

Syllabus de Formation Tronc Commun

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 EN ISO 9712 v2022 Suppression de la norme 4179	Vivian DIDIER 	09/12/2024

Table des matières

1. Introduction	8
2. Durée de formation	9
3. Programme de formation magnétoscopie niveau 1	10
3.1. Programme général	10
3.1.1. Introduction généralités	10
3.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	10
3.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	11
3.1.4. Equipements.....	11
3.1.5. Préparation de l'examen	12
3.1.6. Réalisation de l'examen.....	12
3.1.7. Evaluation des indications et notation	12
3.1.8. Classification des indications (caractérisation)	13
3.1.9. Aspect qualité	13
3.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	13
4. Programme de formation magnétoscopie niveau 2	13
4.1. Programme général	14
4.1.1. Introduction généralités	14
4.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	14
4.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	15
4.1.4. Equipements et produits	15
4.1.5. Préparation de l'examen	16
4.1.6. Réalisation de l'examen.....	17
4.1.7. Evaluation des indications et notation	18
4.1.8. Classification des indications (caractérisation)	18
4.1.9. Rapport	18
4.1.10. Aspect Qualité	18
4.1.11. Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	18
4.1.12. Développement	19
5. Programme de formation magnétoscopie niveau 3	19
5.1. Programme général	19
5.1.1. Introduction généralités	19
5.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	19
5.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	21



5.1.4.	Equipements.....	21
5.1.5.	Préparation de la procédure	22
5.1.6.	Réalisation de la procédure.....	22
5.1.7.	Evaluation des indications et notation.....	23
5.1.8.	Classification des indications (caractérisation)	23
5.1.9.	Rapport d’essai	23
5.1.10.	Aspect qualité.....	23
5.1.11.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	23
5.1.12.	Développement	24
6.	Programme de formation ressuage niveau 1.....	24
6.1.	Programme général	24
6.1.1.	Introduction généralités	24
6.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	24
6.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	25
6.1.4.	Equipements.....	25
6.1.5.	Préparation de l’examen	26
6.1.6.	Réalisation de l’examen.....	26
6.1.7.	Evaluation des indications et notation	26
6.1.8.	Classification des indications (caractérisation)	27
6.1.9.	Aspect qualité.....	27
6.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	27
7.	Programme de formation ressuage niveau 2.....	28
7.1.	Programme général	28
7.1.1.	Introduction généralités	28
7.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	28
7.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	29
7.1.4.	Equipements.....	29
7.1.5.	Préparation de l’examen	30
7.1.6.	Réalisation de l’examen.....	30
7.1.7.	Evaluation des indications et notation	31
7.1.8.	Classification des indications (caractérisation)	31
7.1.9.	Aspect qualité.....	31
7.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	32
7.1.11.	Développement	32
8.	Programme de formation ressuage niveau 3.....	32

8.1. Programme général	32
8.1.1. Introduction généralités	32
8.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	33
8.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	33
8.1.4. Equipements.....	34
8.1.5. Préparation de la procédure	34
8.1.6. Réalisation de la procédure	35
8.1.7. Evaluation des indications et notation	35
8.1.8. Classification des indications (caractérisation)	35
8.1.9. Aspect qualité	36
8.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	36
8.1.11. Développement	37
9. Programme de formation radiographie niveau 1	37
9.1. Programme général	37
9.1.1. Introduction généralités	37
9.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	38
9.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	39
9.1.4. Equipements et produits	39
9.1.5. Préparation de l'examen	41
9.1.6. Réalisation de l'examen.....	41
9.1.7. Evaluation des indications et notation	41
9.1.8. Aspect qualité	42
9.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	42
10. Programme de formation radiographie niveau 2	43
10.1. Programme général	43
10.1.1. Introduction généralités	43
10.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées	43
10.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	45
10.1.4. Equipements et produits	45
10.1.5. Préparation de l'examen	48
10.1.6. Réalisation de l'examen.....	49
10.1.7. Evaluation des indications et notation	49
10.1.8. Classification des indications (caractérisation)	50
10.1.9. Aspect qualité	51
10.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	52

11.	Programme de formation radiographie niveau 3	52
11.1.	Programme général	52
11.1.1.	Introduction généralités	53
11.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	53
11.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées	55
11.1.4.	Equipements et produits	55
11.1.5.	Préparation de l'examen	58
11.1.6.	Evaluation des indications et notation	58
11.1.7.	Classification des indications (caractérisation)	60
11.1.8.	Aspect qualité	60
11.1.9.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité	61
12.	Programme de formation ultrasons niveau 1	61
12.1.	Programme général	62
12.1.1.	Introduction généralités	62
12.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	62
12.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées	63
12.1.4.	Equipements et produits	63
12.1.5.	Préparation de l'examen	64
12.1.6.	Réalisation de l'examen	64
12.1.7.	Evaluation des indications et notation	65
12.1.8.	Aspect qualité	65
12.1.9.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité	66
12.1.10.	Développement	66
13.	Programme de formation ultrasons niveau 2	67
13.1.	Programme général	67
13.1.1.	Introduction généralités	67
13.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	67
13.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées. → Spécifique	68
13.1.4.	Equipements et produits	68
13.1.5.	Préparation de l'essai	69
13.1.6.	Réalisation de l'examen	70
13.1.7.	Evaluation des indications et notation	70
13.1.8.	Conformité par rapport à des critères d'acceptation	71
13.1.9.	Aspect qualité	71
13.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité	71



13.1.11.	Autres techniques.....	72
13.1.12.	Développement	72
13.2.	Programme général	72
13.2.1.	Introduction généralités	72
13.2.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	72
13.2.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	73
13.2.4.	Equipements et produits	73
13.2.5.	Préparation de l'examen	74
13.2.6.	Techniques ultrasonores	74
13.2.7.	Evaluation des indications et notation	74
13.2.8.	Aspect Qualité	75
13.2.9.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	75
13.2.10.	Développement informatique	75
13.2.11.	Développement	75
14.	Programme de formation courants de Foucault niveau 1	77
14.1.	Programme général	77
14.1.1.	Introduction généralités	77
14.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	77
14.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	78
14.1.4.	Equipements et produits	79
14.1.5.	Préparation de l'examen	79
14.1.6.	Réalisation de l'examen.....	79
14.1.7.	Traitement des indications et notation	80
14.1.8.	Aspect qualité	80
14.1.9.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	80
15.	Programme de formation courants de Foucault niveau 2	80
15.1.	Programme général	81
15.1.1.	Introduction généralités	81
15.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	81
15.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	82
15.1.4.	Equipements et produits	83
15.1.5.	Préparation de l'examen	83
15.1.6.	Réalisation de l'examen.....	84
15.1.7.	Traitement des indications et notation	84
15.1.8.	Evaluation	85

15.1.9.	Aspect qualité	85
15.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	85
16.	Programme de formation courants de Foucault niveau 3	86
16.1.	Programme général	86
16.1.1.	Introduction généralités	86
16.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	86
16.1.3.	Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	87
16.1.4.	Equipements et produits	88
16.1.5.	Préparation de l'examen	88
16.1.6.	Réalisation de l'examen.....	89
16.1.7.	Traitement des indications et notation	90
16.1.8.	Evaluation	90
16.1.9.	Aspect qualité	90
16.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	91
16.1.11.	Développement	91
17.	Programme de formation étanchéité niveau 1	91
17.1.	Programme général	91
17.1.1.	Introduction généralités	91
17.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	91
17.1.3.	Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées	92
17.1.4.	Equipements.....	94
17.1.5.	Informations préalables à l'essai (préparation documentation (instructions/Procédures).....	96
17.1.6.	Essais.....	96
17.1.7.	Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle	98
17.1.8.	Aspect qualité	98
17.1.9.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	99
18.	Programme de formation étanchéité Niveau 2	99
18.1.	Programme général	99
18.1.1.	Introduction généralités	99
18.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	99
18.1.3.	Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées	101
18.1.4.	Equipements.....	102
18.1.5.	Informations préalables à l'essai (préparation documentation (Instructions/Procédures)	104
18.1.6.	Essais.....	104
18.1.7.	Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle	106

18.1.8.	Evaluation et définition des critères de conformité.....	106
18.1.9.	Aspect qualité	106
18.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	107
19.	Programme de formation étanchéité Niveau 3	107
19.1.	Programme général	107
19.1.1.	Introduction généralités	107
19.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	107
19.1.3.	Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées.....	109
19.1.4.	Equipements.....	109
19.1.5.	Informations préalables à l'essai (préparation documentation (instructions/Procédures) 110	
19.1.6.	Procédure	110
19.1.7.	Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle	111
19.1.8.	Evaluation et définition des critères de conformité.....	111
19.1.9.	Aspect qualité	111
19.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	112
19.1.11.	Développement	112
20.	Programme de formation TOFD Niveau 2.....	112
20.1.	Programme général	112
20.1.1.	Introduction généralités	112
20.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	112
20.1.3.	Capacité liée à la technique.....	113
20.1.4.	Equipements et produits	113
20.1.5.	Préparation de l'examen	114
20.1.6.	Mise en œuvre de la technique.....	114
20.1.7.	Evaluation des indications et notation	115
20.1.8.	Conformité par rapport à des critères d'acceptation.....	115
20.1.9.	Aspect qualité	115
20.1.10.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	116
21.	Programme de formation TOFD Niveau 3.....	117
21.1.	Programme général	117
21.1.1.	Introduction généralités	117
21.1.2.	Mise en œuvre de la technique.....	117
21.1.3.	Evaluation des indications et notation	117
21.1.4.	Conformité par rapport à des critères d'acceptation.....	117
21.1.5.	Aspect qualité	117

21.1.6.	Conditions environnementales, hygiène et sécurité.....	118
21.1.7.	Développement	118
22.	Programme de formation inspection visuelle niveau 2.....	118
22.1.	Programme général	118
22.1.1.	Introduction généralités	118
22.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	118
22.1.3.	Capacité liée à la technique.....	120
22.1.4.	Equipements et produits	120
22.1.5.	Préparation de l'examen	121
22.1.6.	Réalisation de l'examen.....	121
22.1.7.	Traitement des indications et notation	122
22.1.8.	Evaluation	122
22.1.9.	Aspect qualité	122
23.	Programme de formation inspection visuelle niveau 3.....	123
23.1.	Programme général	123
23.1.1.	Introduction généralités	123
23.1.2.	Principes physiques de la méthode et connaissances associées	124
23.1.3.	Capacité liée à la technique.....	124
23.1.4.	Equipements et produits	124
23.1.5.	Préparation de l'examen	125
23.1.6.	Réalisation de l'examen.....	125
23.1.7.	Traitement des indications et notation	126
23.1.8.	Evaluation	126
23.1.9.	Aspect qualité	126
23.1.10.	Développement	127

1. Introduction

Ce document regroupe l'ensemble des plans de formation pour la partie générale.

Des représentants de tous les secteurs d'activité (fabrication et maintenance, maintenance ferroviaire, production métallique, aérospatial) ont participé à la rédaction de ces programmes.

Ces programmes de formation définissent les attendus dans le cadre de la préparation des examens de qualification et de certification des agents de contrôles en essais non destructifs selon les normes ISO 9712.



En fonction du secteur d'activité pour lequel vous demandez une certification ce programme doit être complété par les programmes de formation spécifique définis par les comités sectoriels concernés.

Dans le cadre de la labellisation COFREND des organismes de formation, la conformité des cours à ces programmes sera auditée.

2. Durée de formation

Dans le cadre d'une préparation aux examens ISO 9712, les durées de formation doivent à minima être conformes aux préconisations de la COFREND définie dans la procédure publique **CER-PR-011 - Conditions d'attribution Certification COFREND selon ISO 9712**, accessible via le site internet de la COFREND : www.cofrend.com.

De plus, la norme **ISO/TS 25107 : Essais non destructifs - Programmes de formation en END**, donne des recommandations détaillées sur les durées de formation.



3. Programme de formation magnétoscopie niveau 1

3.1. Programme général

3.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none">• Ce qui est testé• Quel est l'objectif des END• A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés• En quoi sont-ils une valeur ajoutée• Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par magnétoscopie <ul style="list-style-type: none">• Définition• Applicabilité et limites
- Terminologie

3.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode <ul style="list-style-type: none">• Circuits électriques<ul style="list-style-type: none">○ Valeurs typiques○ Unités• Circuits magnétiques<ul style="list-style-type: none">○ Valeurs typiques○ Unités• Champ magnétique<ul style="list-style-type: none">○ Champ magnétique / induction magnétique○ Cycle d'hystérésis• Création champ magnétique à partir d'un circuit électrique<ul style="list-style-type: none">○ Par passage de courant○ Par passage de flux• Comportement du champ magnétique<ul style="list-style-type: none">○ Influence de la profondeur○ Influence de la géométrie• Perturbation du champ magnétique due à une discontinuité<ul style="list-style-type: none">○ Influence de la profondeur○ Influence de l'orientation
- Propriété des matériaux <ul style="list-style-type: none">• Matériaux non-magnétique• Matériaux magnétiques• Point de Curie

3.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

- Défectologie (capacité méthode)
- Conditions d'essais
- Conditions observations <ul style="list-style-type: none"> • Visualisation • Lumière • Œil • Adaptation de la vision à l'obscurité

3.1.4. Equipements

- Equipement de magnétisation <ul style="list-style-type: none"> • Aimants permanents • Electroaimants • Spires, Solénoïdes • Câbles <ul style="list-style-type: none"> ○ Enroulements ○ Conducteur central • Bancs magnétoscopies • Passage de courant <ul style="list-style-type: none"> ○ Touches / électrodes ○ Tresses métallique
- Mesure / étalonnage <ul style="list-style-type: none"> • Témoins d'aimantation • Mesureurs de champs avec sa sonde à effet Hall • Moyens de mesure de la qualité de la liqueur • Mesure de l'éclairage • Mesure de température
- Moyens de démagnétisation
- Produits magnétoscopie <ul style="list-style-type: none"> • Produits magnétiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Liqueurs ○ Poudre sèche • Peinture de contraste
- Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Conformité LED • Filtres de Wood
- Equipements d'observation

3.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none">• Identification ou désignation de la matière /pièce• Pièce à tester• Type de fabrication• Catalogue de défaut• Etendue de l'essai
- Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none">• Conditions de surface• Préparation de surface• Documentation après essai
- Instructions <ul style="list-style-type: none">• Réalisation des essais en accord avec les instructions écrites

3.1.6. Réalisation de l'examen

- Préparation et réalisation de l'essai <ul style="list-style-type: none">• En accord avec les instructions écrites
- Paramètres <ul style="list-style-type: none">• Préparation de la pièce et influence de la qualité de la surface<ul style="list-style-type: none">○ Préparation de la surface○ Nettoyage• Utilisation des produits de contraste• Magnétisation /technique de contrôle• Relevé des indications• Classification de l'indication• Interprétation des indications• Démagnétisation• Identification et élimination des pièces testées• Nettoyage protection des composants• Enregistrement des discontinuités• Rapport d'essai

3.1.7. Evaluation des indications et notation

- Evaluation <ul style="list-style-type: none">• Qualité du contrôle (utilisation, visualisation cales de référence)• Relevé des indications<ul style="list-style-type: none">○ Dimensionnement○ Positionnement○ Lever de doute (Différenciation indications / indications fallacieuses ou inconséquentes)
- Rapport d'essai <ul style="list-style-type: none">• Informations relatives au contrôle<ul style="list-style-type: none">○ Document de référence○ Date, lieu du contrôle○ Opérateur• Paramètres / produits de contrôle



- Vérification des dates de validité des appareillages et des produits
- Conditions d'observation
- Vérification globale du procédé de contrôle
- Relevé des indications

3.1.8. Classification des indications (caractérisation)

- Seuil de notation
- Type d'indication (linéaire, cumul...)
- Classement

3.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - CIFM / CCPM / CFCM : ISO 9712
- Documentation
 - Appliquer correctement une instruction écrite
 - Renseigner un rapport d'essai
- Normes importantes
 - NF EN 1330-1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie
 - NF EN ISO 12707 : Essais non destructifs – Magnétoscopie – vocabulaire
 - NF EN ISO 9934-1 à 3 : Essais non destructifs - Magnétoscopie

3.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Fiche de données de sécurité / pictogramme
- Accessoires
 - Rayonnement UV et visible
 - Validité des produits et matériels
- Sécurité du personnel
 - EPI
 - Espaces confinés
 - Fiche de poste / fiche d'intervention
 - Risques électriques
 - Risques magnétiques

4. Programme de formation magnétoscopie niveau 2



4.1. Programme général

4.1.1. Introduction généralités

– Historique
– Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ce qui est testé</i> • <i>Quel est l'objectif des END</i> • <i>A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés</i> • <i>De quelle façon est-il une valeur ajoutée</i> • <i>Principales méthodes END</i>
– Objectif de l'essai par magnétoscopie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Définition</i> • <i>Applicabilité et limites</i>
– Terminologie

4.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

– Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bases physique visuelle</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Principe de l'absorption/émission en process fluorescent</i> ○ <i>Principe de l'absorption en process coloré</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Circuits électriques <ul style="list-style-type: none"> ○ Valeurs typiques ○ Unités • Circuits magnétiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Valeurs typiques ○ Unités • Champs magnétiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Caractérisations ○ Mesures ○ Champ magnétique (H) ○ Induction magnétique (B) • Création champ magnétique par circuit électrique <ul style="list-style-type: none"> ○ Conducteur électrique ○ Solénoïde ○ Bobine courte ○ Influence du flux d'un champ magnétique sur un milieu non magnétique ○ Continuité de champ HT ○ Continuité d'induction BN ○ Passage de flux d'un milieu magnétique à non magnétique
– Propriété des matériaux <ul style="list-style-type: none"> • Matériaux non magnétiques • Matériaux magnétiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Dont Influence de la température ○ Dont influence de l'érouissage ○ Dont influence du traitement thermique • Diamagnétique



- Paramagnétique
- Ferromagnétique
 - Principes ferromagnétiques des alliages
 - Dont résistivité électrique
 - Désignation des alliages
 - Alliages particuliers
 - Permalloy
 - Invar
 - Inconel

- Paramètres influents de la magnétoscopie
 - Influence de la géométrie de la pièce
 - Etat de surface
 - Forme...
 - Influence du défaut
 - Profondeur
 - Ouverture du défaut
 - Orientation
 - Matériaux magnétiques
 - Champ d'application
 - Point de curie
 - Courbe de première aimantation
 - Cycle d'hystérésis et points remarquables
 - Propriétés magnétiques de l'acier
 - Comportement des particules aux alentours d'un flux magnétique
 - Champ magnétique
 - Induction magnétique
 - Perméabilité magnétique relative
 - Force coercitive

4.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

- Défectologie (capacité méthode)
- Conditions d'essais
 - *Facteur humain*
 - *Ergonomie visuelle : Process coloré éclairages zones de travail, & périphériques*
 - *Process fluo : adaptation au noir et transitions zones claires / zones sombres*
- Condition observations
 - Process coloré :
 - *indice de rendu de couleur (IRC)*
 - *température de couleur*
 - Process fluorescent : rôle de l'adaptation au noir
- Sélections de la technique
- Application de la technique

4.1.4. Equipements et produits

- Moyens d'aimantations
 - Aimants permanents
 - Electro aimants à pôles articulés



<ul style="list-style-type: none"> • Solénoïde • Spire rigide • Conducteur central • Banc d'aimantation <ul style="list-style-type: none"> ○ Fixes / portables ○ Automatiques • Passage de courant <ul style="list-style-type: none"> ○ Touches ○ Pincés • Champ tournant • Générateurs + câbles souples + cadre
– Appareil de mesure et d'étalonnage <ul style="list-style-type: none"> • Mesureur de champs • Sonde à effet hall
– Démagnétisation <ul style="list-style-type: none"> • Mesureur de champ rémanent • Indicateur de champ rémanent
– Produits de magnétoscopie <ul style="list-style-type: none"> • Contrastants • Solvant pour fond blanc • Révélateur magnétique <ul style="list-style-type: none"> ○ Humide <ol style="list-style-type: none"> 1. Aqueux 2. Non aqueux ○ Sec
– Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Conformité LED • Filtres de Wood
– Appareils et moyens de mesure
– Equipements d'observation

4.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Catalogue de défaut • Etendue de l'essai
- Condition d'essai et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Normes associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END
- Critère d'acceptation



- Technique et séquence d'exécution de l'essai
 - Conditions de surface
 - Préparation de surface
 - Documentation après essai
- Instructions
 - Préparation à l'écriture d'une instruction

4.1.6. Réalisation de l'examen

- Préparation et réalisation de l'essai
 - Paramètres
 - Préparation de la pièce et influence de la qualité de la surface
 - Préparation de la surface
 - Nettoyage
 - Vérification de la rémanence
 - Aimantation
 - Type d'équipement
 - Type de courant
 - Type d'aimantation
 - Temps d'aimantation
 - Vérification des conditions d'aimantation
 - Valeurs des paramètres d'aimantation
 - Méthode simultanée / continue / par rémanence
 - Témoins d'aimantation
 - Plan de contrôle
 - Révélateur magnétique
 - Choix
 - Utilisation
 - Conditions d'éclairage
 - Observations et indications
 - Enregistrement des discontinuités
 - Interprétation des indications
 - Classification des indications
 - Lever de doute
 - Identification et élimination des pièces testées
 - Nettoyage protection des composants
 - Rapport d'essai
- Traitement des pièces (après essais)
 - Champ rémanent
 - Condition nécessitant désaimantation
 - Valeur du champ résiduel final
 - Démagnétisation
 - Principe de base
 - Méthodes de désaimantation
 - Valeur du champ pour débiter la démagnétisation
 - Fréquence
 - Influence du type de courant utilisé sur la démagnétisation

4.1.7. Evaluation des indications et notation

- Evaluation
 - Relevé des indications
 - Dimensionnement
 - Positionnement
 - Orientation
 - Différenciation indications / indications fallacieuses ou inconséquentes

4.1.8. Classification des indications (caractérisation)

- Caractérisation
 - Seuil de notation
 - Type d'indication (linéaire, non linéaire...)
 - Position
 - Orientation
 - Classement

4.1.9. Rapport

- Paramètres / produits de contrôle / appareils utilisés
- Consignation des conditions opératoires
- Vérification des dates de validité des appareillages, produits, suivi de validité des liqueurs
- Conditions d'observation
- Vérification globale du process
- Relevé des indications / Décision / Conclusion
- Autre bloc de références utilisées

4.1.10. Aspect Qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
 - Autre système de certification
- Documentation
 - Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client
 - Objet et rôle des instructions écrites
 - Traçabilité des documents
- Normes importantes
 - NF EN ISO 3059 : conditions d'observations
- Qualité du système de contrôle (vérification, qualification)
 - Test de soulèvement
 - Test de sédimentation

4.1.11. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Aspect environnement
 - Méthodes de traitement



- Fiche de données de sécurité
- Accessoires
 - Rayonnement UV et visible
 - Risques électriques
- Sécurité du personnel
 - EPI
 - Espaces confinés
 - Rappel sur respect des consignes de sécurité
 - Exposition aux ondes électromagnétiques.

