


## Critères techniques éprouvettes et équipements pour la formation préparatoire aux examens COFREND - Secteur CIFM

Version n°	Libellé de l'évolution	Approbateur Nom - Visa	Date d'application
01	Création	Vivian DIDIER	21/05/2021
02	Modification des chapitres §1.11 et 2.11 concernant la méthode UT PA  Rajout du terme « à tester » dans les chapitres : §1.5, §1.6 et §1.7  Remplacement du terme « sujet d'examen » par « travaux pratiques » dans le §2.8	Vivian DIDIER	12/04/2022
03	Modification du chapitre radiographie concernant le tableau de composition des lots  Integration du chapitre 1.4.1, 1.4.2, 1.4.3, 2.4.1, 2.4.2  Modification du chapitre 2.11 integrant le nombre de poste.	Vivian DIDIER 	09/12/2024

## Table des matières

<b>1. Eprouvettes</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Ressuage</b>	<b>4</b>
<b>1.2. Ultrasons</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Magnétoscopie</b>	<b>6</b>
<b>1.4. Radiographie</b>	<b>7</b>
1.4.1 Radiographie – Technique Argentique RT-F	7
1.4.2 Radiographie - Technique Numérique RT-D	8
1.4.3 Radiographie – Cas d’une certification suivant les 2 techniques – RT-FD	9
<b>1.5. Courants de Foucault</b>	<b>10</b>
<b>1.6. Visuel</b>	<b>11</b>
<b>1.7. Visuel Gaz Naturel pour véhicule (VT GNV)</b>	<b>12</b>
<b>1.8. Etanchéité</b>	<b>13</b>
<b>1.9. TOFD</b>	<b>14</b>
<b>1.10. Emission acoustique</b>	<b>15</b>
<b>1.11. UT PA Ferritic Weld</b>	<b>16</b>
<b>2. Equipements</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Ressuage</b>	<b>18</b>
<b>2.2. Ultrasons</b>	<b>19</b>
<b>2.3. Magnétoscopie</b>	<b>20</b>
<b>2.4. Radiographie</b>	<b>21</b>
2.4.1 Radiographie – Technique argentique – RT-F	21
2.4.2 Radiographie – Technique numérique – RT-D	22
<b>2.5. Courants de Foucault</b>	<b>25</b>
<b>2.6. Visuel</b>	<b>26</b>
<b>2.7. Visuel Gaz Naturel pour Véhicule (VT GNV)</b>	<b>27</b>
<b>2.8. Etanchéité .</b>	<b>28</b>
<b>2.9. TOFD</b>	<b>29</b>
<b>2.10. Emission Acoustique</b>	<b>30</b>
<b>2.11. Ultrasons Multiéléments soudures ferritiques (UTPA Ferritic weld)</b>	<b>31</b>

## 1. Eprouvettes

Pour toutes les méthodes, les Organismes de Formation (OF) doivent disposer d'éprouvettes représentatives du secteur concerné.

Ce document a pour but de définir les critères attendus par le secteur Fabrication et Maintenance.

1 éprouvette peut être :

- Constituée d'une zone sur une pièce
- Constituée de plusieurs zones sur une même pièce
- Constituée de plusieurs pièces identiques (ex : tube ET)
- Constituée de plusieurs zones sur plusieurs pièces identiques
- Constituée d'une collection de radiogrammes à interpréter (RT)
- Constituée d'un ou de plusieurs fichiers (AT, TOFD)

Méthodes couvertes :

- Ressuage (PT)
- Ultrasons (UT)
- Magnétoscopie (MT)
- Radiographie (RT)
- Courants de Foucault (ET)
- Visuel (VT)
- Visuel gaz naturel pour véhicule (VT GNV)
- Etanchéité (LT)
- TOFD
- Emission acoustique (AT)
- Ultrasons Phased Array (UT PA)

**NOTA: Les exigences du sous-secteur CENE ne sont pas traitées dans ce document.**

## 1.1 Ressuage

Type d'éprouvettes :

Secteur et sous-secteurs industriels	PT1	PT2
Fabrication et Maintenance	C, f, w, t, wp	C, f, w, t, wp
Mécanique (pas de soudure)	C, f, t, wp	C, f, t, wp

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

### 4 techniques d'examens :

- Coloré pré émulsionné
- Fluo-pré émulsionné
- Fluo-post émulsionné
- Thixotropique

Défauts ou indications : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : cuve à ultrasons ou système de dégraissage (machine à laver, dégraissage alcalin, phase vapeur, autres...). Le nettoyage chiffon seul n'est pas autorisé. La technique de nettoyage des éprouvettes après utilisation est décrite dans un mode opératoire spécifique à l'OF.

Critères sur les codes utilisés : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mise à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

## 1.2 Ultrasons

Nombre d'éprouvettes par lot :

Secteur et sous-secteurs industriels	UT1	UT2
Fabrication et maintenance	C, f, w, t, wp	C, f, w, t, wp
Mécanique (pas de soudure)	C, f, t, wp	C, f, t, wp

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

Les collections d'éprouvettes en ultrasons doivent comporter des soudures d'angle comprenant piquage et tube soudé bout à bout.

