contrôle de tubes		X	X
Pratiques usuelles pour validation d'une nouvelle gamme de contrôle (nouvelles dimensions ou nouveau matériau du tubes, voire changements dans le procédés de fabrication des tubes)		X	X
Interprétation des exigences normatives			X
Gammes de dimensions des tubes pour lesquelles les normes ISO 10893-1 et -2 sont applicables		X	X
Technique de contrôles autorisée par les normes ISO 10893-1 et -2 en fonction des dimensions des tubes		X	X
<b>Les différents types de capteurs par Courants de Foucault pour les contrôles sur tubes</b>			
Bobine absolue	X	X	X
Bobine différentielle	X	X	X
A flux « additifs »		X	X
A flux « soustractifs »		X	X
Bobine double-différentielle	X	X	X
Bobine à fonctions séparées	X	X	X
Bobine à double fonctions	X	X	X
Différents type de capteurs ponctuel pour contrôle « tube tournant » ou « tête tournante » : capteur crayons, capteurs cylindriques		X	X
Influence de l'orientation des bobines des capteurs ponctuels		X	X
Configuration des 2 bobines sur un capteur ponctuel différentiel		X	X
Impact de l'orientation des bobines sur la détection des défauts de différents types et différentes orientations selon l'axe du tube		X	X
Impact de l'orientation des bobines sur les signaux en extrémités		X	X
Impact de la forme des bobines sur capteurs absolus et différentiels			X
Capteurs CF multiéléments pour bracelet encerclant		X	X
Nombres d'éléments généralement utilisés		X	X
Répartition des éléments en anneaux		X	X
Nombre d'anneaux généralement utilisés		X	X
Nombre d'éléments par anneaux généralement utilisés		X	X
Positionnement des anneaux (avec décalage angulaire)		X	X
Sondes axiales internes multiéléments			X
Éléments techniques pour le choix judicieux du capteur en fonction :		X	X
des produits à contrôler : matériau, dimension, état de surface		X	X
du type, de la taille, de l'orientation et de la position des défauts à détecter		X	X
des performances attendues (Signal sur Bruit « S/B », vitesse de contrôle, etc.)		X	X
Dimensions des capteurs par rapport aux dimensions des produits à contrôler et des dimensions des défauts à détecter.	X	X	X
Influence du taux de remplissage	X	X	X



Méthode de calcul des taux de remplissage selon les techniques de contrôles spécifiquement utilisées sur tubes	X	X	X
Exigences sur l'entrefer au rayon en bobine encerclante	X	X	X
Influence des dimensions des capteurs sur les dimensions des défauts détectables		X	X
Choix du capteur en fonction de sa bande passante, notamment pour les contrôles par capteurs ponctuels ou capteurs CF multiéléments commutés		X	X
<b>Les différents moyens mécaniques</b>			
Moyens mécaniques spécifiques aux différentes techniques de contrôle sur tube	X	X	X
Composition des « bancs de passage » ou « bancs de défilement »	X	X	X
Convoyeurs, galets d'entrainements, tables de centrage	X	X	X
Moyens de marquage	X	X	X
Equipements de marquage	X	X	X
Calcul du temps de retard à régler pour assurer un marquage précis des indications détectées sur un banc de contrôle automatique par CF		X	X
Moyens de tri	X	X	X
<b>Les différents équipements électroniques</b>			
Appareil monovoie / multivoie	X	X	X
Appareil mono-fréquence / bi-fréquence / multi-fréquence	X	X	X
Intérêt des traitements multifréquence		X	X
Méthodes classiques de traitement multifréquence			X
Avec écran de visualisation du plan d'impédance	X	X	X
Définition et utilité du plan d'impédance ou « plan de Lissajou »	X	X	X
Types de signaux visualisés sur cet écran pour les parties saines et défectueuses, selon la technique de contrôle, le type de capteurs et le type de défaut	X	X	X
Seuil automatique de déclenchement d'alarmes	X	X	X
Imposition sur les équipements de contrôle dans les normes ISO 10893-1 et -2		X	X
Filtres	X	X	X
Définition de la bande passante	X	X	X
Fonctionnement des différents types de filtres	X	X	X
Passe-bas, passe-haut, passe-bande	X	X	X
« Intégrateur », « Différentiateur »		X	X
Utilité des filtres selon les fréquences filtrées		X	X
Conversion analogique-numérique du signal CF		X	X
Calcul de la sensibilité selon le nombre de bits utilisé pour la conversion analogique/numérique du signal CF		X	X
Calcul de la fréquence d'échantillonnage du signal CF pour un contrôle fiable		X	X
