

**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module.

Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.

La formation Ressuage doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

## Objectifs de formation

Pour les Niv 1 : Maîtriser la mise en œuvre du contrôle par courants de FOUCAULT sur les techniques « DD/M » et être capable de sanctionner la pièce faisant l'objet du contrôle par rapport à une instruction.

Pour les Niv 2 savoir également rédiger une instruction pour un Niv 1 par rapport à la documentation/normes et aux spécificités de la pièce.

Avantages et inconvénients de la méthode « Capacités et limitations pour chaque technique dans la méthode »

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Exercices pratiques en courants de FOUCAULT

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001.

Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels constructeurs : « SAFRAN (PR 5400/DMC 0080) - AIRBUS (AITM 6-003/6-005/6-006) ET DASSAULT (DGQT 1.0.0.40/1.0.0.44) » et sur les normes applicables « ISO 15549/15548/12718 »

Liste de références de laquelle sont issues les pièces de formation.

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification.

Rappel de mathématiques, physiques. Théorie de base. Présentation SSE.

## Techniques opératoires, les principes

Niveau 1 et niveau 2

(En gras spécificités Niveau 2)

Gammes de fréquences, limitations, réglages, paramètres à respecter, calibration, capteurs utilisables pour les rubriques ci-dessous :

- Mesure de conductivité
- Recherche de criques de surface par hautes fréquences
- Recherche de défauts dans les alésages par sondes tournantes
- Recherche de défauts sous-jacents en basses fréquences
- Equipements polyvalents
- Equipements spéciaux (Courants de Foucault pulsés, multifréquences et multivoies)

## Métallurgie

- Notions de métallurgie
- Traitement thermique (conductivité, dureté)
- Traitement de surfaces (peinture, oxydation, ...)
- Défauts d'élaboration, de fabrication, de fonctionnements rencontrés

## Calibration

- Cales de calibration : Cales universelles (conductivité, épaisseur revêtement, HF), cales d'alésages (différents matériaux), cales spécifiques (BF)
- Mise en œuvre de la calibration : Type de défauts artificiels, exécution de la calibration, représentativité des défauts de calibration, notion de seuil de détection

## Capteurs

- Principe théorique : absolus, différentiels, émission/réception séparés, multifonctions
- Applications : conductivité (absolus), sondes crayon HF (absolues ou différentielles), sondes tournantes (différentielles)
  - \* pour alésages - \* pour surfaces planes
  - Sondes BF (absolues différentielles ou E/R séparées)
  - \* glissantes et statiques - \* capteurs multi éléments
  - Sondes absolues de mesure d'épaisseur de revêtement (peinture), sondes de forme
  - \* annulaires : BF - \* formes spéciales : HF
- Blindage et focalisation : rôle du blindage et de la focalisation, exemples d'applications

**Equilibrage des sondes : intégré à la sonde, dédié à un appareil**

## Objectifs de formation

Pour les Niv 1 : Maitriser la mise en œuvre du contrôle par courants de FOUCAULT sur les techniques « DD/M » et être capable de sanctionner la pièce faisant l'objet du contrôle par rapport à une instruction.

Pour les Niv 2 savoir également rédiger une instruction pour un Niv 1 par rapport à la documentation/normes et aux spécificités de la pièce.

Avantages et inconvénients de la méthode « Capacités et limitations pour chaque technique dans la méthode »

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Exercices pratiques en courants de FOUCAULT

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001.

Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels constructeurs : « SAFRAN (PR 5400/DMC 0080) - AIRBUS (AITM 6-003/6-005/6-006) ET DASSAULT (DGQT 1.0.0.40/1.0.0.44) » et sur les normes applicables « ISO 15549/15548/12718 »

Liste de références de laquelle sont issues les pièces de formation.

## Adéquation des techniques aux matériaux -

### Avec exemple par problème :

Alliages non ferreux : corrosion : absolue BF,

Fissures débouchantes \* absolue ou différentielle HF type « crayon »

Fissures non débouchantes \* absolues - différentielle, E/R séparées

Alésages \* différentielles HF

Conductivité \* absolue moyenne fréquence

Épaisseur de revêtement \* absolue moyenne fréquence

Alliages ferromagnétiques : différentielles HF

**Composites (conducteurs) : exemple : bobines encerclantes**

## Traitement du signal : imagerie, ... Rédaction d'une procédure de contrôle

Plan de la gamme,

Choix de la documentation nécessaire,

Choix de l'équipement de contrôle

Préparation avant inspection \* inspection visuelle - \* état des pièces

Calibration

Mode opératoire

Critères et sanctions

Traitement des cas douteux

## Traitement des résultats / Types de résultats possibles

Indications de l'appareil : rapport

Enregistrements

## Qualité

Qualification des opérateurs et suivi de l'acuité visuelle.