Les indications présentes dans les soudures doivent être caractérisables. (Suivant par exemple l'IS US 319-21 ou autre document utilisant la procédure cascade)

Les éprouvettes soudées peuvent être arasées pour les formations pratiques niveau 1.

Les éprouvettes soudées sont non arasées pour les formations pratiques niveau 2 .

Technique : Le contrôle contact.

Défauts ou indications : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires, ainsi que les traces de couplant. Si nécessaire, traiter les pièces contre l'oxydation et la corrosion.

Critères sur les codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mise à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

### 1.3 Magnétoscopie

Type d'éprouvettes minimum à tester par stagiaire :

Secteur et sous-secteurs industriels	MT1	MT2
Fabrication et maintenance	C, f, w, t, wp	C, f, w, t, wp
Mécanique (pas de soudure)	C, f, t, wp	C, f, t, wp

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

#### 2 techniques:

- par passage de courant
- par passage de flux

Avec :

- une liqueur magnétique noire
- une liqueur magnétique fluorescente

Défauts ou indications : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : les traces des contrôles précédents (marquage stagiaire, traceurs et fond blanc) doivent être éliminés par des moyens appropriés. Un moyen de désaimantation doit être présent dans l'OF. (Hors éprouvettes soudées)

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mis à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

## 1.4 Radiographie

### 1.4.1 Radiographie – Technique Argentique RT-F

Type d'éprouvettes minimum à tester par stagiaire :

Secteur et sous-secteurs industriels	RT1	RT2
Fabrication et maintenance	C, w	C, w + collection de radiogrammes argentiques

Légende : c : éprouvettes moulées– w : soudures

Les collections d'éprouvettes d'essai en radiographie doivent comporter au moins deux tubes soudés bout à bout.

4 techniques de prise de vue (simple, double ou multi films) :

- Ellipse
- Contact
- Plan sur plan
- Panoramique.

- Pour la formation une certification initiale, l'utilisation des deux rayonnements X et Gamma est obligatoire.

- Seules les prises de clichés avec films argentiques sont obligatoires.

- Les 2 techniques de développement sont autorisées (manuel ou automatique).

Exclusion :

- Cobalt 60
- Accélérateur linéaire

Composition des collections pour interprétation :

L'OF doit détenir un nombre de radiogrammes, avec critères et correction, suffisant pour le nombre d'apprenants accueillis dans une session.

Ces collections doivent contenir des radiogrammes de pièces moulées et d'éléments soudés, comportant différent mode d'élaboration (procédé de soudage) et une gamme représentative du CIFM en terme de diversité d'épaisseurs, de matériaux et de technique de tir.

Défauts ou indications : naturels.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires.

Durée de vie des éprouvettes et modalités de remplacement et de validation des nouvelles éprouvettes : néant pour les pièces. Une attention particulière est portée sur la qualité et la propreté des radiogrammes utilisés pour l'épreuve d'interprétation. Le responsable technique s'assure périodiquement de la détectabilité des indications portées sur les corrigés

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mis à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement

précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

### 1.4.2 Radiographie - Technique Numérique RT-D

Secteur et sous-secteurs industriels	RT1	RT2
Fabrication et maintenance	C, w	C, w + collection de radiogrammes numérique

Légende : c : éprouvettes moulées– w : soudures

Les collections d'éprouvettes d'essai en radiographie doivent comporter au moins deux tubes soudés bout à bout.

4 techniques de prise de vue, en fonction du type de détecteur :

- Ellipse
- Contact
- Plan sur plan
- Panoramique.

- Pour la formation à une certification initiale, l'utilisation des deux rayonnements X et Gamma est obligatoire.

- Les prises de clichés avec technologie CR et DR sont obligatoire.

Exclusion :

- Cobalt 60
- accélérateur linéaire.

Composition des collections pour interprétation, à minima par collection :

	Options RX et gamma	
	Soudures	Fonderie
<b>Soudure / Fonderie</b>	10	
<b>RX / R gamma</b>	RX mini 1	R $\gamma$ mini 1
<b>Plaque</b>	Maxi 8 : si 3 procédés et 3 types de chanfrein Maxi 5 : si moins de 3 procédés ou moins 3 types de chanfreins	
<b>Tube</b>	mini 2	
<b>Technique</b>	Ellipse mini 1	
<b>Épaisseur</b>	Adaptée aux énergies et systèmes numériques	
<b>Nuances différentes</b>	Mini 2	
<b>Interprétation</b>	Conformes $\leq$ 3 (avec ou sans défaut)	



### Critères sur les codes utilisés pour les épreuves :

Chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mise à disposition du candidat. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

### **Les documents d'exécution doivent en particulier aborder les normes suivantes :**

#### Eprouvette Soudure (w) :

NF EN ISO 17636-2 classe A ou classe B

(Classe en fonction des rayonnements utilisés et des éprouvettes)