Enregistreurs papier / numériques	X	X	X
Système de commutation (ou « multiplexage ») pour les systèmes CF multiéléments			X
Principe de fonctionnement			X
Influence du réglage de la fréquence de commutation			X
Interférences de multiplexage			X
Notion d'« Inductance mutuelle »			X
Choix de l'électronique :		X	X
Selon les fonctions nécessaires imposées par la technique de contrôle utilisée		X	X
Selon sa plage de fréquence (fréquence d'injection)		X	X
Selon les performances du contrôle (vitesse notamment)		X	X
Détermination de la fréquence d'échantillonnage nécessaire		X	X
<b>Vérifications de l'électronique</b>			
Linéarité : définition et importance de sa vérification		X	X
Respect des exigences normatives et spécifications clients			X



<b>Les blocs de magnétisation</b>			
○ Nécessité de la magnétisation selon les types de matériau à contrôler	X	X	X
○ Importance de la magnétisation sur les tubes ferromagnétique (ex : aciers au carbone, aciers faiblement alliés, etc.)	X	X	X
○ Influence de la magnétisation sur les aciers inoxydables ferritiques, austéno-ferritiques et austénitiques.	X	X	X
○ Principe et constitution d'un bloc de magnétisation		X	X
<b>• Les blocs de démagnétisation</b>			
Nécessité de la démagnétisation en fonction des étapes de fabrications postérieures au contrôle et de l'utilisation des produits par les clients	X	X	X
Principes et constitutions des blocs de démagnétisation		X	X
Valeurs de champ résiduel usuelles		X	X
Valeurs de champ résiduel demandées selon les types d'utilisations des tubes contrôlés			X
<b>Les spécificités des contrôles au défilé</b>			
Phénomènes en début et fin de passage : « effet d'extrémité » ou « effet de bord »	X	X	X
Impact sur le contrôle : zone non contrôlée à chaque extrémité de tube	X	X	X
Types de signaux CF observés aux extrémités	X	X	X
Longueurs des zones non contrôlées selon les techniques de contrôles et le diamètre des tubes à contrôler		X	X
Importance du centrage	X	X	X
Influence de la vitesse de contrôle	X	X	X
Réglage des filtres associés	X	X	X
Impact des variations de vitesse importantes	X	X	X
Tolérance sur les variations de vitesse	X	X	X
Palpage hélicoïdale dans les contrôles en « tube tournant » et en « tête tournante »	X	X	X
Détermination du pas		X	X
Cas avec 2 capteurs diamétralement opposés		X	X
Méthode de réglage du pas		X	X
Méthode de vérification du pas	X	X	X
Espacement axial et circonférentiel des éléments dans les bracelets encerclant composés de capteurs CF multiéléments commutés			X
<b>Les tubes étalons et critères d'acceptations associés</b>			
Les différents défauts de références	X	X	X
Signal classiquement obtenu sur les défauts de référence selon leur type, orientation et dimensions pour les techniques de contrôle sur tube		X	X
Type de défauts de références (trous ou entailles longitudinales) à utiliser en fonction de la technique de contrôle par CF utilisée, selon les normes ISO 10893-1 et -2		X	X
Dimensions des défauts de références dans les normes ISO 10893-1 et -2		X	X
Connaissance du fait que le diamètre des trous de référence est fonction du diamètre extérieur des tubes à contrôler		X	X
Connaissance du fait que la profondeur des entailles de référence est fonction de l'épaisseur des tubes à contrôler		X	X
Connaissance du plus petit diamètre de trou de référence défini dans la norme ISO 10893-1			X
Connaissance de la profondeur de l'entaille de référence imposée dans la norme ISO 10893-1 (pourcentage de l'épaisseur, limite minimum et maximum)			X
Connaissance des noms et du nombre de niveaux d'acceptation décrits dans la norme ISO 10893-2 et de leur domaine d'application			X
Connaissance du plus petit diamètre de trou de référence défini dans la norme ISO 10893-2			X
Connaissance des profondeurs des entailles de références en fonction des niveaux d'acceptation décrits dans la norme ISO 10893-2 (pourcentage de l'épaisseur, limite minimum et maximum)			X



Connaissance de la valeur maximum de la largeur des entailles de références suivant les normes ISO 10893-1 et -2			X
Connaissance des tolérances de fabrication admises pour la fabrication des défauts de références dans les normes ISO 10893-1 et -2		X	X