4.1.12. Développement

- Installations ou techniques innovantes
 - Bleu actinique
 - Basse fréquence
- Installations automatiques, détection automatique de défauts...

5. Programme de formation magnétoscopie niveau 3

5.1. Programme général

5.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END
 - Ce qui est testé
 - Quel est l'objectif des END
 - A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés
 - De quelle façon est-il une valeur ajoutée
 - Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par magnétoscopie
 - Définition
 - Applicabilité et limites
- Terminologie

5.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode
- Bases physique visuelle
 - Principe de l'absorption/émission en process fluorescent
 - Principe de l'absorption en process coloré
 - Intensité de fluorescence, intensité de coloration
- Circuits électriques
 - Valeurs typiques
 - Unités
- Circuits magnétiques
 - Valeurs typiques



- Unités
- Champs magnétiques
 - Caractérisations
 - Mesures
 - Champ magnétique (H)
 - Induction magnétique (B)
- Création champ magnétique par circuit électrique
 - Conducteur électrique
 - Solénoïde
 - Bobine courte
 - Influence du flux d'un champ magnétique sur un milieu non magnétique
 - Continuité de champ HT
 - Continuité d'induction BN
 - Passage de flux d'un milieu magnétique à non magnétique
- Propriété des matériaux
 - Matériaux non magnétiques
 - Matériaux magnétiques
 - Dont Influence de la température
 - Dont influence de l'érouissage
 - Dont influence du traitement thermique
 - Diamagnétique
 - Paramagnétique
 - Ferromagnétique
 - Principes ferromagnétiques des alliages
 - Dont résistivité électrique
 - Dont Matériaux Ferrimagnétiques
 - Désignation des alliages
 - Alliages particuliers
 - Permalloy
 - Invar
 - Inconel
- Paramètres influents de la magnétoscopie
 - Influence de la géométrie de la pièce
 - Etat de surface
 - Forme...
 - Influence du défaut
 - Profondeur
 - Ouverture du défaut
 - Orientation
 - Matériaux magnétiques
 - Champ d'application
 - Point de curie
 - Courbe de première aimantation
 - Cycle d'hystérésis et points remarquables
 - Propriétés magnétiques de l'acier
 - Comportement des particules aux alentours d'un flux magnétique
 - Champ magnétique
 - Induction magnétique
 - Perméabilité magnétique relative
 - Force coercitive



○ Résistance électrique

- Produits réutilisés
 - Vérification des produits
 - Analyse des produits (paramètres / critères)

5.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

- Conditions d'essais
 - Facteur humain
 - Ergonomie visuelle :
 - Echelonnement des niveaux d'éclairages en fonction des zones de travail, zones adjacentes, arrière-plan
 - Process coloré éclairages zones de travail, & périphériques
 - Ratio maximums et homogénéité de l'éclairage
 - Process fluo : adaptation au noir et transitions zones claires / zones sombres
- Condition observations
 - Process coloré :
 - Indice de rendu de couleur (IRC)
 - Température de couleur
 - Modulation de l'éclairage et du temps d'adaptation selon l'âge de l'inspecteur
- Sélections de la technique
- Application de la technique
- Incertitudes métrologiques

5.1.4. Equipements

- Moyens d'aimantations
 - Aimants permanents
 - Electro aimants à pôles articulés
 - Solénoïde
 - Spire rigide
 - Conducteur central
 - Banc d'aimantation
 - Fixes / portables
 - Automatiques
 - Passage de courant
 - Touches
 - Pincettes
 - Champ tournant
- Générateurs + câbles souples + cadre
- Appareil de mesure et d'étalonnage
 - Mesureur de champs
 - Sonde à effet hall
- Démagnétisation
 - Mesureur de champ rémanent
 - Indicateur de champ rémanent
- Produits de magnétoscopie
 - Contrastants
 - Solvant pour fond blanc



<ul style="list-style-type: none"> • Révélateur magnétique <ul style="list-style-type: none"> ○ Humide <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aqueux ▪ Non aqueux ○ Sec
<ul style="list-style-type: none"> - Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement de l'œil • Adaptation de la forme des faisceaux en fonction des tailles de pièces • Process fluo <ul style="list-style-type: none"> ○ Facteur physiologique, ○ Facteur humain, ○ Rôle des couleurs violets / bleu dans la perturbation de l'accoutumance ○ Sources de violet <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualité des lampes UV ▪ Sources de bleu ▪ Qualité des lumières additionnelles blanches
<ul style="list-style-type: none"> - Appareils et moyens de mesure <ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes métrologiques ; définitions, rattachement métrologique, vulgarisation
<ul style="list-style-type: none"> - Equipements d'observation

5.1.5. Préparation de la procédure

<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Catalogue de défaut • Etendue de l'essai
<ul style="list-style-type: none"> - Condition d'essai et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Normes, exigences clients, procédures associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END • Critère d'acceptation
<ul style="list-style-type: none"> - Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface <ul style="list-style-type: none"> ○ Différentes valeurs de rugosités Ra + Rz ○ Pièces à rugosités multiples • Préparation de surface • Documentation après essai

5.1.6. Réalisation de la procédure

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

5.1.7. Evaluation des indications et notation

- Evaluation

5.1.8. Classification des indications (caractérisation)

- Classification
 - Influence de la fabrication et du matériau
 - Caractérisation

5.1.9. Rapport d'essai

- Bases de l'évaluation
- Relevé des indications
- Evaluation de la qualité des indications
- Vérification des dates de validité des appareillages, des produits...

5.1.10. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - ISO 9712
 - Autres systèmes de qualification et de certification
- Documentation
 - Format et objet d'une procédure de travail
 - Qualification des procédures END
 - Autorisation (instructions, procédures et personnel)
 - Traçabilité des documents
 - Fiabilité des mesures
 - Analyse des bains
- Normes importantes
 - Normes magnétoscopie
 - NF EN ISO 3059 : conditions d'observations
 - CEN/TR 17108 : Bonnes pratiques d'éclairage lors des contrôles par magnétoscopie et ressuage
 - Normes et publications périphériques
 - NFX 35-103 : Ergonomie – principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail
 - NF EN 12464-1 : Eclairage des lieux de travail – partie 1 : lieux de travail intérieurs
 - NF EN ISO 10012 : Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus et les équipements de mesure

5.1.11. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation, traitement des déchets et effluents
 - Systèmes classiques



<ul style="list-style-type: none"> ○ Systèmes biodégradables <ul style="list-style-type: none"> ● Fiche de sécurité ● Examen des normes applicables aux applications et produits END
<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires <ul style="list-style-type: none"> ● Rayonnement UV et visible <ul style="list-style-type: none"> ○ Danger des UV + du violet ○ Danger des LEDs blanches ● Risques électriques
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> ● EPI ● Qualité des lunettes anti-UV ● Espaces confinés (rôle des pauses) ● Utilisation des Aérosols / Toxicité des produits... ● Risques incendies

5.1.12. Développement

<ul style="list-style-type: none"> - Installations automatiques
<ul style="list-style-type: none"> - Nouvelles et techniques innovantes <ul style="list-style-type: none"> ● Bleu actinique (CEN/TR 16638)

6. Programme de formation ressuage niveau 1

6.1. Programme général

6.1.1. Introduction généralités

<ul style="list-style-type: none"> - Historique
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> ● Ce qui est testé ● Quel est l'objectif des END ● A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés ● En quoi sont-ils une valeur ajoutée ● Principales méthodes END
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif de l'essai par ressuage <ul style="list-style-type: none"> ● Définition ● Applicabilité et limites
<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie

6.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

<ul style="list-style-type: none"> - Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode <ul style="list-style-type: none"> ● Mouillabilité 	<u>Informations :</u>
---	-----------------------



<ul style="list-style-type: none"> • Viscosité • Point éclair • Ressuage • Capillarité • Tension superficielle 	L'objectif est d'aborder l'ensemble, de donner des définitions simples et des exemples concrets.
<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de ressuage <ul style="list-style-type: none"> • Types de pénétrants <ul style="list-style-type: none"> ○ Fluorescents ○ Colorés ○ Mixtes • Méthode d'élimination <ul style="list-style-type: none"> ○ Lavable à l'eau ○ Post émulsifiant ○ Eliminable par solvant • Emulsifiants • Produits pour préparation de surface • Révélateurs <ul style="list-style-type: none"> ○ Humide ○ Sec • Notion d'utilisation de famille de produits (compatibilité) 	

6.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

- Défectologie (capacité méthode)
- Conditions d'essais
- Condition observations <ul style="list-style-type: none"> • Visualisation • Lumière • Œil • Adaptation de la vision à l'obscurité • Différenciation selon les postes du processus de contrôle (lavage, examen visuel, inspection...)

6.1.4. Equipements

- Aérosols
- Bac à immersion
- Systèmes électrostatiques, lit fluidisé
- Systèmes semi automatiques
- Systèmes automatiques
- Applications
- Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Dont Conformité LED et Filtres de Wood
- Appareils et moyens de mesure
- Pièces de référence



- Equipements d'observation

6.1.5. Préparation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Catalogue de défaut • Etendue de l'essai 	<p><u>Information :</u> Principes généraux</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface • Préparation de surface • Documentation après essai 	
<ul style="list-style-type: none"> - Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des essais en accords avec les instructions écrites 	

6.1.6. Réalisation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> - Préparation et réalisation de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • En accord avec les instructions écrites 	<p><u>Information :</u> Donner les principes de réalisation du contrôle de manière générale</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Paramètres <ul style="list-style-type: none"> • Préparation de la pièce et influence de la qualité de la surface <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de la surface ○ Nettoyage • Produit utilisé <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilisation correcte ○ Sélection correcte • Conditions visuelles • Observations et indications • Enregistrement des discontinuités • Rapport d'essai • Classification des indications • Interprétation des indications • Lever de doute • Identification et élimination des pièces testées • Nettoyage protection des composants 	

6.1.7. Evaluation des indications et notation

<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation <ul style="list-style-type: none"> • Qualité du contrôle (utilisation, visualisation cales de référence) • Relevé des indications <ul style="list-style-type: none"> ○ Dimensionnement ○ Positionnement
--



- Levée de doute (Différenciation indications / indications fallacieuses ou inconséquentes)
- Utilisation des clichés de référence

- Rapport d'essai
 - Informations relatives au contrôle
 - Document de référence
 - Date, lieu du contrôle
 - Opérateur
 - Paramètres / produits de contrôle
 - Vérification des dates de validité des appareillages, produits, suivi de validité des bains
 - Utilisation
 - Cale de référence n°1
 - Cale de référence n°2
 - Conditions d'observation
 - Vérification globale du procédé de contrôle
 - Relevé des indications
 - Autre bloc de références utilisées

6.1.8. Classification des indications (caractérisation)

- Seuil de notation
- Type d'indication (linéaire, arrondie...)
- Classement

6.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - CIFM / CCPM / CFCM : ISO 9712
- Documentation
 - Appliquer correctement une instruction écrite
 - Renseigner un rapport d'essai
- Normes importantes
 - NF EN 1330-1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie
 - NF EN 3452 -1 à 6 : Essais non destructifs – Examen par ressuage
 - NF EN ISO 12706 : Contrôle par ressuage - Vocabulaire

6.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Fiche de données de sécurité / pictogramme
- Accessoires
 - Rayonnement UV et visible
 - Validité des produits et matériels
- Sécurité du personnel
 - EPI



- Espaces confinés
- Fiche de poste / fiche d'intervention

7. Programme de formation ressuage niveau 2

7.1. Programme général

7.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none">• Ce qui est testé• Quel est l'objectif des END• A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés• De quelle façon est-il une valeur ajoutée• Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par ressuage <ul style="list-style-type: none">• Définition• Applicabilité et limites
- Terminologie

7.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode <ul style="list-style-type: none">• Mouillabilité• Viscosité• Point éclair• Ressuage• Capillarité• Tension superficielle• Angle de contact• Pression de vapeur• Bases physique visuelle<ul style="list-style-type: none">○ Dont principe de l'absorption/émission en process fluorescent○ Dont principe de l'absorption en process coloré
- Systèmes de ressuage <ul style="list-style-type: none">• Types de pénétrants<ul style="list-style-type: none">○ Fluorescent○ Coloré○ Produits spéciaux<ul style="list-style-type: none">▪ Basse/haute températures▪ Thixotropiques○ Mixtes• Méthode d'élimination<ul style="list-style-type: none">○ Lavable à l'eau○ Post émulsifiant○ Eliminable par solvant



- Emulsifiants
- Produits pour préparation de surface
- Révélateurs
 - Humide
 - Non aqueux
 - Aqueux
 - Sec
- Notion d'utilisation de famille de produits (compatibilité)

7.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

- Défectologie (capacité méthode)
- Conditions d'essais <ul style="list-style-type: none"> • Etat de surface : Dont Influence de la rugosité, bruit de fond résiduel (si zéro BDF, risque de surlavage), notion de rapport signal / bruit • Facteur humain • Ergonomie visuelle : Process coloré éclairages zones de travail, & périphériques • Process fluo : adaptation au noir et transitions zones claires / zones sombres
- Condition observations <ul style="list-style-type: none"> • Process coloré : <ul style="list-style-type: none"> ○ Indice de rendu de couleur (IRC) ○ Température de couleur • Process fluorescent : rôle de l'adaptation au noir
- Sélections de la technique
- Application de la technique

7.1.4. Equipements

- Aérosols
- Bac à immersion
- Systèmes électrostatiques, lit fluidisé
- Systèmes semi automatiques
- Systèmes automatique
- Application
- Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Dont Conformité LED et Filtres de Wood
- Appareils et moyens de mesure
- Pièces de référence <ul style="list-style-type: none"> • Rôle de la photo de référence • Cales de référence n°1 et 2 <ul style="list-style-type: none"> ○ Présentation ○ Utilisation ○ Utilisation des cales en jumelles
- Equipements d'observation

7.1.5. Préparation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Catalogue de défaut • Etendue de l'essai 	<p><u>Information :</u> Principes généraux</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Condition d'essai et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Normes associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END 	
<ul style="list-style-type: none"> - Critère d'acceptation 	
<ul style="list-style-type: none"> - Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface • Préparation de surface • Documentation après essai 	
<ul style="list-style-type: none"> - Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation des essais en accords avec les instructions écrites 	

7.1.6. Réalisation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> - Préparation et réalisation de l'essai 	<p><u>Information :</u> Donner les principes de réalisation du contrôle de manière générale</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Paramètres <ul style="list-style-type: none"> • Préparation de la pièce et influence de la qualité de la surface <ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de la surface ○ Nettoyage • Produit utilisé <ul style="list-style-type: none"> ○ Utilisation correcte ○ Sélection correcte • Conditions visuelles • Observations et indications • Enregistrement des discontinuités • Rapport d'essai • Classification de l'indication • Interprétation des indications • Lever de doute • Identification et élimination des pièces testées • Nettoyage protection des composants 	

7.1.7. Evaluation des indications et notation

<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation <ul style="list-style-type: none"> • Qualité du contrôle (utilisation, visualisation cales de référence) • Relevé des indications <ul style="list-style-type: none"> ○ Dimensionnement ○ Positionnement ○ Levée de doute ○ Utilisation des clichés de référence • Différenciation indications / indications fallacieuses ou inconséquentes
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> • Informations relatives au contrôle <ul style="list-style-type: none"> ○ Document de référence ○ Date, lieu du contrôle ○ Opérateur • Paramètres / produits de contrôle • Vérification des dates de validité des appareillages, produits, suivi de validité des bains • Utilisation <ul style="list-style-type: none"> ○ Cale de référence n°1 ○ Cale de référence n°2 • Conditions d'observation • Vérification globale du procédé de contrôle • Relevé des indications • Autre bloc de références utilisées

7.1.8. Classification des indications (caractérisation)

<ul style="list-style-type: none"> - Seuil de notation - Type d'indication (linéaire, arrondie...) - Classement
--

7.1.9. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 9712 • Autre système de certification 	En fonction de chaque secteur
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client • Objet et rôle des instructions écrites • Traçabilité des documents 	
<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1330-1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie • NF EN 3452 -1 à 6 : Essais non destructifs – Examen par ressuage • NF EN ISO 12706 : Contrôle par ressuage – Vocabulaire 	



<ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 3059 : conditions d'observations 	
<ul style="list-style-type: none"> - Qualité du système de contrôle (vérification, qualification) 	

7.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

<ul style="list-style-type: none"> - Chimique <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation Traitement des déchets et effluents <ul style="list-style-type: none"> ○ Aspect environnement ○ Méthodes de traitement • Fiche de données de sécurité
<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires <ul style="list-style-type: none"> • Rayonnement UV et visible • Risques électriques
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> • EPI • Espaces confinés • Rappel sur respect des consignes de sécurité

7.1.11. Développement

<ul style="list-style-type: none"> - Installations ou techniques innovantes (bleu actinique...) 	Information : Il est bien vu pour l'ouverture d'esprit des futurs N2 d'aborder ces sujets. Mais cela n'est qu'optionnel.
<ul style="list-style-type: none"> - Installations automatiques, détection automatique de défauts... 	