#### Eprouvette moulée (c) :

NF EN 12681-2 classe A<sub>A</sub>, A, B<sub>A</sub>, B

(Classe en fonction des rayonnements utilisés et des éprouvettes)

### **Les documents d'interprétation doivent en particulier aborder les normes suivantes :**

(Pour les éprouvettes à contrôler et les collections d'images à interpréter)

#### Eprouvette Soudure (w) :

NF EN ISO 10675-1 et 2, complété de critères pour les défauts de forme (dont Rochage)

#### Eprouvette moulée (c) :

NF EN 12681-2 pour les moulées avec les planches numériques ASTM

## 1.4.3 Radiographie – Cas d'une certification suivant les 2 techniques – RT-FD

Pour les formations aux examens RT-FD, les 12 images radiographiques devront permettre de couvrir les exigences communes aux 2 techniques définies dans les tableaux cités précédemment, avec la prise en compte de l'exigence suivante :

6 films Argentiques (5 soudures + 1 fonderie)

+

6 images numériques (5 soudures + 1 fonderie)

## 1.5 Courants de Foucault

Nombre d'éprouvettes minimum à tester par stagiaire :

Secteur et sous-secteurs industriels	ET1	ET2
Fabrication et maintenance	w ; c ; f ; t ; wp	w ; c ; f ; t ; wp

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

éprouvette tube et une éprouvette soudée (éprouvette « tube soudé » entre dans les 2 catégories)

Chaque organisme de formation doit posséder les moyens nécessaires pour mettre en œuvre les techniques suivantes et les pièces adaptées pour les examens pratiques niveaux 1 et 2 :

- 1- Contrôle semi-automatique par sonde axiale de tubes non magnétiques avec ou sans soudure à une ou plusieurs fréquences. (Entrainement mécanique de la sonde)
- 2- Contrôle semi-automatique par bobine encerclante de tubes soudés calibrés non magnétiques mono fréquence. (Entrainement mécanique des tubes)
- 3- Contrôle manuel de tri de nuance sur produits ferromagnétiques
- 4- Contrôle manuel de mesure de conductivité électrique
- 5- Contrôle manuel de revêtement isolant sur supports conducteurs magnétiques et non magnétiques
- 6- Recherche d'indications débouchantes ou sous-jacentes avec palpeur contact en manuel ou en semi-automatique.

Défauts : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires.

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mis à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

## 1.6 Visuel

Nombre d'éprouvettes minimum à tester par stagiaire :

Secteur et sous-secteurs industriels	VT2
Fabrication et maintenance	W, c, f, t, wp

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

Défauts : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires.

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mis à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette.

## 1.7 Visuel Gaz Naturel pour véhicule (VT GNV)

Nombre d'éprouvettes minimum à tester par stagiaire :

Secteur et sous-secteurs industriels	VTGNV2
Fabrication et maintenance	Réservoirs de type CNG-4 et CNG-1, réservoirs GNV

Chaque lot est composé de 3 éprouvettes :

- Une éprouvette est un demi-réservoir GNV
- Les éprouvettes proposées doivent à minima comporté des réservoirs de type CNG-4 et CNG-1

Défauts : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : chiffons et eau.

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant la procédure CID. Les stagiaires doivent avoir le choix entre deux procédures de contrôle, comprenant les critères d'acceptation d'indications sur types CNG-4 et CNG-1.

## 1.8 Etanchéité

Les différentes techniques d'essai d'étanchéité sont décrites en annexe de la norme NF EN 1779 "Contrôles d'étanchéité - Guide de choix de la méthode".

Les techniques basées sur la mise en évidence des effets de la pression (bullage, écoute acoustique, variation de pression, interférométrie, etc.,...) font partie de la méthode dite "par variation de pression" LT VP.

Les techniques utilisant les gaz halogénés, le gaz ammoniac, le gaz hélium ou tout autre gaz identifiable par une méthode physico-chimique constituent la méthode dite "par gaz traceur" LT GT.

A minima, les techniques suivantes doivent être proposées par le OF (Codification suivant EN 1779) :

A1	sous vide global (Hélium)	B1	Ammoniac	C1	contrôle à la bulle par immersion
A2	sous vide partiel (Hélium)	B2	boite à dépression	C2	contrôle à la bulle par application d'un liquide
A3	sous vide local (Hélium)	B3	reniflage avec accumulation (Hélium ou Hydrogène)	C3	contrôle à la bulle à l'aide d'une boite à dépression
		B4	reniflage direct (Hélium ou Hydrogène)	D1	abaissement de pression
		B5	ressuage hélium	D2	remontée de pression

Défauts : naturels ou artificiels.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires. De plus, une attention particulière sera portée sur la propreté des éprouvettes, notamment au niveau des fuites. (Dégraissant, chauffage, étuvage...).

Critères sur codes utilisés pour les épreuves : chaque éprouvette est contrôlée suivant un code, une norme ou une spécification mis à disposition du stagiaire. Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette. Le niveau 1 travaille suivant une instruction.

## 1.9 TOFD

Éprouvettes physiques (soudures et tôles) et éprouvettes composées de 5 fichiers à interpréter.