Relation théorique entre dimensions des défauts de référence et amplitude du signal CF		X	X
Dimension, matériau et état de surfaces des tubes étalons (ou tubes de références)	X	X	X
Connaissances des règles usuelles dans les contrôles industriels de tubes	X	X	X
Connaissances des spécifications sur les tubes de références dans les normes ISO 10893-1 et -2			X
Interprétation des exigences normatives			X
Tolérances éventuellement admises			X
Méthodes de fabrication des défauts de référence : méthodes mécaniques (perçage), méthode par étincelage	X	X	X
Outil à utiliser (ex. forêt plat, machine d'électroérosion)	X	X	X
Avantages et inconvénients des différents types de méthodes	X	X	X
Définition et influence de l'écroissage mécanique sur la fabrication des défauts de références		X	X
Influence sur le signal CF et la sensibilité de contrôle		X	X
<b>Réglages de l'électronique</b>			
Réglage de la fréquence	X	X	X
Méthodes de réglage de la fréquence usuellement utilisées sur tube	X	X	X
Gamme de fréquences usuellement utilisées		X	X
Suivant les différentes techniques de contrôles sur tubes		X	X
Suivant le matériau des tubes à contrôler		X	X
Influence de la fréquence sur les performances des contrôles	X	X	X
Influence de la fréquence sur la profondeur d'inspection	X	X	X
Influence de la fréquence sur la séparation en phase des défauts internes et externes	X	X	X
Réglage de la phase :	X	X	X
Définition de la phase	X	X	X
Vocabulaire associé : « rotation de phase »	X	X	X
Méthodes de réglage de la phase usuellement utilisées sur tube	X	X	X
Réglages des seuils d'alarmes :	X	X	X
Types d'alarmes et vocabulaire associé (« secteur de phase », contrôle « toutes phases », etc.).	X	X	X
Utilité des alarmes sélectives au niveau de la phase		X	X
Calcul du facteur de sélectivité « K »		X	X
Réglages des filtres :	X	X	X
Définition de la bande passante	X	X	X
Définition et utilité des différents types de filtres	X	X	X
Passe-bas, passe-haut, passe-bande	X	X	X
« Intégrateur », « Différentiateur »		X	X
Méthodes de réglage des filtres pour les contrôles au défilé		X	X
Méthodes de vérifications des filtres pour les contrôles au défilé	X	X	X
Calcul des fréquences de coupures des filtres			X
Équilibrage :	X	X	X
Fonction de l'équilibrage	X	X	X
Différents types d'équilibrage : manuel, semi-automatique, automatique		X	X
Méthodes et bonnes pratiques d'équilibrage selon les techniques de contrôles (au défilé, pour un lot de contrôle, contrôle avec ou sans culasse de magnétisation)		X	X
Réglage des enregistreurs graphiques	X	X	X
Les différentes sorties et le vocabulaire associé (Sortie X, Sortie Y, Sortie Module)	X	X	X
Réglage de la vitesse de défilement et des échelles	X	X	X
Calculs associés aux enregistreurs pour leur réglage et leur interprétation	X	X	X
Interaction entre vitesse de défilement et rapport entre dimension réelle et dimensions sur le papier (ex : longueur des tubes, longueur des défauts, positions des défauts sur le tube)	X	X	X
Calcul d'échelles en amplitude	X	X	X



Mesures sur les enregistrements :	X	X	X
Longueurs des indications	X	X	X
Positions des indications sur le tube	X	X	X
Amplitude maximum de chaque indication	X	X	X
Rapport Signal sur Bruit (« S/B ») de chaque indication	X	X	X
Influence des réglages électroniques sur la performance du contrôle		X	X
Paramètres influençant le rapport Signal sur Bruit « S/B » (origines électriques ou électroniques, influence matériau, mais aussi mécanique ou état des capteurs)	X	X	X
Méthodes courantes pour améliorer le rapport Signal sur Bruit « S/B ».		X	X
<b>Réglages mécaniques</b>			
Centrage pour les contrôles par bobine encerclante	X	X	X
Moyens mécaniques de centrage	X	X	X
Importance du centrage lors des contrôles sur tube	X	X	X
Méthodes de réglage du centrage	X	X	X
Méthodes de vérifications du centrage	X	X	X
Réglage de l'entrefer pour les contrôles en « tube tournant » et « tête tournante » par capteur CF ponctuel	X	X	X
Réglage de l'entrefer pour les contrôles par capteur CF commutés		X	X
<ul style="list-style-type: none"> <li>o Ajustement mécanique de la force de préhension des galets d'entraînement pour les contrôles au défilé</li> </ul>	X	X	X
<b>Règles et méthodes d'étalonnage</b>			
