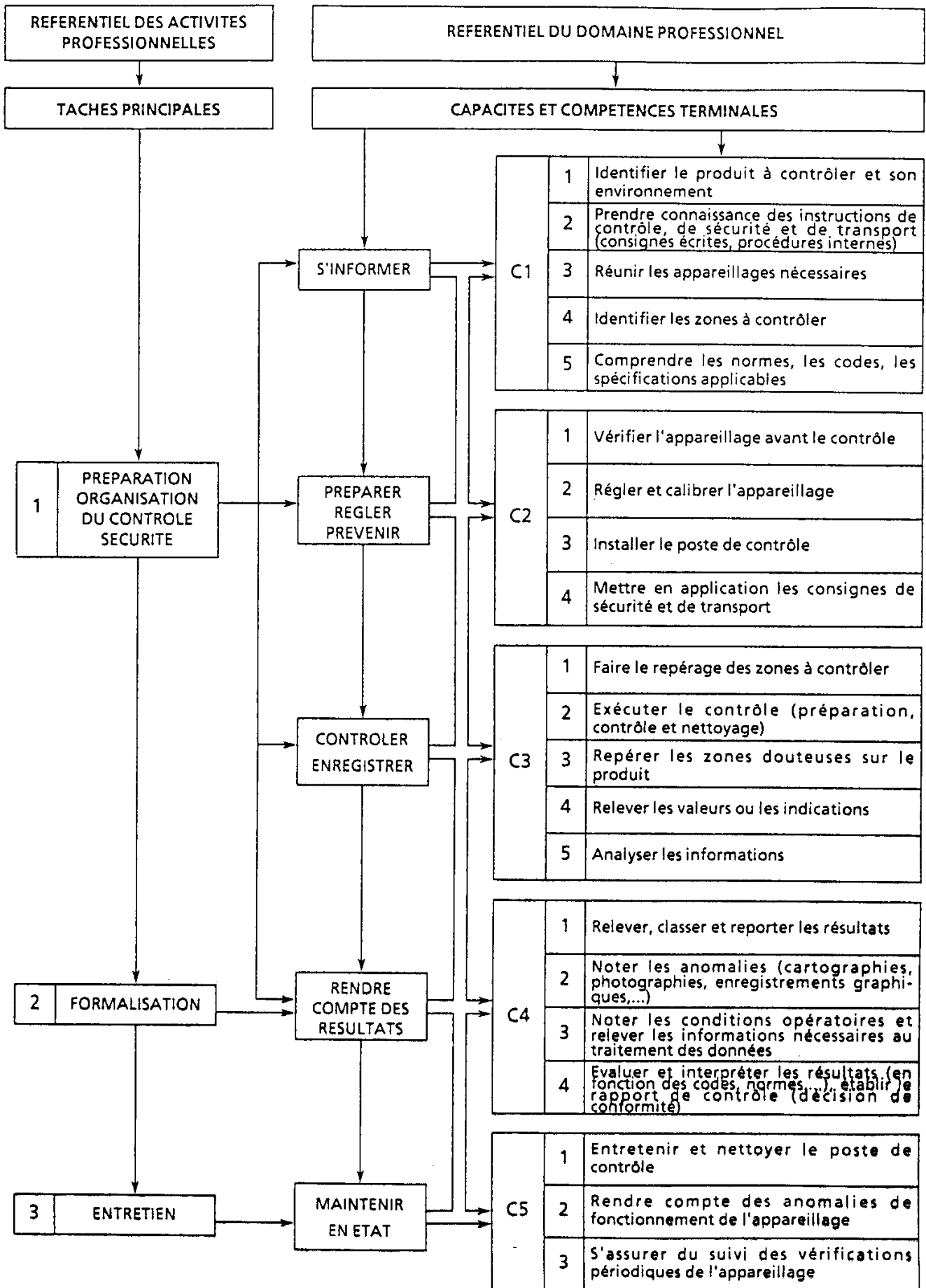


ANNEXE I

**REFERENTIEL DE CERTIFICATION DU DOMAINE
PROFESSIONNEL**



C 1	S'INFORMER	
On donne	On demande	Critères d'évaluation
<p>la pièce à contrôler</p> <p>des consignes écrites sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - l'environnement - la pièce 	<p>C11 <u>Identifier le produit à contrôler et son environnement</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Constaté l'état des lieux et de l'environnement 2- Inventorier les surfaces et les zones à contrôler 3- Examiner les états de surface en vue d'une réparation éventuelle 	<p>Exactitude dans le décodage des consignes</p>
<p>la pièce à contrôler</p> <p>des consignes écrites, des procédures internes</p> <p>le procédé de contrôle</p>	<p>C12 <u>Prendre connaissance des instructions de contrôle, de sécurité et de transport (consignes écrites, procédures internes)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Comprendre le choix du procédé 2- Décoder les consignes et les procédures internes 3- Décoder et analyser les consignes de sécurité et de transport 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude dans le décodage des consignes et des procédures - Explication du choix du procédé
<p>la pièce à contrôler</p> <p>des consignes écrites, des procédures internes</p> <p>le procédé de contrôle</p>	<p>C13 <u>Réunir les appareillages nécessaires</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Reconnaître les différents appareillages à utiliser 2- S'assurer de la conformité des appareillages (période de validité ...) 	<p>Pertinence de la sélection dans le choix des appareillages</p>
<p>la pièce à contrôler</p> <p>des consignes écrites, des procédures internes</p> <p>le procédé de contrôle</p>	<p>C14 <u>Identifier les zones à contrôler</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Définir un système de repérage (axes, marques ...) 2- Localiser les zones à contrôler 3- Déterminer leur position par rapport au système de repérage 	<p>Exactitude de l'identification</p>
<p>la pièce à contrôler</p> <p>les documents de référence (normes, codes, spécifications ...)</p>	<p>C15 <u>Comprendre les normes, codes, spécifications applicables</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Analyser les normes, codes et spécifications 2- Extraire les éléments utiles au contrôle de la pièce 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude dans l'analyse - Pertinence dans le choix des éléments