➤ **Soudure**

Défauts de soudure réels ou artificiels. Les entailles sont acceptées si elles ne sont pas les seuls défauts existants.

➤ **Tôles**

Les défauts sont réels ou artificiels. Pas de tôle revêtue.

➤ **Fichiers à analyser**

Une éprouvette est composée de 5 fichiers d'enregistrements de signaux à analyser sur écran.

Chaque fichier est enregistré sous un numéro.

Les fichiers sont à analyser sur le matériel informatique d'analyse TOFD.

Méthodes de nettoyage : méthode adaptée pour éliminer les marquages laissés par les stagiaires, ainsi que les traces de couplant. Si nécessaire, traiter les pièces contre l'oxydation et la corrosion.

## 1.10 Emission acoustique

Secteur et sous-secteurs industriels	AT2
Fabrication et maintenance	Eprouvette physique + fichiers (c, f, t, w)

Légende : w : soudures c/f : éprouvettes moulées ou forgées, t : tubes, wp : produits corroyés

Chaque lot est composé de 3 éprouvettes :

➤ **Éprouvette physique :**

L'OF doit disposer d'un équipement représentatif d'une structure réelle (réservoir).

Cet « ESP » (équipement sous pression) doit posséder plusieurs soudures (circulaires et longitudinales) et des piquages. Il doit avoir des dimensions suffisantes pour pouvoir intégrer plusieurs sources d'EA simulées à différents endroits sans que la position de la source puisse être visible par le stagiaire.

➤ **Eprouvettes de type fichiers :**

L'OF doit disposer de plusieurs fichiers issus de suivis d'essais réels par Emission Acoustique. Les différents fichiers de données doivent permettre de tester les stagiaires sur leur capacité à caractériser les signaux d'EA et établir un diagnostic selon les critères demandés.

Les fichiers de données d'essais suivis par EA doivent porter sur des :

- Essais mécaniques sur différents types de structures
- Essais sous pression sur différents ESP

Les critères d'acceptation sont clairement précisés pour les niveaux 2. Le document applicable est en relation avec l'utilisation supposée de l'éprouvette

## 1.11 UT PA Ferretic Weld

Les éprouvettes physiques concernent uniquement les soudures. Elles sont en acier non allié ou faiblement allié avec  $Ra < 6,3 \mu\text{m}$ .

Les collections d'éprouvettes soudées ne doivent pas comporter que des soudures arasées.

Les éprouvettes physiques répondent sont :

- des soudures BW  $6 \text{ mm} \leq \text{épaisseur} \leq 15 \text{ mm}$ 
  - Plate ou courbe circulaire  $\varnothing \geq 300$
  - Soudure simple, brute
- des assemblages de type :
  - Soudure en Té, BW et L
  - $25 \text{ mm} \leq \text{épaisseur} \leq 50 \text{ mm}$

Chaque éprouvette doit comporter des indications notables ainsi que rédhitoires. Les indications présentes dans les éprouvettes pourront être de type défaut réel ou artificiel. Les entailles sont acceptées si elles ne sont pas les seuls défauts existants.

Chaque indication présente dans les soudures doivent pouvoir être évaluée suivant les normes UTPA (EN et/ou ISO).

Des fichiers à analyser sont à réaliser à minima sur des soudures en Té ou BW.

L'Organisme de formation fait le choix du logiciel d'acquisition et d'analyse.



## 2. Equipements

Pour toutes les méthodes, le OF doit disposer à minima du matériel énuméré dans cette annexe.

Lors des audits, une attention particulière sera portée sur l'adéquation du matériel avec les méthodes que l'OF compte faire agréer.

Méthodes couvertes :

- Ressuage (PT)
- Ultrasons (UT)
- Magnétoscopie (MT)
- Radiographie (RT)
- Courants de Foucault (ET)
- Visuel (VT)
- Visuel gaz naturel pour véhicule (VT GNV)
- Etanchéité (LT)
- TOFD
- Emission acoustique (AT)
- Ultrasons Phased Array (UT PA)

## 2.1. Ressuage

Les OF doivent proposer les techniques fluorescentes et colorées. Les produits utilisés sont en corrélation avec la sensibilité du contrôle demandé.

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Luxmètre	12 mois *	1 pour 3 stagiaires + 1 secours
Radiomètre	12 mois *	1 pour 3 stagiaires + 1 secours
Réfractomètre (si utilisation de pénétrant post émulsionnée)	/	1 par OF si utilisation de pénétrant post émulsionné
Thermomètre contact ou IR	12 mois *	1 par OF
Système d'éclairage adapté (lumière blanche, UV-A interprétation ou UV-A ambiance)	Vérifications effectuées par le stagiaire	1 par poste d'observation
Plaquette à usage unique ou cale de référence		A disposition des stagiaires, en nombre suffisant. 1 plaquette ou 1 cale est à ressuier par technique opératoire utilisée, suivant les recommandations des responsables techniques
Cuve à brouillard si utilisation de révélateur sec	Vérification propreté et contamination	1
Moyen de mesure (réglet, comparateur...)	/	En nombre suffisant par rapport au nombre de stagiaires accueillis simultanément
Pénétrants colorés (vrac et/ou aérosol)	Date de péremption non dépassée	En quantité suffisante par rapport au nombre de stagiaires accueillis simultanément
Pénétrants fluorescents pré émulsionnés (vrac et/ou aérosol)	Date de péremption non dépassée **	
Pénétrants fluorescents pour post émulsionnés (vrac et/ou aérosol)	Date de péremption non dépassée **	
Révélateurs (vrac et/ou aérosol)	Date de péremption non dépassée **	
Emulsifiants (vrac et/ou aérosol)	Date de péremption non dépassée **	
Dégraissant	/	/
Système de nettoyage mécanique et/ou chimique post ressuage	/	1
Plaquettes visio tactiles	/	1