Procédures, manuels de maintenance, carte de travail, service bulletin,

Étalonnage périodique des appareils CF

Établissement d'un PV ou rapport de contrôle

Spécifications :

Lecture d'une procédure ou gamme de contrôle

Cas douteux

**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module.

Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.

La formation doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

## Objectifs de formation

Former aux procédés des Contrôles Non Destructifs.

Pour les niveaux 1 préparer les Agents Techniques, inspecteurs, opérateurs débutants ou peu expérimentés à réaliser le contrôle.

Pour les niveaux 2, préparer les Agents de maîtrise, Agents techniques, inspecteurs, opérateurs ayant une expérience professionnelle désirant :

Acquérir le niveau de qualification lui permettant de réaliser ce contrôle et en vérifier la bonne exécution,

Comprendre les normes, spécifications et les transcrire en instruction de contrôle pour les niveaux 1

Etre capable d'interpréter les cas douteux et de proposer (ou réaliser les contre essais nécessaires)

Assurer la formation pratique aux agents niveau 1 et leur apporter l'assistance technique nécessaire.

Préparer aux épreuves de certification des Agents niveau 1 ou 2 selon le niveau du stage retenu :

Avantages et inconvénients de la méthode

Avantages et inconvénients des capacités et limitations pour chaque méthode et technique

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Travaux pratique

Visite des installations industrielles

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001.

Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels constructeurs :

SAFRAN (PR 5300/DMC 0070).

AIRBUS HELICOPTER (EI 070 09-11).

Sur la norme ASTM E 1444.

Liste de références de laquelle sont issues les pièces données en formation.

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification.  
Théorie de base. Présentation SSE. Principes de la méthode.

Pour Niveaux 1 et 2

## Techniques Opératoires

Matériels adaptés aux diverses techniques d'aimantation

- Passage de courant direct ou indirect
- Bobines, Solénoïdes, etc...

Méthodes d'aimantation

- Méthode continue, par rémanence

Choix de la méthode d'aimantation en fonction de la géométrie des Pièces à contrôler

- Etape du procédé

## Types de défauts

Spécifiques à chaque stade de fabrication et d'utilisation.  
Nature, forme, position, orientation.

## Produits/pièces

Modes d'élaboration, de transformation, d'usinage et d'assemblage des aciers

## Traitements thermiques et thermo-chimiques

Température, Revenu, Détente, Déshydrogénation, Incidence de la température sur le magnétisme

## Usinage des produits

- Moyens conventionnels (fraisage, tournage, rectification,
- Electroérosion, Electrochimie
- Techniques de déformation (cambrage, moletage, rivetage,

## Etalonnage

Etalons, Moyens de vérification des installations

## Intensité d'aimantation

- Valeurs de champ magnétique préconisées
- Vérification de la valeur du champ magnétique
- Relations entre valeurs lues sur ampèremètres et valeur de crête

## Désaimantation

But, Principes, Modes opératoires

## Liqueur magnétique

Nature, caractéristiques, moyens de vérification

## Images fallacieuses

- Cas de la géométrie des pièces, Assemblages soudés, L'usinage, Perméabilité du matériau

## Objectifs de formation

Former aux procédés des Contrôles Non Destructifs.

Pour les niveaux 1 préparer les Agents Techniques, inspecteurs, opérateurs débutants ou peu expérimentés à réaliser le contrôle.

Pour les niveaux 2, préparer les Agents de maîtrise, Agents techniques, inspecteurs, opérateurs ayant une expérience professionnelle désirant :

Acquérir le niveau de qualification lui permettant de réaliser ce contrôle et en vérifier la bonne exécution,

Comprendre les normes, spécifications et les transcrire en instruction de contrôle pour les niveaux 1

Etre capable d'interpréter les cas douteux et de proposer (ou réaliser les contre essais nécessaires)

Assurer la formation pratique aux agents niveau 1 et leur apporter l'assistance technique nécessaire.

Préparer aux épreuves de certification des Agents niveau 1 ou 2 selon le niveau du stage retenu :

Avantages et inconvénients de la méthode

Avantages et inconvénients des capacités et limitations pour chaque méthode et technique

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Travaux pratique

Visite des installations industrielles

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001.

Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels constructeurs :

SAFRAN (PR 5300/DMC 0070).

AIRBUS HELICOPTER (EI 070 09-11).

Sur la norme ASTM E 1444.

Liste de références de laquelle sont issues les pièces données en formation.

## Rayonnement UV

Caractéristiques et conditions d'utilisation

## Qualité

Agrément des installations, Suivis périodiques, Instructions de contrôle, Spécifications, Hygiène et sécurité

## Champ tangentiel

Moyens de mesure, Relations entre valeurs lues sur les mesureurs de champ et les valeurs réelles

## Conditions d'examen

Manipulation des pièces, Environnement du poste d'examen, Moyens de mesure, Moyens visuels, Interprétation des défauts, Sanctions

## Préparation des pièces avant et après application du procédé

Dégraissage (solvants, lessives alcalines, solutions acides) et préparations mécaniques (sablage, grenailage) sur :

Pièces usinées, Pièces en service, Pièces brutes

## Traitement des résultats / Types de résultats possibles

Indications de l'appareil : rapport  
Enregistrements

Pour Niveau 2 :

## Gamme opératoires

Connaissances générales des gammes et considération du cours Gamme d'élaboration, d'usinage, contrôle, assemblage, maintenance

**PUBLIC** : Inspecteurs débutants ou peu expérimentés désirant acquérir ou mettre à jour leurs connaissances de base en métallurgie appliquée aux Contrôles non Destructifs Inspecteurs ayant une expérience professionnelle en métallurgie confrontés aux problèmes de choix, de mise en œuvre ou de contrôle des matériaux

**PREREQUIS** : Niveau scolaire correspond au brevet, bac, BTS ou équivalent. Ce niveau peut avoir été obtenu par formation professionnelle

## Objectifs de formation

- Apporter ou rappeler les connaissances métallurgiques nécessaires pour permettre notamment d'appréhender les différents modes de dégradations pouvant intervenir À chaque étape de la fabrication et ou d'utilisation des matériaux/pièces.
- La formation matériaux et produits complète les formations initiation aux CND et la méthode retenue (ressuage, radiologie etc.) lorsque le stagiaire est débutant dans la pratique des CND.
- La formation matériaux et produits complète la méthode retenue pour un stagiaire déjà familiarisé voir relativement expérimenté.

## Moyens pédagogiques

- Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,
- Nb : les matériaux composites, alliages réfractaires et titanes sont étudiés dans ce stage
- Support pédagogique complémentaire « Précis de métallurgie de chez NATHAN »

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification

## Notation sur les matériaux et technologies spécifiques à l'aéronautique Matériaux métalliques :

- Alliages d'aluminium,
- Alliages de magnésium,
- Aciers fortement alliés,
- Aciers inoxydables,
- Alliages de Nickel,
- Alliages de Cobalt,
- Alliages de Titane,
- Aciers non alliés,
- Aciers faiblement alliés.

### Composites :

- Matrice organique (KEVLAR, fibres de carbone, verres), métalliques, carbone ou céramique,
- Renfort particulaire, fibreux, tissu,
- Résines renforcées fibres longues ou courtes...

**Méthodes d'élaborations** : A l'air, sous vide, refusions, coulées en lingotières ou continue...

## Procédés de mise en forme

- Coulée en sable ou en cire perdue, en coquille, structure équiaxe, colonnaire ou monocristalline, laminage, forgeage, fluotournage, frittage, emboutissage, usinages à l'outil, par abrasion, chimique ou électrochimique, découpage par fusion (LASER...).
- Moulage, bobinage, drapage, structure sandwich, usinage à l'outil, découpage par fusion.

**Formes des produits** : Barres, profilés, tôles, tubes, pièces...

**Traitements** : Mécaniques, thermiques, thermo-chimiques, chimiques, électrochimiques, protection par peinture, métallisation par projection (plasma).

## Assemblages

Mécaniques, soudage par fusion continue (TIG, électrode enrobée, faisceau d'électrons, oxyacétylénique, par friction) par points, brasage, diffusion, collage, rivetage...

**Caractéristiques** Physico-chimiques et mécaniques aux différents stades de fabrication et de traitement...

## Corrosion :

Sensibilités alliages et paramètres favorisants

## Utilisation :

Sollicitations mécaniques, thermiques, chimiques, influence du temps ou du nombre de cycles. Niveaux, répartitions et orientations des contraintes...