8. Programme de formation ressuage niveau 3

8.1. Programme général

8.1.1. Introduction généralités

<ul style="list-style-type: none"> - Historique
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif de l'essai par ressuage <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites

- Terminologie**8.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées**

- Propriétés et caractéristiques - Bases physiques de la méthode
 - Mouillabilité
 - Viscosité
 - Point éclair
 - Ressuage
 - Capillarité
 - Tension superficielle
 - Angle de contact
 - Pression de vapeur
 - Bases physique visuelle
 - Principe de l'absorption/émission en process fluorescent
 - Principe de l'absorption en process coloré
 - Intensité de fluorescence, intensité de coloration
- Systèmes de ressuage
 - Types de pénétrants
 - Fluorescent
 - Coloré
 - Produits spéciaux
 - Basse/haute températures
 - Thixotropiques
 - Mixtes
 - Méthode d'élimination
 - Lavable à l'eau
 - Post émulsifiant
 - Eliminable par solvant
 - Emulsifiants
 - Produits pour préparation de surface
 - Révélateurs
 - Humide
 - Non aqueux
 - Aqueux
 - Hydrosolubles
 - En suspension dans l'eau
 - Sec
 - Bonnes pratiques
 - Notion d'utilisation de famille de produits (compatibilité)
 - Process
 - Produits réutilisés
 - Vérification des produits
 - Analyse des produits (paramètres / critères)

8.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées**- Conditions d'essais**

<ul style="list-style-type: none"> • Influence de la rugosité, bruit de fond résiduel (si zéro BDF, risque de surlavage), notion de rapport signal / bruit • Facteur humain • Ergonomie visuelle : <ul style="list-style-type: none"> ○ Echelonnement des niveaux d'éclairages en fonction des zones de travail, zones adjacentes, arrière-plan • Process coloré éclairages zones de travail et périphériques <ul style="list-style-type: none"> ○ Ratio maximums et homogénéité de l'éclairage • Process fluo : adaptation au noir et transitions zones claires / zones sombres
<ul style="list-style-type: none"> - Condition observations <ul style="list-style-type: none"> • Process coloré <ul style="list-style-type: none"> ○ Indice de rendu de couleur (IRC) ○ Température de couleur • Modulation de l'éclairage et du temps d'adaptation selon l'âge de l'inspecteur
<ul style="list-style-type: none"> - Sélections de la technique
<ul style="list-style-type: none"> - Application de la technique

8.1.4. Equipements

<ul style="list-style-type: none"> - Aérosols
<ul style="list-style-type: none"> - Bac à immersion
<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes électrostatiques, lit fluidisé
<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes semi automatiques
<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes automatiques
<ul style="list-style-type: none"> - Application
<ul style="list-style-type: none"> - Sources de lumière <ul style="list-style-type: none"> • Fonctionnement de l'œil • Adaptation de la forme des faisceaux en fonction des tailles de pièces • Process fluo <ul style="list-style-type: none"> ○ Facteur physiologique ○ Facteur humain ○ Rôle des couleurs violets / bleu dans la perturbation de l'accoutumance ○ Sources de violet <ul style="list-style-type: none"> ▪ Qualité des lampes UV ▪ Sources de bleu ▪ Qualité des lumières additionnelles blanches
<ul style="list-style-type: none"> - Appareils et moyens de mesure <ul style="list-style-type: none"> • Incertitudes métrologiques ; définitions, rattachement métrologique, vulgarisation
<ul style="list-style-type: none"> - Pièces de référence <ul style="list-style-type: none"> • Rôle de la photo de référence • Cales de référence n°1 et 2, <ul style="list-style-type: none"> ○ Présentation ○ Utilisation ○ Utilisation des cales en jumelles
<ul style="list-style-type: none"> - Equipements d'observation

8.1.5. Préparation de la procédure



<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Catalogue de défaut • Etendue de l'essai 	→ Part spécifique importante
<ul style="list-style-type: none"> - Condition d'essai et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Normes, exigences clients, procédures associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END • Critère d'acceptation 	
<ul style="list-style-type: none"> - Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface <ul style="list-style-type: none"> ○ Différentes valeurs de rugosités Ra + Rz ○ Pièces à rugosités multiples • Préparation de surface (dont danger du Lessiviel Silicate pour masquage défaut) • Documentation après essai 	

8.1.6. Réalisation de la procédure

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

8.1.7. Evaluation des indications et notation

<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions d'observation • Cale de référence n°1 • Cale de référence n°2 • Vérification globale du process • Relevé des indications • Autres blocs de références utilisés • Vérification des dates de validité des appareillages, produits suivis de validité des bains

8.1.8. Classification des indications (caractérisation)

<ul style="list-style-type: none"> - Influence de la fabrication et du matériau - Caractérisation



8.1.9. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • ISO 9712 • Autre système de qualification et de certification
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Format et objet d'une procédure de travail • Qualification des procédures END • Autorisation (instructions, procédures et personnel) • Traçabilité des documents • Fiabilité des mesures (dont analyse des bains)
<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • Normes ressuage <ul style="list-style-type: none"> ○ NF EN 1330-1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie ○ NF EN 3452 -1 à 6 : Essais non destructifs – Examen par ressuage ○ NF EN ISO 12706 : Contrôle par ressuage – Vocabulaire ○ NF EN ISO 3059 : conditions d'observations ○ CEN/TR 17108 : Bonnes pratiques d'éclairage lors des contrôles par magnétoscopie et ressuage • Normes et publications périphériques <ul style="list-style-type: none"> ○ NFX 35-103 : Ergonomie – principes d'ergonomie applicables à l'éclairage des lieux de travail ○ NF EN 12464-1 : Eclairage des lieux de travail – partie 1 : lieux de travail intérieurs ○ NF EN ISO 10012 : Systèmes de management de la mesure – Exigences pour les processus et les équipements de mesure ○ NF EN 62471 : Sécurité photobiologique des lampes et des appareils utilisant des lampes

8.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

<ul style="list-style-type: none"> - Chimique <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation, traitement des déchets et effluents <ul style="list-style-type: none"> ○ Systèmes classiques ○ Systèmes biodégradables • Fiche de sécurité • Examen des normes applicables aux applications et produits END
<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires <ul style="list-style-type: none"> • Rayonnement UV et visible <ul style="list-style-type: none"> ○ Danger des UV + du violet ○ Danger des LEDs blanches • Risques électriques
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> • EPI Dont : Qualité des lunettes anti-UV • Espaces confinés Dont : rôle des pauses

8.1.11. Développement

- | |
|--|
| - Installations automatiques |
| - Techniques nouvelles et innovantes
Dont : Bleu actinique (CEN/TR 16638) |

9. Programme de formation radiographie niveau 1

Légende :

- RT → Radiographie générale
- RT X → Radiographie X
- RT G → Radiographie gamma
- RT F → Radiographie film
- RT D → Radiographie Numérique

9.1. Programme général

9.1.1. Introduction généralités

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Historique - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ce qui est testé</i> • <i>Quel est l'objectif des END</i> • <i>A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés</i> • <i>De quelle façon est-il une valeur ajoutée</i> • <i>Principales méthodes END</i> - Objectif de l'essai par radiographie <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Rayonnement électromagnétique</i> • <i>Energie (des sources X et γ)</i> • <i>Dose</i> • <i>Débit de dose</i> • <i>Constante spécifique de dose</i>
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Intensité des sources X</i>
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • <i>Activité des sources radioactives</i>
RT F	
RT D	



9.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

RT	<ul style="list-style-type: none"> – Généralités <ul style="list-style-type: none"> • <i>Structure d'un atome</i> • <i>Spectre électromagnétique</i> • <i>Sources de rayonnement et leurs propriétés</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rayon X ○ Rayon gamma ○ Spectre rayon X et Gamma • Dose • Débit de dose – Interaction des rayonnements / matière <ul style="list-style-type: none"> • Mécanisme d'interaction <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Effet photoélectrique</i> ○ Effet Compton • <i>CDA (Couche de Demi-Atténuation), Couche de Déci transmission, et lois d'atténuations</i> • Durcissement des rayonnements • Filtration et collimation – <i>Méthode de détection des rayonnements</i> – <i>Qualité image et conditions de tir</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Contraste objet / contraste image</i> • <i>Flou géométrique et inhérent</i> • <i>Protection de la diffusion et rétrodiffusion</i> • <i>Dispersion</i> – <i>Conditions projection géométriques</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Effet du grossissement</i> • <i>Distance source / objet</i> – <i>Temps d'exposition</i>
RT X	<ul style="list-style-type: none"> – Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres <i>radio essentiels</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Tension ○ Intensité • Foyer
RT G	<ul style="list-style-type: none"> – Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres <i>radio essentiels</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Activité • Dimensionnement des sources
RT F	<ul style="list-style-type: none"> – Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • <i>Contraste film (granulométrie)</i> – <i>Indicateurs de qualité</i> <ul style="list-style-type: none"> • A fil, à gradins percés, à plaque
RT D	<ul style="list-style-type: none"> – Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • <i>Contraste écran (bruit)</i> • Principes de <i>compensation</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rapport signal sur bruit, SNR normalisé (SNR_N) ○ Bases de résolution spatiale, Taille de pixel – <i>Indicateurs de qualité</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>A fil, à gradins percés, à plaque,</i> • <i>Duplex à fils, à convergence de ligne</i>

9.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

RT	<ul style="list-style-type: none"> – Défectologie (capacité méthode) – Influence sur la détectabilité <ul style="list-style-type: none"> • Type, taille et orientation des défauts. • <i>Direction du faisceau</i>
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

9.1.4. Equipements et produits

RT	<ul style="list-style-type: none"> – Accessoires <ul style="list-style-type: none"> • Equipements <ul style="list-style-type: none"> ○ Marquage (marquage lumineux, lettres en plomb et bandes chiffrées) ○ Cassette ○ Ecran de blocage, collimateur, masque ○ Equipements de radioprotection
RT X	<ul style="list-style-type: none"> – Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sources standards</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Type de sources ○ Installations fixes vs. Mobile ○ Construction et fonctionnement d'un tube à rayon X • <i>Refroidissement</i> • <i>Manipulation (préchauffage)</i> • <i>Paramètres</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ kV / mA / taille des foyers
RT G	<ul style="list-style-type: none"> – Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • Container <ul style="list-style-type: none"> ○ Blindage ○ Déplacement • <i>Porte source et capsule</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Manipulation et projection ○ Collimation • <i>Sources radioactives</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'isotopes (dont Cobalt 60, Iridium 192, Sélénium 75) ○ Spectre d'émission ○ Energie ○ Activité ○ Taille des sources



	<ul style="list-style-type: none"> ○ Demi-vie ○ Constante spécifique de dose
RT F	<ul style="list-style-type: none"> – Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> • <i>Construction</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Formation de l'image latente d'origine ○ Base, émulsion, bromure d'argent, taille de grain, forme des grains • <i>Processus caractéristique des films</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Courbes caractéristiques ○ Gradient du film, contraste du film ○ Influence des paramètres de développement ○ Sensibilité et rapidité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Granulation ▪ Perceptibilité des détails • <i>Classification du système film</i> • <i>Assurance qualité avec Film Strip</i> • <i>Ecran de film</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'écrans ○ Flou inhérent ○ Effet intensifiant ○ Effet de filtre • <i>Abaques d'exposition</i> – Développement des films et conditions de chambre noire <ul style="list-style-type: none"> • Description des chambres noires (lumière inactinique) • Développement manuel vs. automatique • Bains <ul style="list-style-type: none"> ○ Différents bains ○ Suivi des bains • Processus de développement <ul style="list-style-type: none"> ○ Principes ○ Equipements, ajustements ○ Vérifications ○ Stockage des films non exposés ○ Voile de base ○ Temps d'éclaircissement
RT D	<ul style="list-style-type: none"> – Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> • Radio numérique CR <ul style="list-style-type: none"> ○ Ecran photostimulable à mémoire ○ Numérisation des écrans photostimulables à mémoire ○ Conditions d'exposition (écrans, filtres) ○ Travail avec diagrammes d'expositions ○ Manipulation • Radio numérique DR <ul style="list-style-type: none"> ○ DDA (Digital Detector Array) (Système à panneaux de détecteurs numériques) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation ○ LDA (Line Detector Array) (capteur numérique linéaire) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation • Amplificateur de brillance, Ecrans fluorescents – Acquisition de données, étalonnage du détecteur



- Logiciel et matériel d'acquisition des données
- Chargement et sauvegarde d'images digitales
 - Acquisition des images (dont images de blanc / images de noir)
 - Format des images
- Intégration d'image lors de l'acquisition

9.1.5. Préparation de l'examen

RT	- Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Etendue de l'essai
	- Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface • Préparation de surface
	- Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Réalisation d'un contrôle en accord avec une instruction écrite

9.1.6. Réalisation de l'examen

- Réalisation d'essais en rapport avec des instructions et pièces du secteur préparé.

9.1.7. Evaluation des indications et notation

RT	– Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Conditions <i>d'interprétation</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dans la salle de lecture ○ Temps d'adaptation à la pénombre ○ Temps d'attente après éblouissement ○ Mesure de densité optique – Rapport d'essais <ul style="list-style-type: none"> • Classe d'essais réalisés • Zone de recouvrement
RT X	
RT G	
RT F	– Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Négatoscope et densitomètre – Evaluation des radiogrammes <ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la qualité d'image et du radiogramme
RT D	– Traitement d'image numérique <ul style="list-style-type: none"> • Format d'image et quantification (bit, octet) • Vérifications préalables <ul style="list-style-type: none"> ○ Résolution d'image (DPI) ○ Vérification des niveaux de gris

- Opérations clés
 - Contraste
 - Luminosité
 - Correction gamma

9.1.8. Aspect qualité

RT	<ul style="list-style-type: none"> – Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 9712 – Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Appliquer correctement une instruction écrite • Renseigner un rapport d'essai – Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 5579 : Essais non destructifs - Contrôle radiographique des matériaux métalliques au moyen de film et de rayons X et gamma - Règles de base • NF EN ISO 19232-1 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 1 : détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils • NF EN ISO 19232-2 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 2 : Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à trous et à gradins • NF EN ISO 19232-3 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 3 : classes de qualité d'image • NF EN ISO 19232-4 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 4 : évaluation expérimentale des indices de qualité d'image et des tables de qualité d'image • NF EN 1330-3 : Terminologie - Essais non destructifs - Partie 3 : termes pour le contrôle
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	<ul style="list-style-type: none"> – Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 19232-5 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 5 : détermination de l'indice de flou de l'image à l'aide d'indicateurs de qualité d'image duplex à fils

9.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

RT	- Chimique
----	------------



	<ul style="list-style-type: none"> • Evacuation Traitement des déchets et effluents • Fiche de données de sécurité / pictogramme 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Radioprotection 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> • EPI • Espaces confinés • Fiche de poste / fiche d'intervention • Prise en compte des consignes de sécurité (ajout 26/03/19) 	

10. Programme de formation radiographie niveau 2

10.1. Programme général

10.1.1. Introduction généralités

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Historique - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END - Objectif de l'essai par radiographie <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Rayonnement électromagnétique • Energie et longueur d'onde (des sources X et γ) • Dose • Débit de dose • Constante spécifique de dose
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Intensité des sources X
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Activité des sources radioactives
RT F	
RT D	

10.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Structure d'un atome
----	---



	<ul style="list-style-type: none"> • Spectre électromagnétique • Sources de rayonnement et leurs propriétés <ul style="list-style-type: none"> ○ Rayon X ○ Rayon gamma ○ Neutrons ○ Spectre rayon X et Gamma • Dose • Débit de dose • Constante spécifique de dose - Interaction des rayonnements / matière <ul style="list-style-type: none"> • Mécanisme d'interaction <ul style="list-style-type: none"> ○ Effet photoélectrique ○ Effet Compton ○ Production de paires • CDA (Couche de Demi-Atténuation), Couche de Déci transmission, et lois d'atténuations • Durcissement des rayonnements • Dispersion des rayonnements et facteur d'accumulation • Filtration et collimation - Méthode de détection des rayonnements - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste objet / contraste image • Flou géométrique et inhérent • Protection de la diffusion et rétrodiffusion - Conditions projection géométriques <ul style="list-style-type: none"> • Grossissement géométrique • Effet du grossissement • Distance source / objet - Temps d'exposition
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres radio essentiels <ul style="list-style-type: none"> ○ Tension ○ Intensité • Foyer - Interaction des rayonnements / matière <ul style="list-style-type: none"> • Fluorescence des rayons X
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres radio essentiels <ul style="list-style-type: none"> ○ Activité • Dimensionnement des sources
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste film (granulométrie) • Tension rayon X maximum/optimum - Indicateurs de qualité

	<ul style="list-style-type: none"> • A fil, à gradins percés, à plaque
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste écran (bruit) • Principes de compensation <ul style="list-style-type: none"> ○ Rapport signal sur bruit, SNR normalisé (SNR_N) ○ Bases de résolution spatiale, Taille de pixel ○ Contraste vs. SNR ○ Résolution spatiale de base vs. SNR (flou local vs. SNR) - Indicateurs de qualité <ul style="list-style-type: none"> • A fil, à gradins percés, à plaque, • Duplex à fils, à convergence de ligne

10.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Défectologie (capacité méthode) - Influence sur la détectabilité <ul style="list-style-type: none"> • Type, taille et orientation des défauts. • Direction du faisceau • Augmentation de l'épaisseur de la paroi • Distorsion géométrique • Gamme d'épaisseur pour rayon X et gamma - Techniques spéciales <ul style="list-style-type: none"> • Différences entre radiographie et radioscopie • Neutronographie • Stéréoradiographie • Micro radiographie • Radiographie numérique • Parallaxe • Radiographie éclair • Tomographie
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Influence sur la détectabilité <ul style="list-style-type: none"> • Gamme d'épaisseur pour rayon X
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Influence sur la détectabilité <ul style="list-style-type: none"> • Gamme d'épaisseur pour rayon gamma
RT F	
RT D	

10.1.4. Equipements et produits

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires <ul style="list-style-type: none"> • Equipements <ul style="list-style-type: none"> ○ Marquage (Marquage lumineux, lettres en plomb et bandes chiffrées)
----	--



	<ul style="list-style-type: none"> ○ Cassette ○ Supports magnétiques ○ Ecran de blocage, collimateur, masque ○ Equipements de protection de rayonnement
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • Sources standards <ul style="list-style-type: none"> ○ Type de sources ○ Installations fixes vs. Mobile ○ Construction et fonctionnement d'un tube à rayon X ○ Unipolaire vs. Bipolaire • Tubes spécifiques • Génération de la haute tension (auto redressée, tension constante, ...) • Refroidissement • Manipulation (préchauffage) • Paramètres <ul style="list-style-type: none"> ○ kV / mA / taille des foyers (électroniques, optiques, ...) ○ Constante spécifique de dose • Mesure des paramètres (sténopé)
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • Container <ul style="list-style-type: none"> ○ Blindage ○ Déplacement • Porte source et capsule <ul style="list-style-type: none"> ○ Manipulation et projection ○ Conception spéciale (pour intra tube) ○ Collimation • Sources radioactives <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'isotopes ○ Spectre d'émission ○ Energie ○ Activité ○ Activité spécifique ○ Taille des sources ○ Demi-vie ○ Constante spécifique de dose
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> • Construction <ul style="list-style-type: none"> ○ Formation de l'image latente d'origine ○ Base, émulsion, bromure d'argent, taille de grain, forme des grains • Processus caractéristique des films <ul style="list-style-type: none"> ○ Propriété du système film ○ Courbes caractéristiques ○ Gradient du film, contraste du film

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Influence des paramètres de développement ○ Sensibilité et rapidité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Granulation ▪ Perceptibilité des détails ● Classification du système film ● Ecran de film <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'écrans ○ Flou inhérent ○ Effet intensifiant ○ Effet de filtre ● Abaques d'exposition - Développement des films et conditions de chambre noire <ul style="list-style-type: none"> ● Description des chambres noires ● Développement manuel vs. Automatique ● Bains <ul style="list-style-type: none"> ○ Différents bains ○ Suivi des bains ● Processus de développement <ul style="list-style-type: none"> ○ Principes ○ Equipements, ajustements ○ Vérifications ○ Stockage des films non exposés ○ Test de lumière inactinique dans la chambre noire ○ Voile de base ○ Temps d'éclaircissement ○ Test d'archivabilité ● Utilisation des strip film
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> ● Radio numérique CR <ul style="list-style-type: none"> ○ Ecran photo stimuable à mémoire <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction ▪ Conception ○ Numérisation des écrans photo stimulables à mémoire ○ Classification des écrans photo stimuable ○ Assurance qualité (Phantom) ○ Conditions d'exposition ○ Travail avec diagrammes d'expositions ○ Manipulation ○ Sélection du système ● Radio numérique DR <ul style="list-style-type: none"> ○ DDA (Digital Detector Array) (Système à panneaux de détecteurs numériques) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation ▪ Convertisseur indirect ▪ Convertisseur direct



	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CCD, Silicium amorph, CMOS ▪ Etalonnage des détecteurs ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Conditions d'exposition ▪ Sélection du système ○ LDA (Line detector Array) (capteur numérique linéaire) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation ▪ Champs d'application ▪ Comparaison avec DDA'S ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Conditions d'exposition et diagrammes ▪ Sélection du système • Intensifieurs, fluoroscope <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduction ○ Conception ○ Champs d'application ○ Assurance qualité (Phantom) ○ Manipulation ○ Comparaison aux DDA'S • Digitalisation des films <ul style="list-style-type: none"> ○ Présentation des scanners ○ Assurance qualité (Phantom) ○ Manipulation, archivage ○ Classification - Acquisition de données, étalonnage du détecteur <ul style="list-style-type: none"> ○ Interface A/D ○ Structure de l'ordinateur <ul style="list-style-type: none"> ▪ Processeur, mémoire, bus, disque ○ Chargement et sauvegarde d'images digitales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Format des images ○ Intégration d'image <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transport d'intégration / temps d'image ▪ Mémoire d'intégration / nombre d'image ○ Gain optimal et réglage de latitude <ul style="list-style-type: none"> ▪ Accumulation vs. Intégration
--	--

10.1.5. Préparation de l'examen

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Types de défauts recherchés • Etendue de l'essai - Condition d'essai et application des normes
----	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Normes associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END - Technique et séquence d'exécution de l'essai <ul style="list-style-type: none"> • Conditions de surface • Préparation de surface • Documentation après essai - Préparation à l'écriture d'une instruction
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

10.1.6. Réalisation de l'examen

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Pratique classique et normes d'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Sélection de la technique et du nombre de prises de vues • Interprétation des images • Evaluation des défauts • Utilisation des collections d'images de référence • Dimensionnement des défauts
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

10.1.7. Evaluation des indications et notation

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Conditions d'interprétation <ul style="list-style-type: none"> ○ Dans la salle de lecture ○ Temps d'adaptation à la pénombre ○ Temps d'attente après éblouissement ○ Mesure de densité optique - Rapport d'essais <ul style="list-style-type: none"> • Conformité par rapport aux normes d'exams • Conformément aux essais de qualité • Classe d'essais réalisés
----	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Zone de recouvrement
RT X	
RT G	
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Négatoscope et densitomètre <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduction ○ Luminance mini du négatoscope ○ Facteur d'homogénéité - Evaluation des radiogrammes <ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la qualité d'image • Défauts films
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement d'image numérique <ul style="list-style-type: none"> • Structure d'image (Bit et Bytes) • Opérations basiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Eléments d'image pixel ○ Niveau de gris • Opération ponctuelle <ul style="list-style-type: none"> ○ Contraste ○ Luminosité ○ Correction gamma ○ Histogramme ○ Look up table (LUT) • Opérations matricielles, filtres <ul style="list-style-type: none"> ○ Lissage, mise en place du SNR ○ Passe haut, pente ○ Amélioration des contours, extraction de ligne ○ Médian • Outils de mesure <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Profil de ligne ○ Mesure de longueur de défaut ○ Mesure d'aires ○ Mesure de profondeur • Correction des données brutes <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduction - Interprétation automatique d'image <ul style="list-style-type: none"> • Principe • Binarisation • Mesure des dimensions