\* L'OF écrit dans ses procédures, les méthodes employées pour la vérification des matériels (vérification périodique complète, vérification périodique allégée, vérification comparative, référentiels)

\*\* Il est admis que le OF laisse à disposition des stagiaires des produits périmés afin de tester leur professionnalisme. Il est néanmoins obligatoire de mettre à disposition du stagiaire des produits valides.

Consommables : chiffons propres non pelucheux ou papier absorbant

Sécurité :

- EPI classiques
- EPI obligatoires : lunettes protection UV-A (1 par poste de travail UV), gants.
- EPI facultatifs : masques. (Fonction de l'environnement et de la puissance des extracteurs)

- Des consignes sont données aux stagiaires et sont affichées pour la gestion des déchets solides et liquides.
- En cas d'utilisation de pulvérisateurs (générateurs d'aérosol), une extraction des effluents gazeux doit être opérante.

## 2.2. Ultrasons

Les appareils A-SCAN doivent être numériques. Il est admis que le OF conserve des appareils analogiques en état pour répondre aux attentes de certains stagiaires.

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Poste portatif numérique avec visualisation A-SCAN	12 mois *	1 par stagiaire + 1 secours
Traducteur droit (et câble associé)	/	1 par stagiaire + 1 secours
Traducteur émetteur/récepteur séparés (et câbles associés)	/	1 par stagiaire + 1 secours
Traducteur 45° (et câble associé)	/	1 par stagiaire + 1 pour 3 stagiaires (transfert)
Traducteur 60° (et câble associé)	/	1 par stagiaire + 1 pour 3 stagiaires (transfert)
Traducteur 70° (et câble associé)	/	1 par stagiaire + 1 pour 3 stagiaires (transfert)
Cales AFNOR type A ou B	/	1 par stagiaire
Cales de référence	/	1 par stagiaire, en corrélation avec les éprouvettes et les documents de référence associés

\* Le OF écrit dans ses procédures, les méthodes employées pour la vérification des matériels (vérification périodique complète, vérification périodique allégée, référentiels)

Consommables : chiffons, couplant, dégraissant pour couplant, matériels de mesure type réglet.

Sécurité : EPI classiques

## 2.3. Magnétoscopie

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Electro aimant articulé	12 mois *	2 pour 3 stagiaires + 1 secours
Moyen pour passage de courant (générateur, banc...)		1 + 1 secours
Appareil pour passage de flux hors électro aimant (banc, générateur + solénoïde ou bobine,...)		1
Conducteur central	/	Adapté aux éprouvettes concernées
Solénoïde souple ou rigide	/	Adapté aux éprouvettes concernées
Moyen de désaimantation (tunnel, position désaimantation sur banc,...)	/	1
Mesureurs de champ tangentiel	12 mois *	1 pour 2 stagiaires
Mesureur d'induction rémanente	12 mois *	1
Témoin de magnétisation	/	1 pour 2 stagiaires
Pièce de référence type 2	12 mois *	1 pour traceur fluo, 1 pour traceur noir
Système d'éclairage adapté (lumière blanche, UV-A interprétation)	Vérifications effectuées par le stagiaire	1 par poste d'observation
Luxmètre	12 mois *	1 pour 3 stagiaires + 1 secours
Radiomètre	12 mois *	1 pour 3 stagiaires + 1 secours
Dégraissant	/	En quantité suffisante par rapport au nombre de stagiaires accueillis simultanément
Révélateur fluorescent (vrac ou pulvérisation)	Date de péremption non dépassée **	
Révélateur coloré noir (vrac ou pulvérisation)	Date de péremption non dépassée **	
Fond blanc contrastant	/	
Solvant pour élimination du fond contrastant	/	
Thermomètre contact ou IR	12 mois	1 par OF
Plaquettes visio tactiles	/	/

\* Le OF écrit dans ses procédures, les méthodes employées pour la vérification des matériels (vérification périodique complète, vérification périodique allégée, vérification comparative, référentiels)

\*\* Il est admis que le OF laisse à disposition des stagiaires des produits périmés afin de tester leur professionnalisme. Il est néanmoins obligatoire de mettre à disposition du stagiaire des produits valides.