	<p><b>Défauts</b> Spécifiques à chaque stade de fabrication et d'utilisation. Nature, forme, position, orientation, fréquence, densité, ou défauts de structure (H.I.D., white, spot, ségrégations...).</p> <p><b>Assurance Qualité</b> Fournisseur, concepteur, fabricant, utilisateur. Manuel qualité, procédures, contrôle, validation de procédés, Homologation d'installations, audits, qualification du personnel, Statistiques. Moyens de mesure des températures.</p>

**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Avoir assisté à la formation radiologie X au préalable.

- Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module.
- Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.
- La formation radiologie doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

## Objectifs de formation

- Identifier les points importants pour initier son dossier d'examen.
- Etre sensibilisé au passage de l'examen en étudiant les exigences de la CER/COSAC-PR-001 propre à la méthode, le niveau et son expérience.
- Amener les candidats à la qualification Niv1 et 2 à une bonne connaissance théorique sur la méthode pour les entrainer à interpréter correctement les QCM donnés lors de l'examen général et spécifique ; à l'aide notamment d'exercices d'interprétation du tronc commun COFREND.

### Préparation qualification Niveau 1

- S'adapter à l'installation et au matériel de radiologie
- Connaître les règles d'hygiène, sécurité et environnement d'une cabine radio et les appliquer.
- Réaliser les vérifications périodiques et savoir juger de la validité de l'installation pour le contrôle des pièces en accord avec les instructions fournies.
- Réaliser le contrôle radio et sanctionner un lot de pièce (mise en œuvre de matériel, pièces issues de différents domaines d'activités, modes opératoires différents) en suivant les instructions fournies. L'attitude, le respect des procédures, le soin apporté lors du contrôle seront nécessaires pour la réalisation de cette opération. A la suite de ce contrôle, rédiger un rapport de contrôle par radio sur l'une des pièces contrôlées, en respectant notamment le domaine d'activité, les critères indiqués sur le sujet (PV contrôle)

### Préparation qualification Niveau 2

- Elaborer une instruction de contrôle par radio conformément aux spécifications ou normes du client ou/et du donneur d'ordre. Les pièces réalisées dans le module pourront être utilisées en support. Définir les produits et les conditions opératoires pour la réalisation de la radio d'une pièce donnée selon une spécification (critères, domaine d'activité, nombre de pièce, taille, ...).
- Avantages et inconvénients de la méthode « capacités et limitations pour chaque technique »

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers.

Exercices pratiques en cabine de radio.

Pour les Niv 2 rédaction d'une instruction de contrôle applicable par un Niv 1.

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN 4179 et du comité sectoriel COFREND/COSAC (CER COSAC PR-001

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification.

## Théorie (niveau 2 en rouge)

- Eléments de classification d'une méthode CND
- Phase élémentaire d'une méthode CND
- Historique
- But de la radio numérique

## Domaine d'application

- Etude des différents détecteurs
- Les enjeux numériques
- Les images numériques
- Informatique & CND
- La transformation analogique – numérique
- Echantillonnage – choix de la fréquence
- Le codage des données en informatique
- Le stockage dans un fichier
- Visualisation des images : outils de base
- Définitions

## Computed Radiography (CR)

- Système CR
- Le principe de fonctionnement
- Classes de système IP
- Ecran photo stimuable (Ecran Radio-Luminescent à Mémoire - ERLM)
- Création de l'image latente
- **Ecran métallique et filtre**
- Effacement
- Détérioration et artefacts
- Scanner
- Les paramètres influant sur la taille du défaut à détecter
- Critères de choix des paramètres du système CR

## Digital Radiography (DR)

- Le système DR
- Les capteurs DDA
- L'acquisition des données
- Les critères de choix des détecteurs
- Les paramètres influents sur la qualité de l'image
- Les critères de choix CR/DDA pour remplacer le film argentique

## Traitement d'image

- Visualisation des images
- Amélioration de la détection sur images brutes
- Application à la remise à plat d'une image (pour information)
- Seuillage et traitement des images binaires
- Vérifications périodiques

## Objectifs de formation

- Identifier les points importants pour initier son dossier d'examen.
- Être sensibilisé au passage de l'examen en étudiant les exigences de la CER/COSAC-PR-001 propre à la méthode, le niveau et son expérience.
- Amener les candidats à la qualification Niv1 et 2 à une bonne connaissance théorique sur la méthode pour les entraîner à interpréter correctement les QCM donnés lors de l'examen général et spécifique ; à l'aide notamment d'exercices d'interprétation du tronc commun COFREND.