10.1.8. Classification des indications (caractérisation)

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Classement des défauts <ul style="list-style-type: none"> • Type
----	--



	<ul style="list-style-type: none"> • Taille • Localisation • Groupement d'indications pour une surface donnée • Influence du matériau et de la fabrication
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

10.1.9. Aspect qualité

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 9712 • Autre système de certification - Facteurs physiques <ul style="list-style-type: none"> • Acuité visuelle • Adaptation avant visualisation - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client • Objet et rôle des instructions écrites • Traçabilité des documents • Vérification de l'appareillage • Fiabilité des mesures - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 5579 : Essais non destructifs - Contrôle radiographique des matériaux métalliques au moyen de film et de rayons X et gamma - Règles de base • NF EN ISO 19232-1 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 1 : détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils • NF EN ISO 19232-2 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 2 : Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à trous et à gradins • NF EN ISO 19232-3 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 3 : classes de qualité d'image • NF EN ISO 19232-4 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 4 : évaluation expérimentale des indices de qualité d'image et des tables de qualité d'image • NF EN 1330-3 : Terminologie - Essais non destructifs - Partie 3 : termes pour le contrôle
RT X	
RT G	
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes



	<ul style="list-style-type: none"> • NF EN 11699-1 : Essais non destructifs – Film pour radiographie industrielle – Partie 1 : Classification des systèmes de films pour radiographie industrielle • NF EN 11699-2 : Essais non destructifs – Film pour radiographie industrielle – Partie 2 : contrôle du traitement des films au moyen de valeurs de référence • NF EN ISO 5580 : Essais non destructifs – Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 19232-5 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 5 : détermination de l'indice de flou de l'image à l'aide d'indicateurs de qualité d'image duplex à fils

10.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Chimique <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation Traitement des déchets et effluents • Fiche de données de sécurité / pictogramme - Radioprotection - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> • EPI • Espaces confinés • Fiche de poste / fiche d'intervention • Prise en compte des consignes de sécurité
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

11. Programme de formation radiographie niveau 3

11.1. Programme général



11.1.1. Introduction généralités

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Historique - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END - Objectif de l'essai par radiographie <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Rayonnement électromagnétique • Energie et longueur d'onde (des sources X et γ) • Dose • Débit de dose • Constante spécifique de dose
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Intensité des sources X
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Terminologie <ul style="list-style-type: none"> • Activité des sources radioactives
RT F	
RT D	

11.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Structure d'un atome • Spectre électromagnétique • Sources de rayonnement et leurs propriétés <ul style="list-style-type: none"> ○ Rayon X ○ Rayon gamma ○ Neutrons ○ Spectre rayon X et Gamma • Dose • Débit de dose • Constante spécifique de dose - Interaction des rayonnements / matière <ul style="list-style-type: none"> • Mécanisme d'interaction • Effet photoélectrique • Effet Compton • Production de paires
----	--

	<ul style="list-style-type: none"> • CDA (Couche de Demi-Atténuation), Couche de Déci transmission, et lois d'atténuations • Durcissement des rayonnements • Dispersion des rayonnements et facteur d'accumulation • Filtration et collimation • Coefficient d'Atténuation linéique - Méthode de détection des rayonnements <ul style="list-style-type: none"> • Influence de la dispersion - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste objet / contraste image • Flou géométrique et inhérent • Protection de la diffusion et rétrodiffusion - Conditions projection géométriques <ul style="list-style-type: none"> • Grossissement géométrique • Effet du grossissement • Distance source / objet
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres radio essentiels <ul style="list-style-type: none"> ○ Tension ○ Intensité • Foyer - Interaction des rayonnements / matière <ul style="list-style-type: none"> • Fluorescence des rayons X
RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Généralités <ul style="list-style-type: none"> • Paramètres radio essentiels <ul style="list-style-type: none"> ○ Activité • Dimensionnement des sources
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste film (granulométrie) • Tension rayon X maximum/optimum - Indicateurs de qualité <ul style="list-style-type: none"> • A fil, à gradins percés, à plaques
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité image et conditions de tir <ul style="list-style-type: none"> • Contraste écran (bruit) • Principes de compensation <ul style="list-style-type: none"> ○ Rapport signal sur bruit, SNR normalisé (SNRN) ○ Bases de résolution spatiale, Taille de pixel ○ Contraste vs. SNR ○ Résolution spatiale de base vs. SNR (flou local vs. SNR) - Indicateurs de qualité <ul style="list-style-type: none"> • A fil, à gradins percés, à plaque, • Duplex à fils, à convergence de ligne • Bases de mesure de la résolution spatiale

- Line pair gauge (radioscopie)

11.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Influence sur la détectabilité <ul style="list-style-type: none"> • Type de défauts • Taille • Orientation • Nombre d'exposition pour couvrir l'étendue requise • Direction du faisceau • Distorsion géométrique • Augmentation de l'épaisseur de la paroi • Gamme d'épaisseur pour rayon X et gamma • Nombre d'exposition vs. Angle de distorsion (tube et pipe)
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

11.1.4. Equipements et produits

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Accessoires <ul style="list-style-type: none"> • Equipements <ul style="list-style-type: none"> ○ Marquage (Marquage lumineux, lettres en plomb et bandes chiffrées) ○ Cassette ○ Supports magnétiques ○ Ecran de blocage, collimateur, masque ○ Equipements de protection de rayonnement
RT X	<ul style="list-style-type: none"> - Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • Sources standards <ul style="list-style-type: none"> ○ Type de sources ○ Installations fixes vs. Mobile ○ Construction et fonctionnement d'un tube à rayon X ○ Unipolaire vs. Bipolaire • Tubes spécifiques • Génération de la haute tension (auto redressée, tension constante, ...) • Refroidissement • Manipulation (préchauffage) • Paramètres <ul style="list-style-type: none"> ○ kV / mA / taille des foyers (électroniques, optiques, ...) • Mesure des paramètres

RT G	<ul style="list-style-type: none"> - Sources de rayonnement <ul style="list-style-type: none"> • Porte source et capsule <ul style="list-style-type: none"> ○ Manipulation et projection ○ Conception spéciale (pour intra tube) ○ Collimation • Sources radioactives <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'isotopes ○ Spectre d'émission ○ Energie ○ Activité ○ Activité spécifique ○ Taille des sources ○ Demi-vie
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> • Construction <ul style="list-style-type: none"> ○ Information de l'image latente d'origine ○ Base, émulsion, bromure d'argent, taille de grain, forme des grains • Processus <ul style="list-style-type: none"> ○ Propriété du système film ○ Courbes caractéristiques ○ Gradient du film, contraste du film ○ Influence des paramètres de développement ○ Sensibilité et rapidité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Granulation ▪ Perceptibilité des détails • Classification du système film • Ecran de film <ul style="list-style-type: none"> ○ Types d'écrans ○ Flou inhérent ○ Effet intensifiant ○ Effet de filtre • Abaques d'exposition - Développement des films et conditions de chambre noire <ul style="list-style-type: none"> • Description des chambres noires • Développement manuel vs. Automatique • Bains <ul style="list-style-type: none"> ○ Différents bains ○ Suivi des bains • Processus de développement <ul style="list-style-type: none"> ○ Principes ○ Equipements, ajustements ○ Vérifications ○ Stockage des films non exposés ○ Test de lumière inactinique dans la chambre noire ○ Voile de base ○ Temps d'éclaircissement



	<ul style="list-style-type: none"> ○ Test d'archivabilité ● Utilisation des strip film
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Support de visualisation / lecture <ul style="list-style-type: none"> ● Radio numérique CR <ul style="list-style-type: none"> ○ Ecran photo stimuable à mémoire <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction ▪ Conception ○ Numérisation des écrans photo stimulables à mémoire ○ Classification des écrans photo stimuable ○ Assurance qualité (Phantom) ○ Conditions d'exposition ○ Travail avec diagrammes d'expositions ○ Manipulation ○ Sélection du système ● Radio numérique DR <ul style="list-style-type: none"> ○ DDA (Digital Detector Array) (Système à panneaux de détecteurs numériques) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation ▪ Convertisseur indirect ▪ Convertisseur direct ▪ CCD, Silicium amorph, CMOS ▪ Etalonnage des détecteurs ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Conditions d'exposition ▪ Sélection du système ○ LDA (Line detector Array) (capteur numérique linéaire) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception ▪ Manipulation ▪ Champs d'application ▪ Comparaison avec DDA'S ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Conditions d'exposition et diagrammes ▪ Sélection du système ● Intensifieurs, fluoroscope <ul style="list-style-type: none"> ▪ Introduction ▪ Conception ▪ Champs d'application ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Manipulation ▪ Sélection du système ▪ Comparaison aux DDA'S ● Digitalisation des films <ul style="list-style-type: none"> ▪ Conception des scanners ▪ Assurance qualité (Phantom) ▪ Manipulation, archivage

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Classification ▪ Sélection du système - Acquisition de données, étalonnage du détecteur <ul style="list-style-type: none"> • Interface A/D • Structure de l'ordinateur <ul style="list-style-type: none"> ○ Processeur, mémoire, bus, disque • Chargement et sauvegarde d'images digitales <ul style="list-style-type: none"> ○ Format des images • Intégration d'image <ul style="list-style-type: none"> ○ Transport d'intégration / temps d'image ○ Mémoire d'intégration / nombre d'image • Gain optimal et réglage de latitude <ul style="list-style-type: none"> ○ Accumulation vs. Intégration
--	--

11.1.5. Préparation de l'examen

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Information sur la pièce à contrôler <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation de la matière /pièce • Pièce à tester • Type de fabrication • Types de défauts recherchés • Etendue de l'essai - Condition d'essai et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions d'essai particulières • Application des normes • Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Normes associées à la pièce à tester • Exigences pour le personnel END - Définition des critères d'acceptation - Préparation à l'écriture d'une procédure
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

11.1.6. Evaluation des indications et notation

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> • Conditions d'interprétation
----	--



	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dans la salle de lecture ○ Temps d'adaptation à la pénombre ○ Temps d'attente après éblouissement ○ Mesure de densité optique - Rapport d'essais <ul style="list-style-type: none"> ● Conformité par rapport aux normes d'examens ● Conformément aux essais de qualité ● Classe d'essais réalisés ● Zone de recouvrement
RT X	
RT G	
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Bases de l'évaluation <ul style="list-style-type: none"> ● Négatoscope et densitomètre <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduction ○ Luminance mini du négatoscope ○ Facteur d'homogénéité - Evaluation des radiogrammes <ul style="list-style-type: none"> ● Vérification de la qualité d'image ● Défauts films
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Traitement d'image numérique <ul style="list-style-type: none"> ● Structure d'image (Bit et Bytes) ● Opérations basiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Eléments d'image pixel ○ Niveau de gris ● Opération ponctuelle <ul style="list-style-type: none"> ○ Contraste ○ Luminosité ○ Correction gamma ○ Histogramme ○ Look up table (LUT) ● Opérations matricielles, filtres <ul style="list-style-type: none"> ○ Lissage, mise en place du SNR ○ Passe haut, pente ○ Amélioration des contours, extraction de ligne ○ Médian ● Outils de mesure <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Profil de ligne ○ Mesure de longueur de défaut ○ Mesure d'aires ○ Mesure de profondeur ● Correction des données brutes <ul style="list-style-type: none"> ○ Introduction ○ Linéarisation (LUT)



	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mauvaise interpolation de pixels - Interprétation automatique d'image <ul style="list-style-type: none"> ● Principe ● Binarisation ● Mesure des dimensions
--	---

11.1.7. Classification des indications (caractérisation)

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Classement des défauts <ul style="list-style-type: none"> ● Type ● Taille ● Localisation ● Groupement d'indications pour une surface donnée ● Influence du matériau et de la fabrication
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

11.1.8. Aspect qualité

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> ● NF EN ISO 9712 ● Autre système de certification - Facteurs physiques <ul style="list-style-type: none"> ● Acuité visuelle ● Adaptation avant visualisation - Documentation <ul style="list-style-type: none"> ● Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client ● Objet et rôle des instructions écrites ● Traçabilité des documents ● Vérification de l'appareillage ● Fiabilité des mesures ● Format d'une procédure de travail - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> ● NF EN ISO 5579 : Essais non destructifs - Contrôle radiographique des matériaux métalliques au moyen de film et de rayons X et gamma - Règles de base ● NF EN ISO 19232-1 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 1 : détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils ● NF EN ISO 19232-2 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 2 : Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à trous et à gradins
----	--



	<ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 19232-3 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 3 : classes de qualité d'image • NF EN ISO 19232-4 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 4 : évaluation expérimentale des indices de qualité d'image et des tables de qualité d'image • NF EN 1330-3 : Terminologie - Essais non destructifs - Partie 3 : termes pour le contrôle
RT X	
RT G	
RT F	<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 11699-1 : Essais non destructifs – Film pour radiographie industrielle – Partie 1 : Classification des systèmes de films pour radiographie industrielle • NF EN 11699-2 : Essais non destructifs – Film pour radiographie industrielle – Partie 2 : contrôle du traitement des films au moyen de valeurs de référence • NF EN ISO 5580 : Essais non destructifs – Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle
RT D	<ul style="list-style-type: none"> - Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 19232-5 : Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 5 : détermination de l'indice de flou de l'image à l'aide d'indicateurs de qualité d'image duplex à fils

11.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

RT	<ul style="list-style-type: none"> - Chimique <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation Traitement des déchets et effluents • Fiche de données de sécurité / pictogramme - Radioprotection - Sécurité du personnel <ul style="list-style-type: none"> • EPI • Espaces confinés • Fiche de poste / fiche d'intervention • Prise en compte des consignes de sécurité
RT X	
RT G	
RT F	
RT D	

12. Programme de formation ultrasons niveau 1



12.1. Programme général

12.1.1. Introduction généralités

- Historique
<ul style="list-style-type: none"> • Objectif des END • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par ultrasons
<ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites
- Terminologie

12.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Révisions des bases mathématiques
<ul style="list-style-type: none"> • Algèbre • Trigonométrie • Logarithme
- Définition physique et paramètres typiques
<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement sinusoïdal • Amplitude • Période • Fréquence • Longueur d'onde • Vitesse • Impédance acoustique • Pression acoustique • Atténuation
- Ondes
<ul style="list-style-type: none"> • Onde longitudinale • Onde transversale • Ondes de surfaces (Rayleigh) • Ondes de plaques (Lamb)
- Transmission et réflexion
<ul style="list-style-type: none"> • Effet à l'interface (incidence normale) <ul style="list-style-type: none"> ○ Transmission ○ Réflexion • Effet à l'interface (incidence oblique) <ul style="list-style-type: none"> ○ Loi de Snell- Descartes ○ Transmission ○ Réflexion ○ Réfraction ○ Conversion de mode ○ Angles critiques



- Caractéristiques des traducteurs
 - Composant des traducteurs et influence
 - Élément Piezo
 - Effets piézo-électriques (dont effet inverse)
 - Fréquences
 - Amortissement
 - Zone morte
 - Dimensions
- Influence de la taille et fréquence du traducteur
 - Champ proche
 - Champ éloigné
 - Angle de divergence

12.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

12.1.4. Equipements et produits

- Appareils
- Fonctionnement – Fonctionnalités globales d'un appareil
 - Générateur d'impulsion
 - Réception
 - Amplification
 - Redressement
 - Connectiques
- Représentations
 - Signal HF
 - A-Scan
 - B-Scan
 - C-Scan
- Appareil dédié mesure d'épaisseur (lecture directe – A-scan – mesure sur revêtement)
- Traducteurs
 - Types de traducteur
 - Contact / immersion
 - Mono / bi éléments
 - Ondes L / Ondes T
 - Sondes pour mesure d'épaisseur
 - Droits
 - Différentes gammes
 - Caractéristiques acoustiques
 - Fiches de conformité
 - Traducteur immersion
 - Focalisation
 - A angle
 - Différentes gammes



- Caractéristiques acoustiques
- Fiches de conformité
 - Angles typiques en fonction des pièces à contrôler
 - Point d'émergence
 - Angle de réfraction
 - Variation du point d'émergence et de l'angle de réfraction à cause de l'usure du traducteur
- Emetteur récepteur séparés
 - Différentes gammes
 - Caractéristiques acoustiques
 - Fiches de conformité
 - Angle de toit

- Couplant

- Différents en fonction des pièces et de l'environnement de contrôle

- Cales d'étalonnage, bloc de référence

- Bloc n°1 (selon NF EN ISO 2400)
- Bloc n°2 (selon NF EN ISO 7963)
- Bloc de référence

12.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler

- Identification ou désignation de la matière /pièce
- Pièce à tester
- Type de fabrication
- Etendue de l'essai

- Technique et séquence d'exécution de l'essai

- Examen visuel
- Conditions de surface
- Préparation de surface
- Température de contrôle

- Instructions

- Réalisation d'un contrôle en accord avec une instruction écrite

12.1.6. Réalisation de l'examen

- Technique

- Réflexion et transmission
- Contact
- Immersion

- Vérification de l'équipement (NF EN ISO 22232-3)

- Dont vérification de la dérive

- Etalonnages (NF EN ISO 16811)

- Réglage de la plage de contrôle
- Réglage de la sensibilité (dont CAD/TCG, AVG/DGS)

- Réalisation de l'essai (application instruction)

- Paramètres mécaniques d'acquisition

- Zones de balayage
 - Recouvrement
 - Vitesse de balayage
 - Mesure
 - Correction de transfert : Gain de référence
 - Gain de recherche
 - Pour contrôle automatique : Gain de recherche ou seuils → Dans le cadre du contrôle automatique à appliquer avant la recherche
- Prescriptions après contrôle (nettoyage, identification, ...)

12.1.7. Evaluation des indications et notation

- Evaluation des indications
 - Seuils
 - Niveau d'évaluation
 - Niveau (seuil) d'enregistrement (notation)
 - Pouvoir réfléchissant : Méthode CAD, AVG
 - Perte d'écho de fond
 - Localisation
 - Dimensionnement (selon NF EN ISO 16827)
 - Dont technique -6dB
 - Caractérisation de l'indication
 - Définition du type des indications selon les référentiels
 - Cumul des indications
 - Différence entre écho de défaut et écho de géométrie
 - Rapport d'essais
 - Consignation des résultats

12.1.8. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
- Documentation
 - Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client, instructions écrites
 - Vérification de l'appareillage (périodicités)
 - Traitement des écarts
- Existence des Normes
 - NF EN ISO 22232-3 ; -1 ; -2 : Essais non destructifs – caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons
 - NF EN ISO 2400 / NF EN ISO 7963 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons – Spécifications relatives au bloc d'étalonnage n°1 / n°2
 - NF EN ISO 16810 – 16811 – 16823 – 16826 – 16827 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons
 - NF EN 1330 -1 ; -2 : Essais non destructifs – Terminologie
 - NF EN ISO 5577 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons - vocabulaire

12.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Aspect environnement
 - Méthodes de traitement
 - Fiche de données de sécurité des produits
- Sécurité du personnel
 - EPI
 - Rappel sur respect des consignes de sécurité

12.1.10. Développement

- Multiéléments
- TOFD
- Ondes guidées
- EMAT

13. Programme de formation ultrasons niveau 2

13.1. Programme général

13.1.1. Introduction généralités

- Historique
<ul style="list-style-type: none"> • Objectif des END • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par ultrasons
<ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites
- Terminologie

13.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Révisions des bases mathématiques (optionnel suivant niveau des stagiaires)
<ul style="list-style-type: none"> • Algèbre • Trigonométrie • Logarithme
- Définition physique et paramètres typiques
<ul style="list-style-type: none"> • Mouvement sinusoïdal <ul style="list-style-type: none"> ○ Amplitude ○ Période ○ Fréquence ○ Longueur d'onde ○ Vitesse • Impédance acoustique • Pression acoustique • Atténuation <ul style="list-style-type: none"> ○ Absorption ○ Diffusion ○ Atténuation géométrique (divergence)
- Ondes
<ul style="list-style-type: none"> • Onde longitudinale <ul style="list-style-type: none"> ○ Aborder les ondes planes et sphériques • Onde transversale <ul style="list-style-type: none"> ○ Aborder les ondes planes et sphériques • Ondes de surface (Rayleigh) • Ondes de plaques (Lamb) • Onde rampante
- Transmission, réflexion et diffraction
<ul style="list-style-type: none"> • Effet à l'interface (incidence normale) <ul style="list-style-type: none"> ○ Transmission

- Réflexion
- Facteur de réflexion et transmission
- Interférence (état de surface, revêtements)
- Effet à l'interface (incidence oblique)
 - Loi de Snell-Descartes
 - Transmission
 - Réflexion
 - Réfraction
 - Conversion de mode
 - Angles critiques
- Diffraction

- Caractéristiques des transducteurs
 - Composant des transducteurs et influence
 - Élément Piézo-électrique – Transducteur
 - Effets piézo-électriques (dont effet inverse)
 - Ferroélectricité
 - Magnétostriction
 - Piézo-composites
 - Fréquences
 - Amortissement
 - Bande passante
 - Zone morte
 - Influence de la taille et forme et fréquence du transducteur
 - Champ proche
 - Tâche focale
 - Champ éloigné
 - Angle de divergence et largeur du faisceau
 - Focalisation
 - Sphérique, cylindrique, surface de Fermat

13.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées. → Spécifique

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

13.1.4. Equipements et produits

- Appareils
- Fonctionnement – Fonctionnalités globale d'un appareil
 - Générateur d'impulsion
 - Récurrence
 - Réception
 - Amplification
 - Connectiques
 - Numérisation
- Représentations
 - Signal HF



- Signal redressé
- A-Scan
- B-Scan
- C-Scan
- Mesure d'épaisseur
- Systèmes automatiques et semi-automatiques
- Transducteurs
- Types de transducteur
 - Contact / immersion
 - Mono / bi éléments
 - Ondes L / Ondes T
 - Sondes pour mesure d'épaisseur
- Droits
 - Différentes gammes
 - Caractéristiques acoustiques
 - Fiches de conformité
- Transducteur immersion
 - Focalisation
- A angle
 - Différentes gammes
 - Caractéristiques acoustiques
 - Fiches de conformité
 - Angles typiques en fonction des pièces à contrôler
 - Point d'émergence
 - Angle de réfraction
 - Variation du point d'émergence et de l'angle de réfraction à cause de l'usure du transducteur
- Emetteur récepteur séparés
 - Différentes gammes
 - Caractéristiques acoustiques
 - Fiches de conformité
 - Angle de toit
 - Transducteur pour immersion
- Couplant
- Cales d'étalonnage, bloc de référence
 - Bloc n°1 (selon NF EN ISO 2400)
 - Bloc n°2 (selon NF EN ISO 7963)
 - Blocs de référence
 - Blocs spécifiques (selon NF EN ISO 16810)

13.1.5. Préparation de l'essai

- Information sur la pièce à contrôler
 - Identification ou désignation de la matière /pièce
 - Pièce à tester
 - Type de fabrication
 - Défauts recherchés et niveaux d'acceptations
 - Etendue de l'essai
- Condition d'essai et application des normes
 - Accessibilité
 - Conditions d'essai particulières
 - Application des normes



- Normes associées à la pièce à tester
 - Exigences pour le personnel END
 - Choix du traducteur
 - Choix technique d'essai selon la tâche à réaliser
- Technique et séquence d'exécution de l'essai
 - Conditions de surface
 - Préparation de surface
 - Température
 - Documentation après essai
- Instructions
 - Ecriture de l'instruction

13.1.6. Réalisation de l'examen

- Technique
 - Réflexion et transmission
 - Contact
 - Technique par immersion
- Vérification de l'équipement (NF EN ISO 22232-3)
- Etalonnage
 - Réglage de la plage de contrôle
 - Réglage de la sensibilité
 - CAD
 - AVG ou DGS
- Réalisation de l'essai (application instruction)
 - Paramètres mécaniques d'acquisition
 - Zones de balayage
 - Recouvrement
 - Vitesse de balayage
 - Pour contrôle automatique : Gain de recherche ou seuils
 - Mesure
 - Correction de transfert : Gain de référence
 - Gain de recherche
 - Prescriptions après contrôle (nettoyage, identification, ...)