Consommables : chiffons propres non pelucheux

Sécurité :

- EPI classiques
- EPI obligatoires : lunettes protection UV-A (1 par poste de travail UV), gants.
- EPI facultatifs : masque. (Fonction de l'environnement et de la puissance des extracteurs)
- Des consignes sont données aux stagiaires et sont affichées pour la gestion des déchets solides et liquides.
- En cas d'utilisation de pulvérisateurs (générateurs d'aérosol), une extraction des effluents gazeux doit être opérante.

## 2.4. Radiographie

### 2.4.1 RadiographiE – Technique argentique – RT-F

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Projecteur gamma et accessoires associés	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Collimateur		1
Générateur RX (dimensions du foyer et puissance compatibles avec les éprouvettes proposées par le OF)	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Enceinte d'exposition et/ou salle d'irradiation	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Chambre noire + éclairage inactinique	/	1
1 équipement automatique de développement	/	1 système au choix (chimie adapté au type de film utilisé)
1 chaîne de développement manuel + sécheuse à rouleaux associée	/	
Négatoscope	12 mois *	1/stagiaire pendant l'interprétation
Densitomètre	12 mois *	1 pour 4 stagiaires + 1 secours
IQI à trous et à fils, en corrélation avec les éprouvettes du OF		En nombre suffisant pour couvrir les besoins
Collections des radiogrammes du standard ASTM adaptées aux éprouvettes de fonderie du OF		En corrélation avec les radiogrammes utilisés pour l'épreuve d'interprétation et en rapport avec les pièces de fonderie radiographiées

\* L'OF écrit dans ses procédures, les méthodes employées pour la vérification des matériels (vérification périodique complète, vérification périodique allégée, vérification comparative, référentiels)

**Consommables** : Chiffons, adhésifs, filtres, écrans, cassettes souples et/ou rigides, films argentiques (au moins 3 sensibilités) de formats adaptés aux éprouvettes du OF, repérages en plomb et/ou marquage lumineux, produits de développement.

#### Sécurité :

- Matériels de radioprotection (collectifs et individuels) conformes aux normes et réglementations en vigueur.
- Enceintes conformes à la NFC 15160 pour les critères de Radio protection en Rayons X et conformes à la NFM 62102 et NFM 62103 pour les critères de Radio protection en Rayons Gamma.
- L'OF doit pouvoir mettre à disposition des stagiaires un dosimètre opérationnel si nécessaire (vérifié tous les 12 mois). Les relevés dosimétriques sont tracés par les OF.

## 2.4.2 Radiographie – Technique numérique – RT-D

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Projecteur gamma et accessoires associés	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Collimateur		1
Générateur RX (dimensions du foyer et puissance compatibles avec les éprouvettes proposées par l'OF)	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Enceinte d'exposition et/ou salle d'irradiation	Conforme à la réglementation en vigueur	1
Equipement d'acquisition CR	12 mois *	1 système, voir § ci-après
Equipement d'acquisition DR	12 mois *	1 système, voir § ci-après
Station d'interprétation avec logiciel	Voir ci-dessous § écran et § logiciel	2 pour 3 stagiaires
IQI à trous et à fils , en corrélation avec les éprouvettes de l'OF		En nombre suffisant pour couvrir les besoins
Collections des radiogrammes numérique du standard ASTM adaptées aux éprouvettes de fonderie de l'OF		En corrélation avec les radiogrammes utilisés pour l'épreuve d'interprétation et en rapport avec les pièces de fonderie radiographiées

\* L'OF écrit dans ses procédures, les méthodes employées pour la vérification des matériels (vérification périodique complète, vérification périodique allégée, vérification comparative, référentiels)

### **Système de radiographie numérique :**

Le centre de formation devra disposer et former à l'usage des 2 systèmes de radiographie numérique :

- Système de radiographie numérique CR utilisant des écrans photostimulables à mémoire,
- Système de radiographie numérique DR avec panneaux DDA.

Les exigences concernant le matériel de radiographie numérique sont différentes selon le type de système.

#### **Système CR :**

Pour les systèmes CR, la performance de l'installation doit être vérifiée régulièrement conformément à la norme EN 14784-1.

Les écrans photostimulables utilisés ne devront pas comporter de rayures qui peuvent gêner l'interprétation.

En complément de ces détériorations liées à leurs manipulations, il est à noter que la durée de vie des écrans est limitée par la dose intégrée, il convient de les remplacer dès lors que leurs performances ne permettent plus de respecter les requis normatifs.

Le pas d'échantillonnage doit être réglable au moins jusqu'à une valeur de 50 µm.

Le centre de formation devra avoir à disposition, au minimum, deux sensibilités différentes d'écrans photostimulables délivrant des résolutions différentes.