### Préparation qualification Niveau 1

- S'adapter à l'installation et au matériel de radiologie
- Connaître les règles d'hygiène, sécurité et environnement d'une cabine radio et les appliquer.
- Réaliser les vérifications périodiques et savoir juger de la validité de l'installation pour le contrôle des pièces en accord avec les instructions fournies.
- Réaliser le contrôle radio et sanctionner un lot de pièce (mise en œuvre de matériel, pièces issues de différents domaines d'activités, modes opératoires différents) en suivant les instructions fournies. L'attitude, le respect des procédures, le soin apporté lors du contrôle seront nécessaires pour la réalisation de cette opération. A la suite de ce contrôle, rédiger un rapport de contrôle par radio sur l'une des pièces contrôlées, en respectant notamment le domaine d'activité, les critères indiqués sur le sujet (PV contrôle)

### Préparation qualification Niveau 2

- Elaborer une instruction de contrôle par radio conformément aux spécifications ou normes du client ou/et du donneur d'ordre. Les pièces réalisées dans le module pourront être utilisées en support. Définir les produits et les conditions opératoires pour la réalisation de la radio d'une pièce donnée selon une spécification (critères, domaine d'activité, nombre de pièce, taille, ...).
- Avantages et inconvénients de la méthode « capacités et limitations pour chaque technique »

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers.

Exercices pratiques en cabine de radio.

Pour les Niv 2 rédaction d'une instruction de contrôle applicable par un Niv 1.

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN 4179 et du comité sectoriel COFREND/COSAC (CER COSAC PR-001

## Suivi périodique des matériels

- Suivi des performances communes
- Suivi des performances de l'installation CR
- Suivi des performances de l'installation DR
- Traitements d'images appliqués au suivi périodique des matériels

## Méthodes opératoires

- Règles pour passer de l'argentique au numérique CR et DDA
- Règles d'utilisation des images de référence ASTM pour les pièces de fonderie
- Modes opératoires spécifiques/familles de pièces
- Evolution des paramètres apportés par la méthode CR
- Evolution des paramètres apportés par la méthode DR

## Archivage et rapport

- Archivage
- Rapport

## Pratique

- Types de défauts recherchés Hygiène, Sécurité & Environnement
- Gammes de produits utilisés Classification des procédés
- Les documents de contrôle
- Mode opératoire
- Vérifications périodiques



**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module.

Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.

La formation Ressuage doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

## Objectifs de formation

Ce programme décrit la formation spécifique nécessaire aux agents CND postulant à une certification dans le domaine aéronautique. Certaines notions sont redondantes avec la formation COFREND tronc commun, elles sont néanmoins reprises ici car elles sont indispensables à la compréhension générale de l'ensemble.

La formation portera sur des notions théoriques telles que la physique des rayons X, les appareils, les techniques de prise de vue et des applications pratiques sur les matériaux et les défauts rencontrés dans les pièces aéronautiques.

En termes de formation générale les besoins en radioscopie sont identiques à ceux de la radiographie, seule la partie détection diffère. Un chapitre spécifique traite de tous les détecteurs autres que le film et techniques numériques.

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Exercices pratiques

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001. Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels techniques Safran (PR-xxxx, DMC-xxxx, Engine Shop Manuel...).

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification.

## Principes physiques

Nature et propriétés des rayons X, Interaction rayons X / matière  
Loi d'absorption des rayons X, coefficients d'absorption, Principe de la radiographie

## Génération des rayons X

Principes de génération, spectre de rayonnement  
Les postes à rayons X = 420Kv, Les accélérateurs, rayons X > 420 Kv

## Qualité d'image - Principes généraux

Flou géométrique, Projection elliptique, Contraste : objet, moyen, image  
Energie du rayonnement, Rayonnement diffusé, limitations possibles

## Indicateurs de qualité d'image

Différents types d'IQI, Règles d'utilisation, Normes

## Utilisation du film radiographique

Structure du film radiographique, Densité optique, sensibilité, courbes caractéristiques, temps de pose, latitude, Ecrans renforceurs rôle et utilisation, Traitement du film, développement, stockage, archivage. Artéfacts

## Techniques de prise de vue

Détermination des paramètres de tir, Techniques de prise de vue usuelle, à exposition constante, Méthode multi films, Localisation des défauts, triangulation