13.1.7. Evaluation des indications et notation

- Evaluation des indications
- Seuils
 - Niveau d'évaluation
 - Niveau (seuil) d'enregistrement (notation)
 - Pouvoir réfléchissant : Méthode CAD, AVG
 - Perte d'écho de fond
- Localisation
- Dimensionnement (selon NF EN ISO 16827)
 - Dont technique -6dB
 - Niveau d'amplitude fixe
- Caractérisation de l'indication
 - Type des indications selon les référentiels

- Dont « Analyse de l'écho dynamique »
 - Cumul des indications
 - Différence entre écho de défaut et écho de géométrie
- Rapport d'essais
 - Consignation des résultats

13.1.8. Conformité par rapport à des critères d'acceptation

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

13.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
 - Autre système de certification
 - La certification du personnel : principe et organisation
 - Déroulement d'un examen de qualification
- Documentation
 - Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client nt
 - Objet et rôle des instructions écrites
 - Traçabilité des documents
 - Vérification de l'appareillage, équipements (périodicités – certificats de conformité)
 - Mesure – incertitude de mesure
- Normes importantes
 - NF EN ISO 22232-3 ; -1 ; -2 : Essais non destructifs – caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons
 - NF EN ISO 2400 / NF EN ISO 7963 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons – Spécifications relatives au bloc d'étalonnage n°1 / n°2
 - NF EN ISO 16810 – 16811 – 16823 – 16826 – 16827 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons
 - NF EN 1330 -1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie
 - NF EN ISO 5577 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons – vocabulaire
 - NF EN ISO 23243 : Essais non destructifs – Terminologie – Termes utilisés pour le contrôle par ultrasons en multiéléments
 - NF EN ISO 18563-1 ; -2 ; -3 : Essais non destructifs – Caractérisation et vérification de l'appareillage ultrasonore multi-éléments

13.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Aspect environnement
 - Méthodes de traitement
 - Fiche de données de sécurité
- Sécurité du personnel
 - EPI
 - Rappel sur respect des consignes de sécurité



13.1.11. Autres techniques

- PAUT
- TOFD

13.1.12. Développement

- Ondes guidées
- EMAT
- Technique par résonance

Programme de formation ultrasons niveau 3

13.2. Programme général

13.2.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END
 - Ce qui est testé
 - Quel est l'objectif des END
 - A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés
 - De quelle façon est-il une valeur ajoutée
 - Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par ultrasons
 - Définition
 - Applicabilité et limites
- Terminologie

13.2.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Définition physique et paramètres typiques
 - Pression acoustique
 - Matériaux isotrope / anisotropes
 - Atténuation
 - Absorption
 - Diffusion
 - Divergence
 - Relation entre vitesse et propriétés élastiques
- Ondes
 - Onde de surfaces (Rayleigh)
 - Onde rampante
 - Onde guidée
 - Ondes de plaques (Lamb)
- Transmission et réflexion
 - Effet à l'interface (incidence normale)

<ul style="list-style-type: none"> ○ Dispersion
<ul style="list-style-type: none"> - Production de l'onde <ul style="list-style-type: none"> ● Effet piézo-électrique ● Electrostriction ● Magnétostriction ● Génération d'onde par laser
<ul style="list-style-type: none"> - Caractéristique des transducteurs <ul style="list-style-type: none"> ● Composants des transducteurs et influence <ul style="list-style-type: none"> ○ lame quart d'onde

13.2.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

Cette partie du programme, à réaliser, est spécifique au secteur industriel préparé dans le cadre de la formation.

13.2.4. Equipements et produits

<ul style="list-style-type: none"> - Appareils <ul style="list-style-type: none"> ● Fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> ○ Analogique vs numériques <ul style="list-style-type: none"> ○ Fréquence d'échantillonnage ○ Emission <ul style="list-style-type: none"> ○ Forme ○ Temps ○ Tension ○ Réception <ul style="list-style-type: none"> ○ Gain ○ Filtres ● Systèmes automatiques et semi-automatiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Avance manuelle ○ Avance automatique ○ Incrémentation ○ Répétabilité
<ul style="list-style-type: none"> - Transducteurs <ul style="list-style-type: none"> ● Angle variable (plage dynamique) ● Transducteur pour immersion (focalisation, sphériques, cylindriques, surface de Fermat) ● Mesure de la largeur d'impulsion ● Mesures pratique des caractéristiques directionnelles du faisceau ● Sabot (retard, courbure)
<ul style="list-style-type: none"> - Câbles <ul style="list-style-type: none"> ● Longueur ● Impédance ● Blindage
<ul style="list-style-type: none"> - Bloc de référence <ul style="list-style-type: none"> ● Bloc de référence

- Résolution
 - Proche
 - Eloignée

13.2.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler
 - Identification ou désignation de la matière /pièce
 - Pièce à tester
 - Type de fabrication
 - Catalogue de défaut
 - Etendue de l'essai
- Condition d'essai et application des normes
 - Accessibilité
 - Infrastructure
 - Conditions d'essai particulières
 - Application des normes
 - Etapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé
 - Normes, codes, spécifications associées à la pièce à tester
 - Exigences pour le personnel END
- Choix des Critères d'acceptations
- Instructions
 - Préparation à l'écriture d'une procédure

13.2.6. Techniques ultrasonores

- Techniques
 - Multiéléments
 - Vérification de l'équipement (NF EN ISO 18563-3)
 - Réalisation d'un contrôle
 - TOFD
 - Réalisation du contrôle (NF EN ISO 10863)
 - Ondes guidées
- Lecture critique des procédures et instruction

13.2.7. Evaluation des indications et notation

- Interprétation
 - Normes courantes
 - Spécifications courantes
 - Codes courants
 - Evaluation (conventionnelle ou post traitement informatique)
- Représentation des signaux
 - A-Scan
 - Assemblage / reconstruction

13.2.8. Aspect Qualité

<ul style="list-style-type: none">– Qualification du personnel<ul style="list-style-type: none">• NF EN ISO 9712• Autre système de certification
<ul style="list-style-type: none">– Documentation<ul style="list-style-type: none">• Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, spécification client• Objet et rôle des instructions écrites• Traçabilité des documents• Vérification de l'appareillage• Fiabilité des mesures• Format d'une procédure de travail
<ul style="list-style-type: none">– Normes importantes<ul style="list-style-type: none">• NF EN ISO 22232-3 ; -1 ; -2 : Essais non destructifs – caractérisation et vérification de l'appareillage de contrôle par ultrasons• NF EN ISO 2400 / NF EN ISO 7963 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons – Spécifications relatives au bloc d'étalonnage n°1 / n°2• NF EN ISO 16810 – 16811 – 16823 – 16826 – 16827 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons• NF EN 1330 -1 ; -2 : Essais non destructifs - Terminologie• NF EN ISO 5577 : Essais non destructifs – contrôle par ultrasons – vocabulaire• NF EN ISO 23243 : Essais non destructifs – Terminologie – Termes utilisés pour le contrôle par ultrasons en multiéléments• NF EN ISO 18563-1 ; -2 ; -3 : Essais non destructifs – Caractérisation et vérification de l'appareillage ultrasonore multi-éléments

13.2.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

<ul style="list-style-type: none">– Chimique<ul style="list-style-type: none">• Evacuation Traitement des déchets et effluents<ul style="list-style-type: none">○ Aspect environnement○ Méthodes de traitement• Fiche de données de sécurité
<ul style="list-style-type: none">– Sécurité du personnel<ul style="list-style-type: none">• EPI• Rappel sur respect des consignes de sécurité

13.2.10. Développement informatique

<ul style="list-style-type: none">– Modélisation informatique– Simulation informatique

13.2.11. Développement

<ul style="list-style-type: none">– EMAT– Essais ultrasons couplés à l'air– Ultrasons laser



14. Programme de formation courants de Foucault niveau 1

14.1. Programme général

14.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none">• Ce qui est testé• Quel est l'objectif des END• A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés• De quelle façon est-il une valeur ajoutée• Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par courants de Foucault <ul style="list-style-type: none">• Définition• Applicabilité et limites
- Terminologie

14.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Révisions des bases mathématiques (optionnel suivant niveau des stagiaires) <ul style="list-style-type: none">• Algèbre• Trigonométrie• Logarithme
- Electricité (définition / unités) <ul style="list-style-type: none">• Courant continu<ul style="list-style-type: none">○ Courant○ Tension○ Résistance○ Conductance○ Loi d'Ohm○ Résistivité○ Conductivité<ul style="list-style-type: none">▪ Valeurs de conductivités pour quelques métaux• Courant alternatif<ul style="list-style-type: none">○ Courant sinusoïdal○ Tension○ Impédance○ Amplitude○ Fréquence○ Période○ Phase
- Magnétisme (définition / unités) <ul style="list-style-type: none">• Champ magnétique• Forces du champ magnétique• Perméabilité• Densité de flux (induction)• Flux

- Courbe d'hystérésis
- Unités
- Diamagnétisme
- Paramagnétisme
- Ferromagnétisme
- Electromagnétisme (définition / unités)
 - Champ magnétique créé par un courant électrique (fil, bobine)
 - Phénomènes d'induction électromagnétique
 - Inductance
 - Couplage électromagnétique
 - Courants induits
 - Champs secondaires
 - Loi de Lentz
 - Distribution dans les matériaux conducteurs
 - Profondeur de pénétration
 - Profondeur de pénétration standard
 - Amplitude
 - Phase
 - Conducteurs cylindriques
 - Fréquences caractéristiques
 - Impédance
- Démagnétisation

14.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

- Déflectologie (capacité méthode)
- Application des Courants de Foucault
 - Caractérisation des matériaux (mesure d'épaisseur de revêtement, tri de nuance, mesure de conductivité, ...)
 - Détection des défauts
- Capacités
 - Profondeur de pénétration
 - Matériaux conducteurs
 - Sans contact
 - Haute vitesse
 - Haute température
 - Multiéléments
 - Automatisés
- Techniques
 - Mono Fréquence
 - Multi fréquences
 - Multi paramètres

14.1.4. Equipements et produits

- Système de contrôle par Courant de Foucault
 - Appareil
 - Fonctionnement – fonctionnalités globales d'un appareil
 - Equipement mécanisé
 - Capteurs
 - Double fonction
 - Fonction séparée
 - Palpeur
 - Sondes
 - Bobine
 - Mesure
 - Absolue
 - Différentielle
- Sortie et affichage du signal
 - Rapport signal sur bruit
 - Distorsion / non linéarité
 - Filtres
- Blocs de référence
 - Matériaux

14.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler
 - Identification ou désignation de la matière /pièce
 - Pièce à tester
 - Type de fabrication
- Instructions
 - Réalisation d'un contrôle en accord avec une instruction écrite

14.1.6. Réalisation de l'examen

- Blocs de référence
 - Utilisation
- Conditions opératoires
 - Conditions environnementales
 - Conformité, vérification du fonctionnement, réglage du matériel
 - Signaux d'interférence
 - Perturbations électriques ou magnétiques
- Paramètres
 - Fréquence d'excitation
 - Fréquences auxiliaires
 - Vitesse de contrôle
 - Sortie de pièce, effet de bord
 - Vibration du capteur
 - Centrage du capteur
- Courbes d'étalonnage
- Documentation associée

- Acquisition de données
- Instruction écrite

14.1.7. Traitement des indications et notation

- Rapport
 - Rapport d'examen
- Evaluation des indications
 - Analyse simple fréquence
 - Analyse multi fréquences
 - Analyse des données

14.1.8. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
- Facteur impactant la qualité de l'essai
 - Application correcte des fiches d'instructions
- Connaissances des essais applicables et des produits
 - Vérification de l'équipement
- Normes importantes
 - NF EN 1330-1 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 1 : liste des termes généraux
 - NF EN 1330-2 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 2 : termes communs aux méthodes d'essais non destructifs
 - NF EN ISO 12718 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Vocabulaire
 - NF EN ISO 15549 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Principes généraux
 - NF EN ISO 15548-1 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 1 : caractéristiques de l'appareil et vérifications
 - NF EN ISO 15548-2 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 2 : caractéristiques des capteurs et vérifications
 - NF EN ISO 15548-3 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 3 : caractéristiques du système et vérifications
 - NF EN ISO 20339 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Caractéristiques des capteurs multiéléments et vérifications

14.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Exposition champ magnétique (Risques CEM)
- Règles de sécurité industrielle

15. Programme de formation courants de Foucault niveau 2



15.1. Programme général

15.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none">• Ce qui est testé• Quel est l'objectif des END• A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés• De quelle façon est-il une valeur ajoutée• Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par courants de Foucault <ul style="list-style-type: none">• Définition• Applicabilité et limites
- Terminologie

15.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Révisions des bases mathématiques (optionnel suivant niveau des stagiaires) <ul style="list-style-type: none">• Algèbre• Trigonométrie• Logarithme
- Electricité (définition / unités) <ul style="list-style-type: none">• Courant continu<ul style="list-style-type: none">○ Courant○ Tension○ Résistance○ Conductance○ Loi d'Ohm○ Résistivité○ Conductivité<ul style="list-style-type: none">▪ Valeurs de conductivités pour quelques métaux• Courant alternatif<ul style="list-style-type: none">○ Courant sinusoïdal○ Tension○ Impédance○ Amplitude○ Fréquence○ Période○ Phase○ Représentation vectorielle
- Magnétisme (définition / unités) <ul style="list-style-type: none">• Champ magnétique• Lignes de forces• Force du champ magnétique• Perméabilité• Densité de flux (induction)• Flux

- Courbe d'hystérésis
- Unités
- Diamagnétisme
- Paramagnétisme
- Ferromagnétisme
- Reluctance
- Electromagnétisme (définition / unités)
 - Champ magnétique créé par un courant électrique (fil, bobine)
 - Phénomènes d'induction électromagnétique
 - Inductance
 - Inductance mutuelle
 - Couplage électromagnétique
 - Courants induits
 - Champs secondaires
 - Loi de Lentz
 - Distribution dans les matériaux conducteurs
 - Onde plane
 - Profondeur de pénétration
 - Profondeur de pénétration standard
 - Amplitude
 - Phase
 - Conducteurs cylindriques
 - Fréquences caractéristiques
 - Profondeur de pénétration réelle (expérimentale)
 - Impédance
 - Représentation plan complexe
 - Diagramme d'impédance
- Techniques alternatives (notions)
 - Courants de Foucault pulsés
 - Courants de Foucault en champ lointain
- Démagnétisation

15.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

- Défectologie (capacité méthode)
- Application des Courants de Foucault
 - Caractérisation des matériaux (mesure d'épaisseur de revêtement, tri de nuance, mesure de conductivité, ...)
 - Détection des défauts
- Capacités
 - Profondeur de pénétration
 - Matériaux conducteurs
 - Sans contact
 - Haute vitesse
 - Haute température
 - Multiéléments
 - Automatisés
- Techniques
 - Mono Fréquence

- Multi fréquences
- Multi paramètres
- Courants pulsés
- Multiéléments
- Champs lointains
- Loi de similitude en surface et en conducteur enveloppant (caractérisation, fréquence limite)
- Normes et standards

15.1.4. Equipements et produits

- Système de contrôle par Courant de Foucault
 - Appareil
 - Fonctionnement – fonctionnalités globales d'un appareil
 - Equipement mécanisé
 - Capteur
 - Double fonction
 - Fonction séparée
 - Palpeur
 - Sonde
 - Bobine
 - Conception
 - Sondes multiéléments (description et principes opératoires)
 - Mesure
 - Absolue
 - Différentielle
 - Essai d'impédance
- Sortie et affichage du signal
 - Rapport signal sur bruit
 - Distorsion / non linéarité
 - Filtres
- Blocs de référence
 - Matériaux
 - Conception
 - Fabrication
 - Stockage

15.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler
 - Identification ou désignation de la matière /pièce
 - Pièce à tester
 - Type de fabrication
 - Etendue de l'essai
 - Catalogue de défauts
- Conditions d'essais
 - Accessibilité
 - Conditions d'essais particulières
 - Application des normes et standards
 - Personnels concernés par l'essai

- Critères d'acceptation
- Technique et séquence d'exécution de l'essai
 - Conditions de surface
 - Préparation de surface
 - Documentation après essais
 - Equipement à utiliser
 - Enregistrements
- Instructions
 - Préparation d'une instruction écrite

15.1.6. Réalisation de l'examen

- Blocs de référence
 - Choix
- Sélection du capteur
 - Niveau de qualité
 - Conditions métallurgiques des pièces contrôlées
 - Géométrie
 - Type de discontinuités recherchées
 - Localisation
 - Utilisation des capteurs en fonction de l'environnement
 - Stade d'examen et étendue du contrôle
- Conditions opératoires
 - Conditions d'environnement
 - Conformité, vérification, réglages du matériel
 - Signaux d'interférence
 - Perturbations électriques ou magnétique
- Paramètres
 - Fréquence d'excitation
 - Fréquences auxiliaires
 - Vitesse de contrôle
 - Sortie de pièce, effet de bord
 - Vibration du capteur
 - Centrage du capteur
- Courbes d'étalonnage
- Documentation associée
 - Acquisition de données
 - Procédure écrite
 - Instruction écrite

15.1.7. Traitement des indications et notation



- Rapport
 - Rapport d'examen
 - Niveau de renseignements
- Evaluation des indications
 - Analyse simple fréquence
 - Analyse multi fréquences
 - Analyse des données

15.1.8. Evaluation

- Critères d'acceptation par rapport à des normes, codes et procédures

15.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
- Facteur impactant la qualité de l'essai
 - Rédaction de fiches d'instructions
 - Traçabilité des documents
 - Fiabilité des mesures
- Connaissances des essais applicables et des produits
 - Sélection de la technique convenable
 - Utilisation des paramètres convenables
 - Vérification de l'équipement
- Normes importantes
 - NF EN 1330-1 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 1 : liste des termes généraux
 - NF EN 1330-2 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 2 : termes communs aux méthodes d'essais non destructifs
 - NF EN ISO 12718 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Vocabulaire
 - NF EN ISO 15549 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Principes généraux
 - NF EN ISO 15548-1 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 1 : caractéristiques de l'appareil et vérifications
 - NF EN ISO 15548-2 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 2 : caractéristiques des capteurs et vérifications
 - NF EN ISO 15548-3 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 3 : caractéristiques du système et vérifications
 - NF EN ISO 20339 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Caractéristiques des capteurs multiéléments et vérifications
 - NF EN ISO 20669 : Essais non destructifs – Contrôles par courants de Foucault pulsés de composants métalliques ferromagnétiques

15.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Exposition champ magnétique (CEM)



- Règles sécurité industrielle

16. Programme de formation courants de Foucault niveau 3

16.1. Programme général

16.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none">• Ce qui est testé• Quel est l'objectif des END• A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés• De quelle façon est-il une valeur ajoutée• Principales méthodes END
- Objectif de l'essai par courants de Foucault <ul style="list-style-type: none">• Définition• Applicabilité et limites
- Terminologie