Méthodes et bonnes pratiques d'étalonnage (réglage des gains et seuils d'alarme)	X	X	X
Méthodes de réglages	X	X	X
Méthodes de vérification de l'étalonnage	X	X	X
Interprétation des normes pour le choix des défauts de références et de la sensibilité de contrôle			X
Connaissances des exigences sur ce sujet dans les normes ISO 10893-1 et -2		X	X
Périodicité des vérifications de l'étalonnage	X	X	X
Suivant instructions de contrôle	X	X	X
Suivant procédures de contrôle (+ connaissance de la périodicité classiquement utilisée en contrôles de tubes industriels)		X	X
Suivant normes et spécifications			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors du passage de l'étalon pendant les vérifications de l'étalonnage, selon son niveau de certification	X	X	X
Détermination des tubes à reconstruire	X	X	X
Interprétation des exigences normatives pour ces cas			X
Connaissances des exigences sur ce sujet dans les normes ISO 10893-1 et -2			X
Réajustement autorisé du gain, pendant une commande, après les opérations de vérifications de l'étalonnage.		X	X
Quand et comment cela est-il autorisé ? quels sont les risques et les avantages ?		X	X
Possibilité de reconstruire des tubes déjà contrôlés avant réajustement du gain		X	X
<b>L'influence du procédé de fabrication des tubes sur les contrôles par CF</b>			
Influence des procédés de laminage		X	X
Influence des procédés d'étirage			
Influence des traitements thermiques		X	X
Influence des états de surface hérités des procédés de fabrication		X	X
Influence des caractéristiques du matériau héritées des procédés de fabrication			X
Influence sur le rapport Signal sur Bruit « S/B »		X	X
Rôle des caractéristiques électromagnétiques du matériau dans le contrôle de « Tri de nuance »		X	X
Notion de conductivité et perméabilité électromagnétiques		X	X





Paramètres influençant les valeurs de conductivité et perméabilité : la microstructure hérités des procédés de fabrication à chaud et des traitements thermiques, les contraintes mécaniques comme l'écrouissage, la magnétisation résiduelle, etc.			X
Origine potentielle de variations locales et influence sur le signal CF		X	X
Variations locales de géométrie		X	X
Variations locales de perméabilité		X	X
Présence de zones écrouies (écrouissage local, concentration de contraintes)		X	X
<b>• Influence des conditions de contrôle</b>			
○ Influence d'un mauvais guidage des tubes dans les bancs de contrôles par CF	X	X	X
○ Influence de la température		X	X
▪ Température de Curie : impact sur les contrôles industriels des tubes ferromagnétiques par CF		X	X
○ Sources de perturbations électromagnétiques potentielles et impacts sur les signaux CF et sur le contrôle des tubes par CF		X	X
<b>Méthodes et bonnes pratiques de travail</b>			
Prérogatives des opérateurs selon leur niveau de certification	X	X	X
Compréhension et respect des instructions de contrôle	X	X	X
Interprétation, respect et déclinaison de la procédure de contrôle		X	X
Interprétation et déclinaison des exigences normatives			X
Attitude à adopter en cas de non-conformité observée lors des contrôles, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas d'anomalies constatées sur les équipements de contrôles (convoyeurs et équipements mécaniques, capteurs, électroniques, tubes étalons, moyens de marquage, moyens de tris, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation d'un taux de rejet anormalement élevé, selon son niveau de certification	X	X	X
Attitude à adopter en cas de constatation de signaux d'alarmes récurrents (ex : coups de galets, mauvais réglages des longueurs inhibées en extrémités, parasites électroniques, etc.), selon son niveau de certification	X	X	X
Bonne pratique de l'utilisation de la fonction « seuillage » ou « écrêtage »	X	X	X
Contrôle de l'aspect des tubes en sortie de contrôle (ex : absence de marques préjudiciables à la qualité des produits induites par les galets d'entraînement)	X	X	X
Procès verbal de contrôle :			
Cartographie des indications	X	X	X
Mesure des indications	X	X	X
Interprétations des indications		X	X
Sanctions sur les produits		X	X
Les différents documents de contrôles	X	X	X
Informations obligatoires sur les documents de contrôles		X	X