## Radioscopie, Radio numérique et techniques associées

Détecteurs : amplificateurs de brillance, écran plat, barrette Contrôle temps réel  
Avantages et limitations par rapport au film

## Tomographie

Principe et applications potentielles, Equipements industriels,

## Traitement d'image

Généralités sur le traitement d'image et notions de base  
Principales fonctions pour la radioscopie numérique

## Contrôle des matériaux métalliques - Fonderie

Notions de métallurgie (acier, aluminium, magnésium, super alliage) et technologies de fabrication

Défauts rencontrés : cavités, soufflures, retassures, inclusions  
Application des normes (ISO, EN, ASMT, AIR 3380)  
- Réalisation d'un contrôle d'une pièce de fonderie  
- Instruction de contrôle (Utilisation d'une instruction de contrôle - Niveau 1)

## Objectifs de formation

Ce programme décrit la formation spécifique nécessaire aux agents CND postulant à une certification dans le domaine aéronautique. Certaines notions sont redondantes avec la formation COFREND tronc commun, elles sont néanmoins reprises ici car elles sont indispensables à la compréhension générale de l'ensemble.

La formation portera sur des notions théoriques telles que la physique des rayons X, les appareils, les techniques de prise de vue et des applications pratiques sur les matériaux et les défauts rencontrés dans les pièces aéronautiques.

En termes de formation générale les besoins en radioscopie sont identiques à ceux de la radiographie, seule la partie détection diffère. Un chapitre spécifique traite de tous les détecteurs autres que le film et techniques numériques.

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,

Exercices pratiques

La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001. Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels techniques Safran (PR-xxxx, DMC-xxxx, Engine Shop Manuel...).

Prise des clichés, utilisation des IQI et interprétation  
Rédaction d'un PV de contrôle

## Assemblages, Soudures, Brasage, Rivetage

Procédés de soudage (TIG, faisceau d'électron, laser, par points)  
Défauts rencontrés : fissures, criques, manque de pénétration ou de brasure, inclusions, Application des normes (ISO, EN, ASMT, AIR 3380), Réalisation du contrôle de soudure

Cas particulier des soudures circulaires, - Instruction de contrôle (Utilisation d'une instruction de contrôle - Niveau 1), Prise des clichés, utilisation des IQI et interprétation, Rédaction d'un PV de contrôle

## Contrôle des matériaux composites

Notions d'élaboration (Carbone, Kevlar, NIDA) et technologies de Fabrication

Défauts rencontrés : cavités, délaminages  
Application des normes (ISO, EN, ASTM, AIR 3380)

Réalisation du contrôle d'une pièce composite  
Contrôle en tir tangentiel, - Instruction de contrôle (Utilisation d'une instruction de contrôle - Niveau 1), Prise des clichés, utilisation des IQI et interprétation, Rédaction d'un PV de contrôle

## Contrôle en maintenance / Facteurs D'endommagement en service

Défauts rencontrés : criques sur les assemblages soudés, brasés ou rivetés, délaminages dans les composites, corrosion des pièces métalliques

## 3 Techniques : Pré émulsionné | Post Emulsification | Essuyage

**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module. Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.

La formation Ressuage doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

### Objectifs de formation

- Identifier les points importants pour initier son dossier d'examen.
- Etre sensibilisé au passage de l'examen en étudiant les exigences de la CER/COSAC-PR-001 propre à la méthode, le niveau et son expérience.
- Amener les candidats à la qualification Niv1 et 2 à une bonne connaissance théorique sur la méthode pour les entrainer à interpréter correctement les QCM donnés lors de l'examen général et spécifique ; à l'aide notamment d'exercices d'interprétation du tronc commun COFREND.

#### Préparation qualification Niveau 1

- S'adapter à l'installation et au matériel de ressuage
- Connaître les règles d'hygiène, sécurité et environnement d'une installation de ressuage et les appliquer.
- Réaliser les vérifications périodiques et décider de la validité de l'installation pour le contrôle des pièces en accord avec les instructions fournies.
- Réaliser le ressuage et sanctionner le contrôle d'un lot de pièce (mise en œuvre de matériel, pièce issue de différents domaines d'activités, produits de ressuage, mode opératoire différents) en suivant les instructions fournies. L'attitude, le respect des procédures, le soin apporté lors du contrôle sera nécessaire pour la réalisation de cette opération. A la suite de ce contrôle, élaborer un rapport de contrôle par ressuage sur une des pièces contrôlées, en respectant notamment le domaine d'activité, les critères indiqués sur le sujet (PV contrôle).