16.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Electricité <ul style="list-style-type: none">• Courant continu<ul style="list-style-type: none">○ Courant○ Tension○ Résistance○ Conductance○ Loi d'Ohm○ Résistivité○ Conductivité<ul style="list-style-type: none">▪ Valeurs de conductivités pour quelques métaux• Courant alternatif<ul style="list-style-type: none">○ Courant sinusoïdal○ Tension○ Impédance○ Amplitude○ Fréquence○ Période○ Phase○ Représentation vectorielle• Autres courants périodiques
- Magnétisme <ul style="list-style-type: none">• Champ magnétique• Lignes de forces• Force du champ magnétique• Perméabilité• Densité de flux (induction)



- Flux
- Courbe d'hystérésis
- Unités
- Diamagnétisme
- Paramagnétisme
- Ferromagnétisme
- Reluctance
- Electromagnétisme
 - Champ magnétique créé par un courant électrique (fil, bobine)
 - Phénomènes d'induction électromagnétique
 - Inductance
 - Inductance mutuelle
 - Couplage électromagnétique
 - Courants induits
 - Champs secondaires
 - Loi de Lentz
 - Distribution dans les matériaux conducteurs
 - Onde plane
 - Profondeur de pénétration
 - Profondeur de pénétration standard
 - Amplitude
 - Phase
 - Conducteurs cylindriques
 - Fréquence caractéristique
 - Profondeur de pénétration réelle (expérimentale)
 - Impédance
 - Représentation plan complexe
 - Diagramme d'impédance
- Techniques alternatives
 - Courants de Foucault pulsés
 - Capteur de champs magnétique
 - Mesure de champ magnétique alternatif
 - Courants de Foucault en champ lointain
- Simulation
 - Calcul analytique des essais par courants de Foucault
- Démagnétisation

16.1.3. Capacités liées à la méthode et techniques dérivées

- Déflectologie (capacité méthode)
- Application des Courants de Foucault
 - Caractérisation des matériaux (mesure d'épaisseur de revêtement, tri de nuance, mesure de conductivité, ...)
 - Détection des défauts
- Capacités
 - Profondeur de pénétration
 - Matériaux conducteurs
 - Sans contact
 - Haute vitesse



- Haute température
- Multiéléments
- Automatisés
- Techniques
 - Mono fréquence
 - Multi fréquences
 - Multi paramètres
 - Courants pulsés
 - Multiéléments
 - Champs lointains
 - Loi de similitude en surface et en conducteur enveloppant (caractérisation, fréquence limite)
- Normes et standards

16.1.4. Equipements et produits

- Système de contrôle par Courant de Foucault
 - Appareil
 - Fonctionnement – fonctionnalités globales d'un appareil
 - Application spécifique
 - Courants de Foucault pulsés
 - Capteur de champs magnétique
 - Mesureur de champ
 - Equipement mécanisé
 - Capteur
 - Double fonction
 - Fonction séparée
 - Palpeur
 - Sondes
 - Bobines
 - Conception
 - Sondes multiéléments (description et principes opératoires)
 - Mesure
 - Absolue
 - Différentielle
 - Essai d'impédance
- Sortie et affichage du signal
 - Rapport signal sur bruit
 - Distorsion / non linéarité
 - Filtres
- Blocs de référence
 - Matériaux
 - Conception
 - Fabrication
 - Stockage

16.1.5. Préparation de l'examen

- Information sur la pièce à contrôler
 - Identification ou désignation de la matière /pièce



<ul style="list-style-type: none">• Pièce à tester• Type de fabrication• Etendue de l'essai• Catalogue de défauts
<ul style="list-style-type: none">- Conditions d'essais<ul style="list-style-type: none">• Accessibilité• Conditions d'environnement• Capacité de la méthode à réaliser l'essai• Signaux interférant dû à la forme et montage de la pièce• Parasites Electrique et ou magnétique• Infrastructure• Conditions d'essais particulières• Application des normes et standards• Etape de la vie du produit lorsque l'essai est réalisé• Personnels concernés par l'essai• Critères d'acceptation
<ul style="list-style-type: none">- Procédure<ul style="list-style-type: none">• Préparation à l'écriture d'une procédure• Documentation

16.1.6. Réalisation de l'examen

<ul style="list-style-type: none">- Blocs de référence<ul style="list-style-type: none">• Conception• Fabrication- Sélection du capteur<ul style="list-style-type: none">• Niveau de qualité• Conditions métallurgiques des pièces contrôlées• Géométrie• Type de discontinuités recherchées• Localisation• Utilisation des capteurs en fonction de l'environnement• Stade d'examen et étendue du contrôle- Conditions opératoires<ul style="list-style-type: none">• Conditions d'environnement• Conformité, vérification, réglages du matériel• Signaux d'interférence• Perturbations électriques ou magnétique- Paramètres<ul style="list-style-type: none">• Fréquence d'excitation• Fréquences auxiliaires• Vitesse de contrôle• Vibration du capteur• Centrage du capteur- Courbes d'étalonnage- Documentation associée<ul style="list-style-type: none">• Acquisition de données• Procédure écrite

16.1.7. Traitement des indications et notation

- Rapport
 - Rapport d'examen
 - Niveau de renseignements
- Caractérisation
 - Evaluation des indications
 - Analyse simple fréquence
 - Analyse multi fréquences
 - Analyse des données

16.1.8. Evaluation

- Critères d'acceptation par rapport à des normes, codes et procédures
- Formation des niveaux 1 et 2 sur les critères d'acceptations

16.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
- Facteur impactant la qualité de l'essai
 - Format et forme d'une procédure
 - Qualification
 - Autorisations
 - Traçabilité des documents
 - Fiabilité des mesures
- Connaissances des essais applicables et des produits
 - Sélection de la méthode d'essai
 - Vérification de l'équipement
- Normes importantes
 - NF EN 1330-1 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 1 : liste des termes généraux
 - NF EN 1330-2 : Essais non destructifs – Terminologie – Partie 2 : termes communs aux méthodes d'essais non destructifs
 - NF EN ISO 12718 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Vocabulaire
 - NF EN ISO 15549 : Essais non destructifs – Contrôle par courants de Foucault – Principes généraux
 - NF EN ISO 15548-1 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 1 : caractéristiques de l'appareil et vérifications
 - NF EN ISO 15548-2 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 2 : caractéristiques des capteurs et vérifications
 - NF EN ISO 15548-3 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Partie 3 : caractéristiques du système et vérifications
 - NF EN ISO 20339 : Essais non destructifs – Appareillage pour examen par courants de Foucault – Caractéristiques des capteurs multiéléments et vérifications
 - NF EN ISO 20669 : Essais non destructifs – Contrôles par courants de Foucault pulsés de composants métalliques ferromagnétiques

16.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Exposition champ magnétique (CEM)
- Règles sécurité industrielle

16.1.11. Développement

- Technique non inductive
 - Capteur magnéto optique
 - SQUID
 - GMR
- Imagerie
- Modélisation

17. Programme de formation étanchéité niveau 1

17.1. Programme général

17.1.1. Introduction généralités

- Historique	
- Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END 	
- Objectif de l'essai d'étanchéité <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites 	

17.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

	Informations	
- Comportement physique de la matière <ul style="list-style-type: none"> • Structure de la matière <ul style="list-style-type: none"> ○ Théorie des atomes ○ Ionisation ○ Etat de la matière ○ Structure moléculaire ○ Molécules Diatomique et monoatomique ○ Poids des molécules • Liquide-solide et vapeur liquide <ul style="list-style-type: none"> ○ Changement d'état • Lois des gaz <ul style="list-style-type: none"> ○ Mouvements browniens 	Présentation générale	

<ul style="list-style-type: none"> ○ Diagrammes P-V et P-T ○ Lois de Pascal ○ Lois de Charles ○ Lois de Boyle - Mariotte ○ Lois de Gay Lussac ○ Loi de Dalton sur la pression partielle ○ Propriété des gaz ● Pression de vapeur et ses effets dans le vide 	Aspect expérimental (diagrammes de phase) Aspects pratiques	
<ul style="list-style-type: none"> - Pression <ul style="list-style-type: none"> ● Pression comme effort sur une unité de surface ● Unités principales de pression ● Pression de vapeur ● Relation entre différentes unités de mesure ● Conditions standard et normales 		
<ul style="list-style-type: none"> - Gamme de pression dans le vide <ul style="list-style-type: none"> ● Gammes différentes 		
<ul style="list-style-type: none"> - Mesure de fuite <ul style="list-style-type: none"> ● Unités ● Relations 		
<ul style="list-style-type: none"> - Dégazage <ul style="list-style-type: none"> ● Implications pratique ● Concepts pratiques et fondamentaux ● Différents comportements des gaz ● Matériaux 		

17.1.3. Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Type d'essai de fuite <ul style="list-style-type: none"> ● Localisation de la fuite ● Mesure de la fuite ● Relevé des paramètres d'essai pour la mesure des flux de fuite 		
<ul style="list-style-type: none"> - Préparation des pièces à contrôler <ul style="list-style-type: none"> ● Nettoyage <ul style="list-style-type: none"> ○ Procédure de nettoyage et effets sur la mesure de la détection de fuite ● Objets scellés avec ou sans gaz traceur ● Objet inaccessible d'un ou de chaque coté ● Objet travaillant à une pression supérieure ou inférieure à la pression atmosphérique 		
Méthodes sans gaz traceur		

<ul style="list-style-type: none"> - Spécification et capacité de la méthode par émission de bulle (test à la bulle) et principes physiques impliqués <ul style="list-style-type: none"> • Principe de méthode par émission de bulle • Technique par immersion • Technique par application liquide - Méthode par changement de pression <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques et de travail <ul style="list-style-type: none"> ○ Essai de pression ○ Essai sous vide • Principe de détection par la méthode de changement de pression <ul style="list-style-type: none"> ○ Technique par abaissement de pression ○ Technique par augmentation de pression ○ Technique par changement de pression dans un volume auxiliaire (cloche) ○ Technique de mesure de débit à pression constante 		
<p>Méthodes avec gaz traceur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Méthode par gaz traceur <ul style="list-style-type: none"> • Principe de détection • Hélium comme exemple de gaz traceur • Détecteur de gaz traceur • Ecoulement des gaz traceurs dans les objets (technique de groupe A – méthode sous vide) • Ecoulement des gaz traceurs en dehors des objets (technique de groupe B – Méthode sous pression) - Principe physique ou chimique de fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> • Principe de détection pour les méthodes sous vide (technique de groupe A) <ul style="list-style-type: none"> ○ Technique pour localisation des fuites <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aspersion d’Hélium ▪ Sous poche locale ▪ Sous cloche ○ Techniques globales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthode globale sous vide ▪ Sous cloche ▪ Méthode globale inverse • Principe de détection pour les méthodes sous pression (technique de groupe B) <ul style="list-style-type: none"> ○ Technique pour localisation des fuites <ul style="list-style-type: none"> ▪ Détection chimique avec ammoniac ▪ Boite à vide utilisant des gaz traceurs interne (hélium et ammoniac) ▪ Contrôle par reniflage ▪ Test à la bulle moussant 	<p>Mise en œuvre</p>	

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contrôle à la boîte à vide avec produit moussant ▪ Reniflage par accumulation ▪ Sous cloche ○ Techniques globales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Test à la bulle par immersion ▪ Reniflage et accumulation - global ▪ Ressuage hélium ▪ Technique par chambre à vide ▪ Sous cloche ▪ Variation de pression 		
<ul style="list-style-type: none"> - Méthode de test <ul style="list-style-type: none"> • Principes fondamentaux de chaque méthode 		

17.1.4. Equipements

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Jauges (manomètres) à vide <ul style="list-style-type: none"> • Choix des manomètres en fonction de la pression • Manomètres à pression totale et relative • Manomètres absolus et différentiels • Manomètres pour le vide primaire et secondaire 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres mécaniques <ul style="list-style-type: none"> • Type bourdon <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe et domaine d'utilisation ○ Influence de l'atmosphère • Type diaphragme • Manomètres capacitifs et piézoélectrique • Précision des différents capteurs 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres tubes en U <ul style="list-style-type: none"> • Principe et domaine d'utilisation 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres Pirani et thermocouple <ul style="list-style-type: none"> • Principe et domaine d'utilisation • Mesure relative au gaz mesuré <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage spécifique au gaz 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres à ionisation <ul style="list-style-type: none"> • Cathode froide <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe et domaine d'utilisation ○ Mesure relative au gaz mesuré ○ Etalonnage spécifique au gaz • Cathode chaude <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe et domaine d'utilisation ○ Mesure relative au gaz mesuré ○ Etalonnage spécifique au gaz 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompes à vide <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués 		

<ul style="list-style-type: none"> • Types de pompes selon les niveaux de vide 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompes à palettes et à piston <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués • Performance (débit et pression limite) • Lest d'air 		
<ul style="list-style-type: none"> - Dépresseur Roots <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompe à diffusion <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompe turbo moléculaire <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués • Performance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompes Cryogéniques <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques impliqués • Performance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Vannes <ul style="list-style-type: none"> • Types de vannes utilisées en détection de fuite • Montage • Choix de la vanne en fonction de l'essai • Performance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pièces de raccordement <ul style="list-style-type: none"> • Critères d'assemblages • Choix en fonction de la méthode de contrôle • Influence du diamètre et de la longueur des pièces de raccordement 		
<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux <ul style="list-style-type: none"> • Verre • Huile de pompe • Graisse à vide 	Présentation problématique du dégazage du matériau	
<ul style="list-style-type: none"> - Gaz utilisés <ul style="list-style-type: none"> • Nature de gaz • Conditionnement • Détendeur / débit-litres • Soupapes de sécurité 		
<ul style="list-style-type: none"> - Spectromètre de masse <ul style="list-style-type: none"> • Principe fondamental, principe de fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> ○ Déflexion magnétique et sélection quadripolaire ○ Flux direct et contre flux ○ Accessoires : Systèmes de pompage, électronique, cellules, jauges à vides... ○ Fuites de références, fuites calibrées ○ Concentration d'hélium • Principes physiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Sélection en fonction du rapport q/m ○ Spectre de masse 	Principe Mesure	

<ul style="list-style-type: none"> ○ Déflexion magnétique ○ Sélection Quadripolaire ○ Applications pour contrôle d'étanchéité ○ Etalonnage 	Explication du principe	
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteur halogène <ul style="list-style-type: none"> ● Principe fondamental, principe physique ● Equipements ● Détecteurs halogène <ul style="list-style-type: none"> ○ Diode de platine ○ Détecteur à capture d'électrons ● Vitesse et distance de reniflage ● Bruit de fond ● Etalonnage des détecteurs de fuite halogènes 		
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteurs à conductibilité thermique (Catharomètre) <ul style="list-style-type: none"> ● Principe fondamental, principe physique 		

17.1.5. Informations préalables à l'essai (préparation documentation (instructions/Procédures))

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Information à propos de l'objet testé <ul style="list-style-type: none"> ● Indentification ou désignation de l'installation à contrôler ● Objet à tester ● Type de fabrication et tenue mécanique ● Critères d'acceptation ● Etendue du contrôle 	A titre indicatif	
<ul style="list-style-type: none"> - Instructions <ul style="list-style-type: none"> ● Réalisation du contrôle selon les instructions écrites 		

17.1.6. Essais

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Essai à la bulle <ul style="list-style-type: none"> ● Prescriptions générales <ul style="list-style-type: none"> ○ Gaz ○ Pressions limites ○ Nettoyage ● Fluides d'essais <ul style="list-style-type: none"> ○ Fluides d'essai pour technique par immersion (préparation et utilisation) ○ Fluides d'essai pour technique par application de liquide (préparation et utilisation) ● Eclairage 		
<ul style="list-style-type: none"> - Test à la bulle - Technique par immersion <ul style="list-style-type: none"> ● Principes physiques mis en œuvre 		

<ul style="list-style-type: none"> • Pressurisation de la pièce à contrôler • Technique pour créer une pression différentielle • Technique de la boîte à dépression 		
<ul style="list-style-type: none"> - Test à la bulle - Technique par application de liquide <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques mis en œuvre • Pressurisation de la pièce à contrôler 		
<ul style="list-style-type: none"> - Test à la bulle - Technique de la boîte à dépression pour les pièces non pressurisables (tôles ou pièces ouvertes) 		
<ul style="list-style-type: none"> - Méthode par variation de pression <ul style="list-style-type: none"> • Prescriptions générales • Réalisation du contrôle 		
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par perte de pression <ul style="list-style-type: none"> • Capteur de température et de pression • Montage du système • Effet pendant l'essai <ul style="list-style-type: none"> ○ Des changements de températures ○ De l'hygrométrie (pression de vapeur d'eau) ○ Des changements de pression atmosphérique 		
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par remontée de pression <ul style="list-style-type: none"> • Fuite virtuelle <ul style="list-style-type: none"> ○ Causes • Montage du système 		
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression – Technique par changement de pression dans un volume <ul style="list-style-type: none"> • Préconisations générales 		
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par mesure de débit – volume à pression constante <ul style="list-style-type: none"> • Préconisations générales 		
<ul style="list-style-type: none"> - Technique par gaz traceur <ul style="list-style-type: none"> • Méthode par gaz traceur • Critères de sélection de la technique pour plusieurs applications 	Présentation des différents types	
<ul style="list-style-type: none"> - Techniques sous vide – Gaz traceur rentrant dans la pièce <ul style="list-style-type: none"> • Toutes techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Préconisations générales ○ Montage initial et mode opératoire ○ Préparation de la surface de la pièce • Techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Globale et partielle ○ Méthode de localisation ○ Méthode à la ventouse ○ Méthode globale inverse ○ Ressuage hélium 		
<ul style="list-style-type: none"> - Techniques sous pression – Gaz traceur sortant de la pièce <ul style="list-style-type: none"> • Toutes techniques 		

<ul style="list-style-type: none"> ○ Préconisations générales ○ Montage initial et mode opératoire ○ Préparation de la surface de la pièce • Techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Reniflage direct (localisation) ○ Reniflage par accumulation (quantification) 		
<ul style="list-style-type: none"> - Technique par détection chimique par ammoniac <ul style="list-style-type: none"> • Principes physiques • Préconisations générales • Montage initial et mode opératoire • Préparation de la surface de la pièce • Révélateurs <ul style="list-style-type: none"> ○ Types ○ Application des révélateurs • Nettoyage après essai <ul style="list-style-type: none"> ○ Evacuation ○ Mise en conformité • Techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Pressurisation globale ○ Cloche ○ Ressuage ammoniac 		

17.1.7. Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> • Contenu du rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> ○ Matériel ○ Paramètres d'essais à relever 	Remplissage du rapport	

17.1.8. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • CIFM : ISO 9712 	
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Application rigoureuse des instructions écrite 	
<ul style="list-style-type: none"> - Normes <ul style="list-style-type: none"> • Normes générales <ul style="list-style-type: none"> ○ EN 1330-1 : vocabulaire ○ EN 1779 : choix des méthodes et techniques de contrôle ○ EN 1593 : essai gaz pression ○ EN 13184 : Essai mesure variation de pression ○ NF EN ISO 20485 : méthode gaz traceur • Normes spécifiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Normes concernant le matériel de mesure et de contrôle ○ Normes concernant les produits contrôlés 	



17.1.9. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du Personnel <ul style="list-style-type: none"> • Risque pression • Risque d'anoxie • Risque gaz Ammoniac • Risque gaz Halogène • Risque tenue mécanique <ul style="list-style-type: none"> ○ Dont épreuve de résistance • EPI utilisés pour se protéger du risque • FDS 	Connaissances générales	
<ul style="list-style-type: none"> - Environnement <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation et traitement des gaz traceur 	Connaissances générales	

18. Programme de formation étanchéité Niveau 2

18.1. Programme général

18.1.1. Introduction généralités

<ul style="list-style-type: none"> - Historique 	
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END 	
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif de l'essai d'étanchéité <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites 	

18.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Comportement physique de la matière <ul style="list-style-type: none"> • Structure de la matière <ul style="list-style-type: none"> ○ Théorie des atomes ○ Ionisation ○ Etat de la matière ○ Structure moléculaire ○ Molécules Diatomique et monoatomique 	Application des lois	



<ul style="list-style-type: none"> ○ Poids des molécules ● Liquide-solide et vapeur liquide <ul style="list-style-type: none"> ○ Changement d'état ● Lois des gaz <ul style="list-style-type: none"> ○ Mouvements browniens ○ Diagrammes P-V et P-T ○ Lois de Pascal ○ Lois de Charles ○ Lois de Boyle -Mariotte ○ Lois de Gay Lussac ○ Loi de Dalton sur la pression partielle ○ Loi d'Hagen Poiseuille ○ Equation des gaz parfaits et ses applications pour le calcul de fuite ○ Libre parcours moyen (définition et application) ○ Propriété des gaz ● Théorie cinétique des gaz (fondamental) <ul style="list-style-type: none"> ○ Loi d'Avogadro ○ Mélange et concentration des gaz ○ Vitesse des gaz, densité et viscosité ● Gaz parfait et gaz réel ● Pression de vapeur et ses effets dans le vide 	Aspect expérimental (diagrammes de phase) Aspects pratiques			
<ul style="list-style-type: none"> - Pression <ul style="list-style-type: none"> ● Pression comme effort sur une unité de surface ● Unités principales de pression ● Pression de vapeur ● Relation entre différentes unités de mesure ● Conditions standard et normales ● Définition de pression à partir de la théorie cinétique des gaz ● Relation entre libre parcours moyen et pression. 				
<ul style="list-style-type: none"> - Loi des gaz parfaits <ul style="list-style-type: none"> ● Les équations et leurs utilisations pour le calcul des fuites 				
<ul style="list-style-type: none"> - Gamme de pression dans le vide <ul style="list-style-type: none"> ● Gammes différentes ● Relations entre le libre parcours moyen et le domaine du vide 				
<ul style="list-style-type: none"> - Ecoulement dans le vide <ul style="list-style-type: none"> ● Définition ● Fuite équivalant à un écoulement ● Paramètre des écoulements <ul style="list-style-type: none"> ○ Relations entre le libre parcours moyen et l'écoulement ○ Ecoulement visqueux ○ Ecoulement moléculaire 				