Paramètres vérifiés	Exigences en CR
Résolution spatiale de base (meilleure combinaison possible écran photostimulable -lecteur numériseur)	Au plus 100µm et en adéquation avec les éprouvettes d'examen à contrôler
Rapport signal sur bruit normalisé	130
Sensibilité au contraste	2% sur indicateur en alliage d'aluminium
Linéarité horizontale et verticale	Meilleure que 2%
Mise à plat de l'image	Différence de niveaux de gris < 15%
Effacement	Image rémanente inférieure à 1% des niveaux de gris maximaux
Autres	Lumière évasée : Pas de glissement ni d'effet de traînée visible

#### Détecteur DR :

Dans le cas des panneaux DDA (système DR), les paramètres de qualité d'image (résolution spatiale, rapport signal sur bruit, sensibilité au contraste, ...) dépendent du grandissement géométrique et donc de la position de l'objet par rapport à la source et au détecteur. Toutefois en radiographie sur soudure dans le secteur CIFM, l'usage du grandissement est limité.

Caractéristiques	Exigences en DR
Dimensions du panneau DDA	Adapté aux éprouvettes à contrôler
SR <sub>b</sub> Détecteur	Adapté aux éprouvettes à contrôler
Pixels défectueux	Conforme à l'ASTM 2597
Traitements d'acquisition (cartographie pixels défectueux, image de blanc, image de noir)	Correction pixels défectueux – correction individuelle de « l'offset » et du gain de chaque détecteur

#### Ecran

Station d'acquisition et/ou d'interprétation avec un écran ayant les caractéristiques minimales suivantes :

- Affichage d'au moins 2 mégapixels d'une taille de pixel < 0,3 mm
- Luminosité minimale de 250 Cd/m<sup>2</sup>
- Affichage d'un minimum de 256 niveaux de gris
- Dynamique 250 :1. (rapport minimal d'intensité lumineuse pouvant être affiché)

L'affichage correct des niveaux de gris et des contrastes sera vérifié au moyen de la mire SMPTE RP 133 ou équivalente.

#### Environnement

L'interprétation des images doit être réalisée dans une salle dont l'éclairage est atténué.

#### Logiciel

La station pour l'interprétation des images numériques devra être équipée du logiciel « ISEE » afin que les stagiaires soient familiarisés avec ce logiciel utilisé lors des examens.

Spécifiquement, pour les pièces moulées, les OF devront disposer des images-types de référence au format numérique ASTM E2422 (Alu gravité) et ASTM E2868 (ferreux) respectivement équivalentes aux films argentiques de références ASTM E155 et ASTM E446 pour l'épreuve d'interprétation.

Si l'OF pour l'épreuve de contrôle des éprouvettes a des pièces n'entrant pas dans ces 2 référentiels, il devra disposer des images-types de référence des collections correspondantes au format numérique.

Consommables : chiffons, adhésifs, filtres, écrans, repérages en plomb.

Sécurité :

- Matériels de radioprotection (collectifs et individuels) conformes aux normes et réglementations en vigueur.
- Enceintes conformes à la NFC 15160 pour les critères de Radio protection en Rayons X et conformes à la NFM 62102 et NFM 62103 pour les critères de Radio protection en Rayons Gamma.
- L'OF doit pouvoir mettre à disposition des stagiaires un dosimètre opérationnel si nécessaire (vérifié tous les 12 mois). Les relevés dosimétriques sont tracés par les OF.



## 2.5. Courants de Foucault

Les appareils utilisés sont vérifiés périodiquement (12 mois)

Caractéristiques minimales des appareils CF suivant les différentes techniques de contrôle :

	Type d'injection		Réglages possibles						Visualisation du signal		
	Mono fréquence	Bi fréquences	f	Phase	dB	Filtres	Equilibrage	Portes	Diagramme d'impédance	X et/ou Y fonction du temps	Appareil digital
Bobine encerclante semi-auto	X	/	X	X	X	X	X	/	X	X	/
Sonde axiale semi-auto ou manuel	X ou X		X	X	X	X	X	/	X	X	/
Tri matière (hors appareil pré-réglé)	X ou X		X	X	X	X	X	X	X	/	/
Mesure de conductivité électrique	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	X
Revêtement	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	X
Palpeur manuel ou semi-auto	X	/	X	X	X	X	X	/	X ou X		/

Pour l'épreuve contrôle de tube par bobine encerclante : système d'avance du tube et système d'enregistrement papier.

Pour l'épreuve contrôle de tube par SAX : système d'avance et de recul de la SAX et système d'enregistrement papier.

Pour les autres épreuves : fonction du type d'appareil utilisé

Sondes : adaptées à chaque type d'éprouvette et en nombre suffisant

Pièces de référence : les contrôle ET s'effectuant par mesure comparatives, des pièces de référence en rapport avec les éprouvettes sont obligatoirement fournies aux stagiaires.