#### Préparation qualification Niveau 2

- Construire une instruction de contrôle par ressuage conformément aux spécifications ou normes du client ou/et du donneur d'ordre. Les pièces réalisées dans le module pourront être utilisées en support. Définir les produits et la méthode d'application pour la réalisation du ressuage d'une pièce donnée et d'une spécification (critères, domaine d'activité, nombre de pièce, taille,).
- Avantages et inconvénients de la méthode  
« Capacités et limitations pour chaque technique »

### Moyens pédagogiques

- Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers.
- Exercices pratiques en cabine de ressuage. Comparaison des modes d'application : pistolet électrostatique, par immersion et essuyage.
- Pour les Niv 2 rédaction d'une fiche d'instruction applicable par un Niv 1.
- La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN 4179 et du comité sectoriel COFREND/COSAC (CER COSAC PR-001).

### Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification

### Théorie

- Eléments de classification D'une méthode CND
- Phase élémentaire d'une Méthode CND
- Historique
- But du ressuage
- Domaine d'application : Tous types de matériaux (Matériaux non poreux). Défauts débouchant en surface, Non colmaté
- Recherche de défauts > 0,5
- Types de défauts recherchés
- La tension superficielle
- La capillarité
- Le mouillage
- Principes physiques : La loi de Jurin
- Particularités physiques des Pénétrants
- Principe du contrôle
- Schéma type
- Préparation des pièces
- Pénétrant
- Types d'installations
- Application du pénétrant
- Types d'installation
- Elimination de l'excès de pénétrant
- Émulsifiant
- Influence des paramètres
- Séchage des pièces
- Révélateur
- Condition d'examen
- Observation des indications : Direction optimale de
- Les moyens endoscopiques
- Les ultra-violets: Echelle de rayonnement
- Les types de lampes UV
- Mesure des indications
- Vérification des indications
- Nettoyage des pièces après contrôle
- Méthodes dérivées

### Pratique

- Types de défauts recherchés
- Hygiène, Sécurité & Environnement
- Le Tronc commun
- Les ultra-violets : Types de lampe
- Mesure des indications
- Lever de doute
- Les documents de contrôle, Les unités.
- Selon la norme ASTM E 1417.
- Classement et gamme de produits utilisés selon AMS 2644.
- Référentiels constructeurs : « SAFRAN (PR 5000/DMC 0010) - AIRBUS (AITM 6-001) ET DASSAULT (EI 070 09-023) »
- Gammes de produits utilisés
- Classification des procédés
- Les documents de contrôle
- Mode opératoire
- Vérifications périodiques

**PUBLIC** : Toute personne déjà initié en radiologie X désirant monter en compétence en tomographie X

**PREREQUIS** : avoir suivi la formation radiologie et la formation radiologie numérique

## Objectifs de formation

Ce programme décrit une formation spécifique tomographie X ayant pour cible des personnels et agents désirant monter en compétence dans cette technique.

La formation portera sur les notions théorique de la tomographie X, et proposera des travaux pratiques.

L'objectif de montée en compétences est que l'apprenant, à la suite de la formation, soit capable d'établir une faisabilité de contrôle par tomographie X en prenant en compte les contraintes et avantages de la méthode. Sa culture sur la technique lui permettra aussi d'avoir la connaissance des diverses techniques disponibles sur le marché.

## Moyens pédagogiques

Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers, Exercices pratiques.

Liste des normes applicables (spé tomo) :

- NF EN 16016-1
- NF EN 16016-2
- NF EN 16016-3
- NF EN 16016-4
- EN 12543-2
- ASTM E 1570
- ISO 15708
- ASTM E 1441-19
- ASTM E 1570-00
- ASTM E 1672-06
- ASTM E 1695-95
- ASTM E 1814-96
- ASTM E 1931-97
- ASTM E 1935-97
- ISO 15708-2

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification

### Partie 1 - 100 % théorique

#### **Introduction à la Tomographie X**

1. Introduction générale
2. Historique de la Tomographie X
3. L'utilisation de la Tomographie X (Expertise / Prod / Reverse E / Crise ou maintenance)
4. Normes applicables

#### **Systemes tomographiques et principes généraux**

1. Principe général d'un tomographe
2. Les différents types de systèmes tomographiques
3. L'importance de la mécanique
4. Le tube RX
5. Le détecteur
6. Les méthodes standards (cone beam vs fan beam)
7. Les méthodes non standards (hélicoïdale, lamino ...)