<ul style="list-style-type: none"> ○ Ecoulement intermédiaire ○ Théorie des écoulements et de la vitesse ○ Facteurs affectant les écoulements des gaz ○ Influence viscosité sur taux de fuite ○ Nombre de Reynolds versus nombre de Knudsen ○ Perméation 		
<ul style="list-style-type: none"> - Mesure de fuite <ul style="list-style-type: none"> • Unités • Relations 		
<ul style="list-style-type: none"> - Conductance dans le vide <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Calcul de conductance <ul style="list-style-type: none"> ○ Nomographe ou formules simplifiées • Ecoulement et conductance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Dégazage <ul style="list-style-type: none"> • Implications pratique • Concepts pratiques et fondamentaux • Différents comportements des gaz • Matériaux 		
<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de pompage <ul style="list-style-type: none"> • Définition et signification • Calcul de vitesse de pompage 		
<ul style="list-style-type: none"> - Fuite virtuelle (dégazage sur un défaut fabrication) et réelle <ul style="list-style-type: none"> • Concept • Différence • Source d'écoulement réel et virtuel vs. Temps 		

18.1.3. Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Type d'essai de fuite <ul style="list-style-type: none"> • Vérification de la bonne réalisation de l'essai • Spécificité de la technique (Choix de la méthode) <ul style="list-style-type: none"> ○ En fonction de l'installation à tester ○ De ce qui est recherché ○ De la précision demandée • Sensibilité 		
<p>Méthodes sans gaz traceur</p> <ul style="list-style-type: none"> - Spécification et capacité de la méthode par émission de bulle (test à la bulle) et principes physiques impliqués <ul style="list-style-type: none"> • Principe de méthode par émission de bulle • Technique par immersion • Technique par application liquide - Méthode par changement de pression 		

<ul style="list-style-type: none"> • Différence entre l'essai de pression et l'essai sous vide en considérant la loi des gaz parfait (influence de la température) 		
-		
Méthodes avec gaz traceur <ul style="list-style-type: none"> - Principe physique ou chimique de fonctionnement • Principe de détection pour les méthodes sous vide (technique de groupe A) <ul style="list-style-type: none"> ○ Techniques globales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesure de flux de fuite (formules de calcul) • Principe de détection pour les méthodes sous pression (technique de groupe B) <ul style="list-style-type: none"> ○ Techniques globales <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mesure de flux de fuite (formules de calcul) 	Quantifier, interpréter, choix	
<ul style="list-style-type: none"> - Méthode de test • Critères de choix de la méthode 		

18.1.4. Equipements

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Jauges (manomètres) à vide • Principes physiques de fonctionnement des différents manomètres 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres mécaniques • Type diaphragme <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe et domaine d'utilisation ○ Influence de l'atmosphère • Manomètres capacitifs et piézoélectrique <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe et domaine d'utilisation ○ Influence de l'atmosphère 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres Pirani et thermocouple • Principe de fonctionnement 		
<ul style="list-style-type: none"> - Manomètres à ionisation • Cathode froide <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe de fonctionnement • Cathode chaude <ul style="list-style-type: none"> ○ Principe de fonctionnement 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompes à vide • Critères de choix des pompes à vides <ul style="list-style-type: none"> ○ Débit des pompes ○ Pressions limites ○ Domaine d'utilisation ○ Pression de refoulement 		

<ul style="list-style-type: none"> - Pompes à palettes et à piston <ul style="list-style-type: none"> • Calcul du temps de pompage pour différents volumes <ul style="list-style-type: none"> ○ Influence de la conductance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Dépresseur Roots <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement et montage • Calcul du temps de pompage pour différents volumes <ul style="list-style-type: none"> ○ Influence de la conductance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompe à diffusion <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement et montage selon l'application • Dimensionnement de la pompe primaire 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pompe turbo moléculaire <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement et montage selon l'application • Dimensionnement de la pompe primaire 		
<ul style="list-style-type: none"> - Pièces de raccordement <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement (calcul des longueurs et diamètres) 		
<ul style="list-style-type: none"> - Matériaux <ul style="list-style-type: none"> • Choix en fonction du niveau de vide et de la méthode de contrôle <ul style="list-style-type: none"> ○ Joints Métalliques ○ Joints caoutchoucs <ul style="list-style-type: none"> ▪ Différents types d'élastomères ▪ Critères de choix ○ Verre ○ Huile de pompe ○ Graisse à vide 		
<ul style="list-style-type: none"> - Spectromètre de masse <ul style="list-style-type: none"> • Principe fondamental, principe de fonctionnement <ul style="list-style-type: none"> ○ Fuites de références, fuites calibrées ○ Concentration d'hélium • Principes physiques <ul style="list-style-type: none"> ○ Sélection en fonction du rapport q/m ○ Spectre de masse ○ Déflexion magnétique ○ Sélection Quadripolaire ○ Applications pour contrôle d'étanchéité • Sensibilité des différentes techniques • Etalonnage • Calcul des flux de fuite et concentration d'hélium • Spectrométrie de masse <ul style="list-style-type: none"> ○ Aspect qualitatif ○ Aspect quantitatif 	Choix Calcul	
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteur halogène <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité de la technique • Critères de sélection pour différentes applications • Propriété des gaz traceurs réfrigérants <ul style="list-style-type: none"> ○ Composition chimique 		

<ul style="list-style-type: none"> ○ Masse molaire ○ Pression de vapeur saturante ● Etalonnage des détecteurs de fuite halogènes ● Pourcentage d'halogène dans un mélange ● Evaluation de la sensibilité du test 		
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteurs à conductibilité thermique (Catharomètre) <ul style="list-style-type: none"> ● Principe fondamental, principe physique ● Sensibilité du détecteur 		

18.1.5. Informations préalables à l'essai (préparation documentation (Instructions/Procédures))

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Information à propos de l'objet testé <ul style="list-style-type: none"> ● Indentification ou désignation de l'installation à contrôler ● Objet à tester ● Type de fabrication et tenue mécanique ● Critères d'acceptation ● Etendue du contrôle 	Nécessaire pour choisir la technique de contrôle	
<ul style="list-style-type: none"> - Conditions d'essais et application des normes <ul style="list-style-type: none"> ● Accessibilité de la pièce à contrôler ● Environnement de la pièce ● Conditions d'essais particuliers ● Application des normes <ul style="list-style-type: none"> ○ Normes liées à la méthode ○ Normes liées à l'objet ● Personnel requis pour l'essai ● Critères d'acceptations <ul style="list-style-type: none"> ○ Application des critères 		
<ul style="list-style-type: none"> - Critères de performance de l'essai <ul style="list-style-type: none"> ● Etat de surface ● Préparation des surfaces ● Documentation après essais 		
<ul style="list-style-type: none"> - Instructions <ul style="list-style-type: none"> ● Préparation des instructions écrites ● Préparation des procédures 		

18.1.6. Essais

<ul style="list-style-type: none"> - Essai à la bulle <ul style="list-style-type: none"> ● Fluides d'essais <ul style="list-style-type: none"> ○ Choix du gaz en fonction des propriétés physiques ● Choix des techniques pour différentes applications <ul style="list-style-type: none"> ○ Objets à contrôler ○ Type de contrôle (global ou ponctuel) ○ Evaluation quantitative de la fuite 	
---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Conditions de température et pression atmosphérique 	
<ul style="list-style-type: none"> - Méthode par variation de pression <ul style="list-style-type: none"> • Choix méthode 	
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par perte de pression <ul style="list-style-type: none"> • Définition du montage du système • Précision de l'équipement <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage de la jauge de pression ○ Précision du calcul du flux de fuite • Choix des conditions d'essais (pression / température) • Effet pendant l'essai <ul style="list-style-type: none"> ○ Des changements de températures ○ De l'hygrométrie (pression de vapeur d'eau) ○ Des changements de pression atmosphérique • Calcul des flux de fuite <ul style="list-style-type: none"> ○ Méthode avec volume de référence et capteurs différentiels ○ Avec correction lié à la température et la pression 	
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par remontée de pression <ul style="list-style-type: none"> • Fuite virtuelle <ul style="list-style-type: none"> ○ Relation entre temps et pression ○ Evaluation • Etalonnage • Calcul des flux de fuite par la loi des gaz parfaits • Choix des jauges à vide • Choix du système • Précision du calcul 	
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression – Technique par changement de pression dans un volume <ul style="list-style-type: none"> • Etalonnage • Flux d'air dans l'objet • Flux d'air en dehors de l'objet • Choix des manomètres • Calcul du flux de fuite • Précision du calcul 	
<ul style="list-style-type: none"> - Variation de pression - Technique par mesure de débit – volume à pression constante <ul style="list-style-type: none"> • Etalonnage • Flux d'air dans l'objet • Flux d'air en dehors de l'objet • Choix des manomètres • Calcul du flux de fuite • Précision du calcul 	
<ul style="list-style-type: none"> - Technique par gaz traceur <ul style="list-style-type: none"> • Calcul des flux de fuite • Choix du gaz traceur et détecteur approprié • Critères de sélection de la technique pour plusieurs applications 	
<ul style="list-style-type: none"> - Techniques sous vide – Gaz traceur rentrant dans la pièce <ul style="list-style-type: none"> • Toutes techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Sensibilité de l'essai 	

<ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Calcul des flux de fuite 	
<ul style="list-style-type: none"> - Techniques sous pression – Gaz traceur sortant de la pièce <ul style="list-style-type: none"> • Toutes techniques <ul style="list-style-type: none"> ○ Sensibilité de l'essai ○ Etalonnage ○ Calcul des flux de fuite 	
<ul style="list-style-type: none"> - Technique par détection chimique par ammoniac <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité de l'essai (pour les différentes techniques) • Etalonnage • Calcul des flux de fuite 	

18.1.7. Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle

	Informations
<ul style="list-style-type: none"> - Rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> • Rédaction et contenu du rapport d'essai <ul style="list-style-type: none"> ○ Résultats ○ Conformité 	Analyse, structure le PV
<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des résultats et évaluation en fonction des critères d'acceptations et des procédures appliquées 	
<ul style="list-style-type: none"> - Référence aux procédures de contrôles et normes utilisées 	
<ul style="list-style-type: none"> - Présentation document en rapport à une demande (cahier des charges, spécification client...) <ul style="list-style-type: none"> • Instruction 	Rédaction des documents lors de la partie « essais »

18.1.8. Evaluation et définition des critères de conformité

<ul style="list-style-type: none"> - Analyse selon des méthodes et techniques alternatives 	
---	--

18.1.9. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> - Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • CIFM : ISO 9712 	
<ul style="list-style-type: none"> - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Objet et rôle des instructions écrites • Traçabilité des documents • Fiabilité des mesures 	
<ul style="list-style-type: none"> - Normes <ul style="list-style-type: none"> • Normes générales <ul style="list-style-type: none"> ○ EN 1330-1 : vocabulaire ○ EN 1779 : choix des méthodes et techniques de contrôle ○ EN 1593 : essai gaz pression ○ EN 13184 : Essai mesure variation de pression ○ NF EN ISO 20485 : méthode gaz traceur • Normes spécifiques 	



- Normes concernant le matériel de mesure et de contrôle
- Normes concernant les produits contrôlés

18.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Sécurité du Personnel <ul style="list-style-type: none"> • Risque pression • Risque d'anoxie • Risque gaz Ammoniac • Risque gaz Halogène • Risque tenue mécanique <ul style="list-style-type: none"> ○ Dont épreuve de résistance • EPI utilisés pour se protéger du risque • FDS 	Analyse des risques	
<ul style="list-style-type: none"> - Environnement <ul style="list-style-type: none"> • Evacuation et traitement des gaz traceur 	Mise en œuvre	

19. Programme de formation étanchéité Niveau 3

19.1. Programme général

19.1.1. Introduction généralités

<ul style="list-style-type: none"> - Historique 	
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • Ce qui est testé • Quel est l'objectif des END • A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés • De quelle façon est-il une valeur ajoutée • Principales méthodes END 	
<ul style="list-style-type: none"> - Objectif de l'essai d'étanchéité <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Applicabilité et limites 	

19.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Comportement physique de la matière <ul style="list-style-type: none"> • Structure de la matière • Liquide-solide et vapeur liquide • Lois des gaz • Théorie cinétique des gaz • Gaz parfait et gaz réel • Pression de vapeur et ses effets dans le vide 	Rappels généraux	
<ul style="list-style-type: none"> - Pression 		



<ul style="list-style-type: none"> • Pression comme effort sur une unité de surface • Unités principales de pression • Pression de vapeur • Relation entre différentes unités de mesure • Conditions standards et normales • Définition de pression à partir de la théorie cinétique des gaz • Relation entre libre parcours moyen et pression. 		
<ul style="list-style-type: none"> - Loi des gaz parfaits <ul style="list-style-type: none"> • Les équations et leurs utilisations pour le calcul des fuites 		
<ul style="list-style-type: none"> - Gamme de pression dans le vide <ul style="list-style-type: none"> • Gammes différentes • Relations entre le libre parcours moyen et le domaine du vide 		
<ul style="list-style-type: none"> - Ecoulement dans le vide <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Fuite équivalant à un écoulement • Paramètre des écoulements <ul style="list-style-type: none"> ○ Géométrie des capillaires de fuite ○ Capillaire de fuite 		
<ul style="list-style-type: none"> - Mesure de fuite <ul style="list-style-type: none"> • Unités • Relations 		
<ul style="list-style-type: none"> - Conductance dans le vide <ul style="list-style-type: none"> • Définition • Calcul de conductance <ul style="list-style-type: none"> ○ Nomographe ou formules simplifiées • Ecoulement et conductance 		
<ul style="list-style-type: none"> - Dégazage <ul style="list-style-type: none"> • Implications pratique • Concepts pratiques et fondamentaux • Différents comportements des gaz • Matériaux 		
<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de pompage <ul style="list-style-type: none"> • Définition et signification • Calcul de vitesse de pompage 		
<ul style="list-style-type: none"> - Fuite virtuelle (dégazage sur un défaut fabrication) et réelle <ul style="list-style-type: none"> • Concept • Différence • Source d'écoulement réel et virtuel vs. Temps • Influence de fuite virtuelle dans un essai par variation de pression 	Compréhension du phénomène	

19.1.3. Connaissance produit et capacités liées à la méthode et techniques dérivées.

- Type d'essai de fuite	
Méthodes sans gaz traceur	
- Spécification et capacité de la méthode par émission de bulle (test à la bulle) et Principes physiques impliqués	
- Méthode par changement de pression	
-	
Méthodes avec gaz traceur	
- Méthode par gaz traceur	
- Principe physique ou chimique de fonctionnement	
• Principe de détection pour les méthodes sous vide (technique de groupe A)	
• Principe de détection pour les méthodes sous pression (technique de groupe B)	
- Méthode de test	
• Critères de choix de la méthode	

19.1.4. Equipements

	Informations	
- Jauges (manomètres) à vide		
- Manomètres mécanique		
- Manomètres tubes en U		
- Manomètres Pirani et thermocouple		
- Manomètres à ionisation	Aborder l'explication dès que les mesures sont différentes selon le gaz	
- Pompes à vide		
- Pompes à palettes et à piston		
- Dépresseur Roots		
- Pompe à diffusion		
- Pompe turbo moléculaire		
- Pompes Cryogéniques		
- Vannes		
- Pièces de raccordement		
• Dimensionnement (calcul des longueurs et diamètres)		
- Matériaux		
• Choix en fonction du niveau de vide et de la méthode de contrôle		
○ Joints Métalliques		
○ Joints caoutchoucs		
▪ Différents types d'élastomères		
▪ Critères de choix		

<ul style="list-style-type: none"> ○ Verre ○ Huile de pompe ○ Graisse à vide 		
<ul style="list-style-type: none"> - Spectromètre de masse <ul style="list-style-type: none"> • Spectrométrie de masse <ul style="list-style-type: none"> ○ Aspect quantitatif 		
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteur halogène 		
<ul style="list-style-type: none"> - Détecteurs à conductibilité thermique (Catharomètre) 		

19.1.5. Informations préalables à l'essai (préparation documentation (instructions/Procédures))

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Conditions d'essais et application des normes <ul style="list-style-type: none"> • Période de l'essai dans le cycle de vie de la pièce (étape de fabrication, maintenance, ...) • Critères d'acceptations <ul style="list-style-type: none"> ○ Définition des critères ○ 	Définir les méthodes et les essais à réaliser pendant le cycle de vie de la pièce	
<ul style="list-style-type: none"> - Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Préparation des procédures • Choix des codes normes et procédures, et documents techniques 		

19.1.6. Procédure

<ul style="list-style-type: none"> - Essai à la bulle <ul style="list-style-type: none"> • Test à la bulle - Technique par immersion • Test à la bulle - Technique par application de liquide • Test à la bulle - Technique de la boîte à dépression pour les pièces non pressurisables (tôles ou pièces ouvertes) 	
---	--

<ul style="list-style-type: none"> - Méthode par variation de pression <ul style="list-style-type: none"> • Variation de pression - Technique par perte de pression • Variation de pression - Technique par remontée de pression <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Choix des jauges à vide • Variation de pression – Technique par changement de pression dans un volume <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Précision du calcul • Variation de pression - Technique par mesure de débit – volume à pression constante <ul style="list-style-type: none"> ○ Etalonnage ○ Précision du calcul 	
- Technique par gaz traceur	
- Techniques sous vide – Gaz traceur rentrant dans la pièce	
- Techniques sous pression – Gaz traceur sortant de la pièce	
- Technique par détection chimique par ammoniac	

19.1.7. Evaluation, rapport d'essais, documentation de contrôle

	Informations	
<ul style="list-style-type: none"> - Présentation document en rapport à une demande (cahier des charges, spécification client...) <ul style="list-style-type: none"> • Procédure 	Rédaction des documents lors de la partie « essais »	

19.1.8. Evaluation et définition des critères de conformité

- Etude des critères de conformité en collaboration avec les bureaux d'étude et clients		
-		

19.1.9. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> - Documentation <ul style="list-style-type: none"> • Format et objet d'une procédure de travail • Qualification des procédures END • Autorisation (instructions, procédures et personnel) • Traçabilité des documents • Fiabilité des mesures 	
- Normes	

- Normes générales
 - EN 1330-1 : vocabulaire
 - EN 1779 : choix des méthodes et techniques de contrôle
 - EN 1593 : essai gaz pression
 - EN 13184 : Essai mesure variation de pression
 - NF EN ISO 20485 : méthode gaz traceur
- Normes spécifiques
 - Normes concernant le matériel de mesure et de contrôle
 - Normes concernant les produits contrôlés

19.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Sécurité du Personnel
 - Risque pression
 - Risque d'anoxie
 - Risque gaz Ammoniac
 - Risque gaz Halogène
 - Risque tenue mécanique
 - Dont épreuve de résistance
 - EPI utilisés pour se protéger du risque
 - FDS
- Environnement
 - Evacuation et traitement des gaz traceur

19.1.11. Développement

-
- Nouveaux développements pour l'industrie et la R&D
 - Technique (par ex, hydrogène)
 - Matériel (par ex, nouveaux matériaux joints)

20. Programme de formation TOFD Niveau 2

20.1. Programme général

20.1.1. Introduction généralités

- Historique
- *Introduction à la technique TOFD*

20.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Rappels ultrasonore
 - faisceau ultrasonore



- Ondes
 - Mouvement sinusoïde
 - Amplitude
 - Fréquence / Longueur d'onde
 - Vitesses de propagation
 - Ondes longitudinales
 - Ondes transversales
- Interaction du faisceau ultrasonore avec réflecteur
 - Réflexion
 - Diffraction
 - Conversion de modes
- Principe physique de la diffraction
 - Analogie avec optique (Théorie Huygens - Fresnel)
 - Application dans le cas des ondes ultrasonores
- représentation des données et Construction des images TOFD
 - Rappel des différentes visualisations
 - Construction des images TOFD (passage d'un Ascan → Bscan)
 - Identification des différents signaux (ondes latérales, échos de fond, conversion de mode, ...)