Consommables : papier pour impression

Sécurité :

- EPI classique
- Capot de protection autour des parties tournantes (entraînement des tubes par exemple)

## 2.6. Visuel

### A minima :

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Video endoscope	Vérification sur mire avant chaque session (par le stagiaire)	Au moins 2 pour 3 stagiaires
Fibroscope + générateur de lumière	Vérification sur mire avant chaque session (par le stagiaire)	Au moins 1
Endoscope rigide + générateur de lumière	Vérification sur mire avant chaque session (par le stagiaire)	Au moins 1
Mire	/	1 par stagiaire

Le matériel doit être adapté à la configuration des éprouvettes contrôlées en terme de :

- Longueur
- Diamètre
- Béquillage
- Profondeur de champ
- Visée axiale ou radiale

Consommables : /

Sécurité :

- EPI classiques

## 2.7. Visuel Gaz Naturel pour Véhicule (VT GNV)

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Luxmètre	24 mois	1 pour 3 stagiaires + 1 secours
Pied à coulisse	24 mois	1 par stagiaire
Jauge de profondeur à pointe effilée	24 mois	1 par stagiaire
Mètre à ruban	NA	1 par stagiaire
Comparateur sur tripode	24 mois	1 par stagiaire
Réglet	NA	1 par stagiaire
Moyen d'éclairage autonome LED Xénon ou équivalent	NA	1 par stagiaire
Miroir	NA	1 par stagiaire
Loupe	NA	1 par stagiaire
Cales d'épaisseur		
Dégraissant	NA	1 par stagiaire

Consommables : Chiffons ou papier absorbant

Sécurité : EPI classiques

## 2.8. Etanchéité

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
Spectromètre de masse calé sur la masse 4 de l'Hélium, muni de son pistolet renifleur	NA	Pour 3 stagiaires : 2 + 1 secours
Détecteur Hydrogène	NA	1 + 1 secours
Banc NH3	NA	1
Banc EMVP	NA	1 pour 3 stagiaires
Banc pour test à la bulle par immersion	NA	1
Pompes	Entretien classique	En quantité et performances suffisantes en fonction du volume des éprouvettes
Compresseur	Entretien classique	1 (ou bouteille)
Manomètres	12 mois	En quantité suffisante adaptée aux travaux pratiques
Catharomètre	12 mois	1 + 1 secours
Fuites calibrées	12 mois	En quantité suffisante adaptée aux travaux pratiques
Fuites de référence He	12 mois	En quantité suffisante adaptée aux travaux pratiques
Luxmètre	12 mois	1 par OF

### Consommables :

Gaz : hélium industriel, azote hydrogéné, NH3, Argon

Produits : réactif NH3, chiffons, papier absorbant, produit moussant en vrac ou en BGA, dégraissant, acide nitrite à 3%

Connectique : flexibles, colliers, joints, réductions, croix, tés, vannes, purges (liste non exhaustive) en quantité suffisante pour le nombre de stagiaires accueillis. Les temps d'attente pour défaut de matériel sont interdits.

Autres : matériel pour fabrication des poches « polyane »

### Sécurité :

- EPI classique
- Oxygénomètre
- Vêtement, masque et gant pour test NH3

## 2.9. TOFD

### Moyens logistiques

L'organisme de formation met à disposition du matériel TOFD

A minima l'organisme de formation met à disposition un système d'acquisition pour 2 stagiaires comprenant :

- Appareil étalonné (validité 12 mois) : une documentation simplifiée est à remettre au stagiaire lors de la formation
- Palpeurs en quantité suffisante/câbles
- Semelles en quantité suffisante
- Encodeur/câble
- Système porteur/ maintien des palpeurs
- Couplant adapté
- Bloc de référence

A minima l'organisme de formation met à disposition un système d'analyse de données pour 2 stagiaires, permettant aussi bien l'analyse des fichiers qui ont été acquis par le stagiaire que ceux de la partie de l'examen « analyse des fichiers ».

## 2.10. Emission Acoustique

Appareil ou produits	Durée validité vérification ou étalonnage	Quantité
VALLEN / MISTRAS <ul style="list-style-type: none"><li>• Système multivoies de caractérisation et de localisation des sources d'émission acoustique</li><li>• Nombre minimal de voies : 4</li><li>• Logiciels d'analyse des données et algorithmes de localisation linéaire et planaire associé à l'appareil</li></ul>	12 mois	1
Sources émettrices	/	1
Capteurs 200 kHz et câbles associés		10 mini
Préamplificateur	12 mois	8 mini
PC pour traitement des fichiers		2 munis des logiciels adéquats

A la fin de chaque session, l'organisme de formation prendra toutes les dispositions pour que les fichiers accrus ne soient pas accessibles lors des sessions ultérieures.

### Consommables :

- Cément pour capteurs

### Sécurité :

- EPI classique

## 2.11 Ultrasons Multiéléments soudures ferritiques (UTPA Ferritic weld)

### Moyens logistiques

A minima l'organisme de formation met à disposition un système d'acquisition pour 2 stagiaires et possède un équipement de secours.

Pour l'analyse des fichiers, , a minima l'organisme de formation met à disposition un système d'analyse de données pour 2 stagiaires (soit un équipement multi-groupes soit un logiciel d'analyse permettant de gérer les portes, l'affichage simultané des différents groupes, les vues (Ascan, Bscan, Cscan et Sscan) et les curseurs de mesure).

Différentes sonde linéaires, sabots, bloc d'étalonnage, de référence et encodeur, en quantité suffisante sont utilisés lors de la formation.

L'organisme de formation doit rédiger une notice simplifiée d'utilisation des systèmes d'acquisition et d'analyse.