#### **Notions d'imagerie tomographique**

1. Les différentes méthodes de reconstruction
2. La constitution d'une image numérique 3D
3. Traçabilité et archivage

#### **Les utilisations de la tomographie X**

1. Analyse santé matière
2. Mesure dimensionnelle
3. Reverse Engineering
4. Sanction automatique
5. Exemples concrets
  - Sur pièces de fonderie
  - Sur pièces composites
  - Sur pièces en fabrication additive
  - Cas du médical
  - Exemple de mise en production
  -

### Partie 2 – 50/50 % théorique/pratique

#### **Etablir une faisabilité – les éléments à prendre en compte**

1. Nature du matériau
  - Cas des mono matériaux
  - Cas des multi matériaux
  - Diffraction due à la structure du matériau
2. Géométrie de la pièce
3. Nature des discontinuités
  - Taille des discontinuités
  - Densité des discontinuités
  - Forme des discontinuités
4. Zone d'intérêt
  - Entièrement de la pièce
  - Zoom local sur la pièce
5. TP : étude de cas sur les éléments ci-dessus

#### **Paramétrer l'acquisition et la reconstruction**

1. Paramétrer l'acquisition
  - Paramètres liés au tube RX
  - Paramètres liés au détecteur
  - Paramètres autres

**2. Paramétrer la reconstruction**

Paramètres géométriques

Filtres &amp; corrections

Les Artefacts

**3. TP : étude de cas sur les éléments ci-dessus****Evaluer la qualité d'image**

1. Les vérifications périodiques (VP) et tests de Validation Qualité (VQ)

2. Indicateur de Qualité d'Image IQI 3D

3. Indicateurs courants (CNR/SNR/Flou ...)

4. Indicateurs spécifiques (MTF/CDF...)

5. Métrologie du système

6. TP : étude de cas sur les éléments ci-dessus

**Analyse de l'image**

1. Défectologie 3D

2. Méthodes de visualisation

3. Méthodes d'inspection santé matière

4. Mesures dimensionnelles

5. Simulation

6. Exemples de logiciels

- Logiciel polyvalent (du marché)

- Logiciel spécifique (Développement pour une application/pièce donnée)

7. TP : étude de cas sur les éléments ci-dessus

**PUBLIC** : Toute personne débutante dans la méthode désirant se présenter à l'examen niveau 1 ou niveau 2 selon la norme EN4179. Toute personne déjà certifiée niveau 1 ou niveau 2 désirant être recertifiée

**PREREQUIS** : Toute personne se présentant à la certification dans la méthode doit suivre le module.

Cette formation est conseillée pour les personnes devant passer une recertification.

La formation doit être accompagnée d'une formation matériaux produits car dans l'examen général 10 questions Matériaux Produits sous forme de QCM, sont maintenant intégrées aux « 40 questions du TC COFREND »

## Objectifs de formation

- Avantages et inconvénients de la méthode
- Avantages et inconvénients des capacités et limitations pour chaque méthode et technique

## Moyens pédagogiques

- Enseignement théorique dispensé en salle de cours avec supports papiers,
- Exercices pratiques en ultrasons
- La formation proposée est organisée en s'appuyant sur les exigences de l'EN-4179 et de la CER COSAC PR-001.

Elle s'appuie aussi principalement sur les référentiels constructeurs :

SAFRAN (PR 5120/5125/DMC 0020/CCT00573).

AIRBUS (AITM 6-4003/4005/4016).

Sur les normes AMS STD 2154/ASTM E 2491-13

- Liste de références de laquelle sont issues les pièces de formation

## Accueil

Présentation du stage et de l'examen de certification.  
Accueil SSE

## Théorie

Rappels de mathématiques, de physique

Classification des Ondes ultrasonores.

Principes de la méthode :

Ondes ultrasonores : méthodes de production et étude des palpeurs et des faisceaux

## Pratique

Visualisation des ultrasons

- Contrôle par contact : vérifications périodiques Mise en œuvre industrielle Détermination des paramètres de contrôle Description des appareils

- Contrôle par immersion : Etalonnage OL – OT Mesures d'épaisseur

Dimensionnement des défauts Applications sur les composites Métrologie des ultrasons Niveau 2 : rédaction des gammes

Niveaux 1 et 2 : Rédaction rapport de contrôle Applications sur installations Synthèse

Produits et matériaux

Formation et caractérisation du défaut

## Traitement des résultats / Types de résultats possibles

- Indications de l'appareil : rapport
- Enregistrements