20.1.3. Capacité liée à la technique

- Domaines d'applications
- Matériaux contrôlables en TOFD
- Propriétés globales de la pièce d'essai
 - Matériaux
 - Influence du profil
 - Géométrie
- Avantages / inconvénients de la technique

20.1.4. Equipements et produits

- Principes de numérisation d'un signal
 - Passage analogique / numérique
 - Vitesse de déplacement / pas de balayage
 - Fréquence d'acquisition
 - Fréquence de récurrence
 - Traitement du signal
- Instruments d'essais et équipement complet
 - Appareils TOFD
 - logiciel d'acquisition et d'analyse
 - Sondes et sabots
 - Adaptation des transducteurs aux surfaces courbes
 - Encodeurs et mécanismes de scan
 - Différents types de scanner (configurations possibles)
 - Blocs de référence
 - Matériaux

- Dimensions
- Forme
- Réflecteurs de référence, génératrice, entaille
- Préamplificateurs
- Couplant
- Câbles
- Accessoires

20.1.5. Préparation de l'examen

- Information à avoir au préalable à l'essai
 - Objet
 - Etendue de l'essai
 - Personnel concerné
 - Documentation nécessaire préalablement au contrôle
 - Instruction écrite ou procédure
 - Code, norme, spécification client
 - ...

20.1.6. Mise en œuvre de la technique

- Dispositif TOFD
 - Traducteurs et sabots
 - Dimensions
 - Fréquences
 - Angles
 - Différentes configuration de mise en œuvre du TOFD
 - Forward et Backward
 - PCS (Probe Center Separation)
- Influence des paramètres importants (couverture de zone)
 - PCS (Probe Center Separation)
 - Fréquence
 - Taille et forme de l'élément actif
 - Orientation des indications
- Conversion temps de vol et profondeurs
- Arc de diffraction
- Influence de l'orientation de l'indication
- Mise en œuvre du contrôle
 - Cas : Dans le cadre d'une soudure (Type de soudure contrôlable)
 - Choix de configurations de contrôle
 - Types et nombre de balayages
 - Couvertures de zones / limites de détection
 - Réglages de l'échelle de la base de temps et de la sensibilité
 - Etalonnage
 - Réglages de sensibilité
 - En distance ou en temps
 - Vérification des réglages



- Réalisation de l'acquisition
 - Vérification de l'acquisition
 - Validation de l'acquisition
 - Pas de perte (couplage / ligne d'acquisition / ...)
 - Fenêtre d'acquisition conforme
 - rapport signal sur bruit
 - Critères avec et sans présence onde latérale, écho de fond

20.1.7. Evaluation des indications et notation

- Traitement de l'image
 - Logiciel
 - Vérification de la conformité d'une image
 - Image type
- Localisation et dimensionnement des indications
- Caractérisation des indications
- Consignation des résultats

20.1.8. Conformité par rapport à des critères d'acceptation

Cette partie devant contenir l'évaluation et la validation des rapports d'essais, l'évaluation des indications et application des critères d'acceptations selon des normes, codes et procédures est spécifique

20.1.9. Aspect qualité

- Qualification personnel
 - NF EN ISO 9712
 - Documentation
 - Rapport d'essais
 - Informations relatives à la pièce contrôlée
 - Equipement
 - Technique d'essais
 - Résultats de l'essai / cartographie
 - Critères d'acceptation
 - ...
 - Objectif et utilisation d'une procédure de travail, normes, codes, spécification client, instructions écrites
 - Vérification de l'appareillage (périodicités)
 - Traitement des écarts
 - Stockage des fichiers / rapports
- Normes :

- **NF EN 15 626** : Essais non destructifs des assemblages soudés - Technique de diffraction des temps de vol (méthode TOFD) - Niveaux d'acceptation
- **NF EN 10 863** : Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons - Utilisation de la technique de diffraction des temps de vol (méthode TOFD)
- **NF EN ISO 16828** : Essais non destructifs - Contrôle par ultrasons - Technique de diffraction du temps de vol utilisée comme méthode de détection et de dimensionnement des discontinuités
- **NF EN ISO 17290** : Essais non destructifs - Essais par ultrasons - Recherche de perte d'épaisseur par érosion et/ou corrosion par la technique TOFD

20.1.10. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
 - Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - *Aspect environnement*
 - *Méthodes de traitement*
 - Fiche de données de sécurité des produits
- Sécurité du personnel
 - EPI
 - Rappel sur respect des consignes de sécurité

21. Programme de formation TOFD Niveau 3

21.1. Programme général

21.1.1. Introduction généralités

- | |
|---|
| – Historique |
| • <i>Introduction à la technique TOFD</i> |

21.1.2. Mise en œuvre de la technique

- | |
|--|
| – Etablissement d'une procédure de contrôle |
| – Analyse et correction de procédures de contrôles |

21.1.3. Evaluation des indications et notation

- | |
|--------------------------------------|
| – Analyse d'acquisitions spécifiques |
|--------------------------------------|

21.1.4. Conformité par rapport à des critères d'acceptation

Cette partie devant contenir l'évaluation et comparaison entre les codes et normes est spécifique

21.1.5. Aspect qualité

- | |
|---|
| – Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none">• NF EN ISO 9712 |
| – Paramètres d'influence |
| – Incertitude de mesure |
| – Normes : <ul style="list-style-type: none">• NF EN 15 626 : Essais non destructifs des assemblages soudés - Technique de diffraction des temps de vol (méthode TOFD) - Niveaux d'acceptation• NF EN 10 863 : Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par ultrasons - Utilisation de la technique de diffraction des temps de vol (méthode TOFD)• NF EN ISO 16828 : Essais non destructifs - Contrôle par ultrasons - Technique de diffraction du temps de vol utilisée comme méthode de détection et de dimensionnement des discontinuités• NF EN ISO 17290 : Essais non destructifs - Essais par ultrasons - Recherche de perte d'épaisseur par érosion et/ou corrosion par la technique TOFD |

21.1.6. Conditions environnementales, hygiène et sécurité

- Chimique
- Evacuation Traitement des déchets et effluents
 - Aspect environnement
 - Méthodes de traitement
- Fiche de données de sécurité des produits
- Sécurité du personnel
- EPI
- Rappel sur respect des consignes de sécurité

21.1.7. Développement

- TOFD multiélément
- Simulation

22. Programme de formation inspection visuelle niveau 2

22.1. Programme général

22.1.1. Introduction généralités

- Historique
- Objectif des END
 - *Ce qui est testé*
 - *Quel est l'objectif des END*
 - *A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés*
 - *De quelle façon est-il une valeur ajoutée*
 - *Principales méthodes END*
- Objectif de l'essai par contrôle visuel
 - *Définition*
 - *Applicabilité, capacité et limites (incapacité métrologique de la méthode)*
 - *Vue d'ensemble complète des applications du contrôle visuel*
 - *Utilisation du contrôle visuel en complément d'autres méthodes d'END*
- Terminologie

22.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

- Principes fondamentaux
 - Objectifs et principes du contrôle visuel
 - Connaissances et compréhension des bases mathématiques et physiques nécessaires à la compréhension de la mise en œuvre de la méthode
- Performances optiques

- Dispersion
- Réfraction et indice de réfraction
- Réflexion
- Fluorescence
- Avantages et inconvénients de différentes longueurs d'onde de rayonnement optique (UV, IR), y compris la température de couleur
- Vision
 - L'oeil
 - Fonctionnement
 - Construction
 - Limites de la vision (dont spectre visible)
 - Adaptation et accommodation
 - Troubles
 - Champ visuel
 - Perception visuelle
- Éclairage
 - Transmission
 - Absorption
 - Physique de la lumière
 - Rayonnements électromagnétiques
 - Longueurs d'onde visibles
 - Types de sources lumineuses
 - Naturelles
 - Artificielles y compris laser
 - Température de couleur
 - Indice de Rendu de Couleur (IRC)
 - Sources lumineuses à LED (avantages et inconvénients)
 - Sources lumineuses à LED
 - Homogénéité du faisceau
 - Niveaux de luminance
 - Mesurage de la lumière
 - Illuminance
 - Niveaux d'éclairage
 - Techniques d'éclairage
 - Contraste
- Principes optiques
 - Fonctionnement des lentilles
 - Construction d'images
 - Images virtuelles
 - Aberration chromatique
 - Distorsion géométrique
 - Principes de grossissement
 - Profondeur et angle de champ
- Les zones d'examen ayant une incidence sur le contrôle
 - Couleur
 - État de surface
 - Préparation de la surface
 - Propreté
 - Forme

<ul style="list-style-type: none"> • Dimensions • Température • Type de matériau • Revêtement – Facteurs environnementaux (notions) <ul style="list-style-type: none"> • Perspective • Distance • Humidité • Température • Ambiance lumineuse – Facteurs organisationnels et humains (notions) <ul style="list-style-type: none"> • Confort • Fatigue • Santé • Sécurité • Propreté – Méthodes directes et à distance 	
--	--

22.1.3. Capacité liée à la technique

<ul style="list-style-type: none"> – Elaboration du composant – Défectologie – Capacité et limites du contrôle visuel <ul style="list-style-type: none"> • Capacité de détection <ul style="list-style-type: none"> ○ Dimensions des défauts ○ Forme ○ Orientation/position ○ Types de défaut ○ Limites de l'équipement – Techniques associées <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement • Comparateurs • Mesurages • Prise d'empreinte par réplique 	
--	--

22.1.4. Equipements et produits

<ul style="list-style-type: none"> – Introduction et applications <ul style="list-style-type: none"> • Miroirs • Loupes • Endoscope • Fibroscopes – Photographie et vidéo <ul style="list-style-type: none"> • Caméras • Moniteurs vidéo • Sources lumineuses et éclairage spécial 	
---	--

<ul style="list-style-type: none"> • Calibres • Gabarits • Échelles • Systèmes automatisés • Systèmes assistés par ordinateur • Pièce type d'essai • Cibles et mire pour le contrôle de la résolution (horizontale, verticale, diagonale) • Réticules – Équipement d'enregistrement, de transfert et de stockage d'images <ul style="list-style-type: none"> • Choix de l'équipement • Limites de l'équipement – Dimensionnement des indications <ul style="list-style-type: none"> • Systèmes d'imagerie • Systèmes optiques spéciaux • Exigences relatives à un équipement spécial (c'est-à-dire utilisé sous l'eau, résistant aux rayonnements, ...) 	
--	--

22.1.5. Préparation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> – Informations sur l'objet contrôlé <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation du matériau <ul style="list-style-type: none"> ○ Objet à contrôler ○ Type de fabrication ○ Catalogue de défauts ○ Étendue du contrôle – Conditions de contrôle et application d'une norme <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions particulières de contrôle • Norme d'application • Étapes de fabrication ou de vie lorsque l'essai est réalisé • Norme et codes assignés à l'objet contrôlé • Exigences relatives au personnel réalisant le contrôle • Critères d'acceptation – Technique et séquence de réalisation du contrôle <ul style="list-style-type: none"> • État de surface • Préparation de la surface • Éclairage (type, niveau et direction) • Documentation après contrôle • Équipement de contrôle visuel à utiliser • Pièce type d'essai et points de contrôle • Exigence relative aux images enregistrées 	
---	--

22.1.6. Réalisation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> – Montage d'essai 	
---	--



- Pièces types d'essai
- Cibles pour le contrôle de la résolution
- Réglage
- Suivre une procédure écrite

22.1.7. Traitement des indications et notation

- Consignation des résultats
 - Référence aux normes d'essai
 - État du réglage
 - Points de référence pour la localisation des indications
 - Classification des indications
 - Critères d'acceptation prescrits
 - Rapports et documentation
 - Consignation des résultats de la vérification
- Contrôle et surveillance des résultats d'essai
 - Interprétation
 - Évaluation
 - Objective
 - Subjective
 - Consignation des résultats conformément aux spécifications et normes
 - Renseignement des formulaires de réglage

22.1.8. Evaluation

- Classification et évaluation des observations
 - Critères d'acceptation
 - Codes
 - Normes
 - Procédures écrites
 - Référence de niveau 3 en l'absence de codes ou de normes
 - Par comparaison
 - Par mesurage
 - Évaluation automatisée (par exemple reconnaissance des formes)
 - Enregistrement
 - Compte rendu
 - Analyse des résultats

22.1.9. Aspect qualité

- Qualification du personnel
 - NF EN ISO 9712
- Documentation
 - a. Traçabilité des documents
 - b. Fiabilité des mesurages



<ul style="list-style-type: none"> – Connaissance des normes d'applications en END et des normes de produits applicables <ul style="list-style-type: none"> a. Choix de la technique appropriée b. Utilisation de paramètres d'essai appropriés c. Vérification de l'équipement – Vision <ul style="list-style-type: none"> a. Exigences b. Responsabilité de l'employeur 	
<ul style="list-style-type: none"> – Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1330-10 : Essais non destructifs - Terminologie - Partie 10 : termes utilisés en contrôle visuel • NF EN 13018 : Essais non destructifs - Examen visuel - Principes généraux • NF EN 13927 : Essais non destructifs - Contrôle visuel – Équipement • ISO 3058 : Essais non destructifs - Moyens d'examen visuel - Choix des loupes à faible grossissement • NF EN ISO 17637 : Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle visuel des assemblages soudés par fusion • NF EN ISO 6520-1 : classification des défauts géométriques dans les soudures des matériaux métalliques • NF EN ISO 5817 : Soudage - Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) - Niveaux de qualité par rapport aux défauts • NF EN ISO 10042 : Soudage - Assemblages en aluminium et alliages d'aluminium soudés à l'arc - Niveaux de qualité par rapport aux défauts • NF EN 1370 : Fonderie - Fonderie - Contrôle de l'état de surface • ISO 11971 : Pièces moulées en acier ou en fonte -- Examen visuel de l'état de surface • ISO 19959 : Pièces moulées par le procédé dit «à la cire perdue» en acier, alliages de nickel et alliages de cobalt — Examen visuel de la qualité de surface • NF EN 13100-1 : Contrôle non destructif des assemblages soudés sur produits semi-finis en thermoplastiques - Partie 1 : contrôle visuel 	

23. Programme de formation inspection visuelle niveau 3

23.1. Programme général

23.1.1. Introduction généralités

<ul style="list-style-type: none"> – Historique 	
<ul style="list-style-type: none"> – Objectif des END <ul style="list-style-type: none"> • <i>Ce qui est testé</i> • <i>Quel est l'objectif des END</i> • <i>A quelles étapes de la vie du produit les END sont utilisés</i> • <i>De quelle façon est-il une valeur ajoutée</i> • <i>Principales méthodes END</i> 	
<ul style="list-style-type: none"> – Objectif de l'essai par contrôle visuel <ul style="list-style-type: none"> • <i>Définition</i> • <i>Applicabilité et limites (incapacité métrologique de la méthode)</i> 	
<ul style="list-style-type: none"> – Terminologie 	

23.1.2. Principes physiques de la méthode et connaissances associées

<ul style="list-style-type: none"> – Principes fondamentaux <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances et compréhension complètes des principes physiques et de la physique de la lumière – Performances optiques <ul style="list-style-type: none"> • Polarisation de la lumière • Cas d'usage de différents rayonnement électromagnétique – Vision <ul style="list-style-type: none"> • L'oeil <ul style="list-style-type: none"> ○ Captation de la lumière ○ Champ visuel ○ Effets des troubles ○ Sensibilité à la scintillation – Éclairage <ul style="list-style-type: none"> • Types de sources lumineuses <ul style="list-style-type: none"> ○ Naturelles ○ Artificielles y compris laser • Sources lumineuses à LED (avantages et inconvénients) <ul style="list-style-type: none"> ○ Différentes longueurs d'onde des rayonnements électromagnétiques (UV, IR) ○ Température de couleur ○ Indice de rendu de couleur (IRC) ○ Sources lumineuses à LED (dont alimentation pulsé / continue) – Fonctionnement et principes des appareils photographiques et des photodétecteurs <ul style="list-style-type: none"> • Filtres optiques • Construction d'images numériques et problèmes associés • Traitement des images • Analyse des images • Compression et transmission d'images • Stockage d'images • Résolution (horizontale, verticale, diagonale) • Moniteurs vidéo • Autres moniteurs • Luxmètres et photomètres – Principes de fonctionnement des faisceaux de fibres et des lentilles 	
---	--

23.1.3. Capacité liée à la technique

<ul style="list-style-type: none"> – Elaboration du composant – Défectologie 	
--	--

23.1.4. Equipements et produits

<ul style="list-style-type: none"> – Introduction et applications <ul style="list-style-type: none"> • Miroirs 	
---	--



<ul style="list-style-type: none"> • Loupes • Endoscopes • Fibroscopes – Photographie et vidéo <ul style="list-style-type: none"> • Outils spéciaux • Systèmes automatisés • Systèmes assistés par ordinateur • Cibles et mirettes pour le contrôle de la résolution • Réticules • Effet sur la configuration d'essai • Évaluation de l'équipement pour réaliser une tâche particulière • Elaboration d'une vérification des performances de l'équipement <ul style="list-style-type: none"> ○ Choix/conception ○ Application de pièces types d'essai – Équipement d'enregistrement, de transfert et de stockage d'images <ul style="list-style-type: none"> • Procédure de contrôle, de maintenance et de réglage de l'équipement • Exigences relatives aux enregistrements 	
--	--

23.1.5. Préparation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> – Informations sur l'objet contrôlé <ul style="list-style-type: none"> • Identification ou désignation du matériau <ul style="list-style-type: none"> ○ Objet à contrôler ○ Type de fabrication ○ Catalogue de défauts ○ Étendue du contrôle – Conditions de contrôle et application d'une norme <ul style="list-style-type: none"> • Accessibilité • Infrastructure • Conditions particulières de contrôle • Norme d'application • Étape de la fabrication ou de la durée de vie à laquelle le contrôle doit être effectué • Norme et codes assignés à l'objet contrôlé • Exigences relatives au personnel réalisant le contrôle • Critères d'acceptation – Instructions <ul style="list-style-type: none"> • Préparation d'une procédure • Documents • Présentation des normes et codes 	
---	--

23.1.6. Réalisation de l'examen

<ul style="list-style-type: none"> – Montage d'essai <ul style="list-style-type: none"> • Écriture d'une procédure 	
---	--

23.1.7. Traitement des indications et notation

<ul style="list-style-type: none"> – Contrôle et surveillance des résultats d’essai <ul style="list-style-type: none"> • Interprétation • Évaluation <ul style="list-style-type: none"> ○ Objective ○ Subjective • Consignation des résultats conformément aux spécifications et normes • Renseignement des formulaires de réglage – Élaboration des formulaires de rapport <ul style="list-style-type: none"> • Organisation des formulaires finaux • Stockage des formulaires finaux • Diffusion des formulaires finaux • Étude des codes et normes de produits appropriés pour chaque application • Servir de point de référence pour un avis de niveau 3 concernant l’interprétation et l’évaluation 	
--	--

23.1.8. Evaluation

<ul style="list-style-type: none"> – Classification et évaluation des observations <ul style="list-style-type: none"> • Critères d’acceptation <ul style="list-style-type: none"> ○ Codes ○ Normes ○ Instructions écrites ○ Référence de niveau 3 en l’absence de codes ou de normes ○ Spécification de conception • Par comparaison • Analyse des résultats • Transcription des codes, Normes, spécification de conception, etc. en critères d’acceptation clairs devant figurer dans les procédures • Recherche d’informations ou d’aide pour analyser les observations non couvertes par des codes ou normes et élaborer des critères d’acceptation • Formation de niveaux 2 relative aux critères d’acceptation 	
---	--

23.1.9. Aspect qualité

<ul style="list-style-type: none"> – Qualification du personnel <ul style="list-style-type: none"> • NF EN ISO 9712 	
<ul style="list-style-type: none"> – Documentation <ul style="list-style-type: none"> a. Format et domaine d’application des procédures de travail b. Qualification des procédures c. Autorisations (personnel END) d. Traçabilité des documents e. Fiabilité des mesurages – Connaissance des normes d’applications en END et des normes de produits applicables <ul style="list-style-type: none"> a. Choix de la technique appropriée 	



b. Utilisation de paramètres d'essai appropriés c. Choix de la méthode d'essai non destructif d. Formation spécifique à l'activité – Vérification de l'équipement	
– Normes importantes <ul style="list-style-type: none"> • NF EN 1330-10 : Essais non destructifs - Terminologie - Partie 10 : termes utilisés en contrôle visuel • NF EN 13018 : Essais non destructifs - Examen visuel - Principes généraux • NF EN 13927 : Essais non destructifs - Contrôle visuel – Équipement • ISO 3058 : Essais non destructifs - Moyens d'examen visuel - Choix des loupes à faible grossissement • NF EN ISO 17637 : Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle visuel des assemblages soudés par fusion • NF EN ISO 6520-1 : classification des défauts géométriques dans les soudures des matériaux métalliques • NF EN ISO 5817 : Soudage - Assemblages en acier, nickel, titane et leurs alliages soudés par fusion (soudage par faisceau exclu) - Niveaux de qualité par rapport aux défauts • NF EN ISO 10042 : Soudage - Assemblages en aluminium et alliages d'aluminium soudés à l'arc - Niveaux de qualité par rapport aux défauts • NF EN 1370 : Fonderie - Fonderie - Contrôle de l'état de surface • ISO 11971 : Pièces moulées en acier ou en fonte -- Examen visuel de l'état de surface • ISO 19959 : Pièces moulées par le procédé dit «à la cire perdue» en acier, alliages de nickel et alliages de cobalt — Examen visuel de la qualité de surface • NF EN 13100-1 : Contrôle non destructif des assemblages soudés sur produits semi-finis en thermoplastiques - Partie 1 : contrôle visuel • IEC 62471 : Photobiological safety of lamps and lamp systems 	

23.1.10. Développement

– Importance de l'étude des technologies actuelles et en cours de développement et des méthodes d'application (photogrammétrie) – Récapitulatif des dernières évolutions	
---	--