C 2	PREPARER - REGLER - PREVENIR	
On donne	On demande	Critères d'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> - la pièce à contrôler - des consignes écrites, des procédures internes - les appareillages de contrôle 	<p>C2₁ <u>Vérifier l'appareillage avant le contrôle</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Contrôler visuellement l'état des appareillages 2- Effectuer les branchements des appareillages 3- Vérifier le fonctionnement des appareillages 	<p>Bonne marche des appareillages</p>
<ul style="list-style-type: none"> la pièce à contrôler - des consignes écrites, des procédures internes - les appareillages de contrôle 	<p>C2₂ <u>Régler et calibrer l'appareillage</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Régler les appareils en fonction des consignes 2- Effectuer le calibrage de l'appareillage 3- Relever les indications de calibrage (fiche de calibrage) 	<p>Exactitude des réglages et du calibrage (fiche de calibrage)</p>
<ul style="list-style-type: none"> - la pièce à contrôler - des consignes écrites, des procédures internes - les appareillages de contrôle 	<p>C2₃ <u>Installer le poste de contrôle</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Mettre en place la pièce à contrôler 2- Agencer le poste de contrôle (ordonnement, respect des conditions de contrôle ...) 	<p>Adéquation du poste de contrôle à l'environnement</p>
<ul style="list-style-type: none"> - la pièce à contrôler - des consignes écrites, des procédures internes - les appareillages de contrôle - consignes de sécurité et de transport 	<p>C2₄ <u>Mettre en application les consignes de sécurité et de transport</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- S'approprier les consignes de sécurité et de transport 2- Installer les systèmes de sécurité (balises, fixations, protections, ventilation...) 3- S'assurer de l'efficacité des systèmes de sécurité (et d'hygiène) 	<p>Respect des consignes de sécurité</p> <p>Conséquences du non respect des consignes de sécurité</p>

C 3	CONTROLLER - ENREGISTRER	
On donne	On demande	Critères d'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> · la pièce à contrôler · les plans · les schémas · les procédures · les consignes · les conditions opératoires 	<p>C31 <u>Faire le repérage des zones à contrôler</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Situer la zone à contrôler et la repérer par rapport au système de repérage choisi 2- Reporter, sur des supports appropriés, le marquage utilisé 	<ul style="list-style-type: none"> - Compréhension des consignes écrites - exactitude des marquages
<ul style="list-style-type: none"> · les procédures d'examen ou de contrôle · les consignes (remise en état après contrôle) · les conditions opératoires · les documents de référence (normes, codes, spécifications ...) 	<p>C32 <u>Exécuter le contrôle (préparation, contrôle et nettoyage)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Procéder à l'examen visuel de la pièce 2- S'assurer de l'état de surface de la pièce 3- Effectuer les réglages selon les consignes 4- Exécuter le contrôle 5- Signaler immédiatement les dysfonctionnements éventuels de l'appareillage 6- Procéder à la remise en état de la pièce en fin de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des consignes - Exactitude des opérations effectuées
<ul style="list-style-type: none"> · les procédures d'examen ou de contrôle · les consignes (remise en état après contrôle) · les conditions opératoires · les documents de référence (normes, codes, spécifications ...) 	<p>C33 <u>Repérer les zones douteuses sur le produit</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Situer, sur la zone contrôlée, la position des anomalies 2- Repérer physiquement les anomalies 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude des opérations effectuées
<ul style="list-style-type: none"> · les procédures d'examen ou de contrôle · les consignes (remise en état après contrôle) · les conditions opératoires · les documents de référence (normes, codes, spécifications ...) · Fiche de résultats 	<p>C34 <u>Relever les valeurs ou les indications</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Effectuer le relevé des anomalies (dimensions, position, intensité des valeurs liées ...) 2- Reporter sur la fiche de résultats les informations (valeurs, schémas, images, enregistrements ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude des opérations effectuées
<ul style="list-style-type: none"> · les procédures d'examen ou de contrôle · les consignes (remise en état après contrôle) · les conditions opératoires · les documents de référence (normes, codes, spécifications ...) · Fiche de résultats 	<p>C35 <u>Analyser les informations</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Qualifier les indications en fonction des valeurs relevées et des conditions opératoires 2- Proposer une décision en fonction des critères d'acceptation 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualité du diagnostic

C 4	RENDRE COMPTE DES RESULTATS	
On donne	On demande	Critères d'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> - instructions écrites définissant les critères à respecter - fiche de résultats 	<p>C4₁ <u>Relever, classer et reporter les résultats</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Identifier les critères à respecter 2- Identifier et effectuer le classement des résultats 3- Identifier le mode choisi pour le report des résultats 	<ul style="list-style-type: none"> - Compréhension des consignes écrites - Respect et exactitude des notations et du report
<ul style="list-style-type: none"> - instructions écrites définissant le mode de notation des anomalies : fiches, dessin de la pièce ... 	<p>C4₂ <u>Noter les anomalies (cartographies, photographies, enregistrements graphiques ...)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Identifier les anomalies 2- Déterminer leur position et leur dimension 3- Etablir un schéma si besoin 	<ul style="list-style-type: none"> - Compréhension des consignes écrites - Respect des consignes - Justesse et précision des relevés dimensionnels
<ul style="list-style-type: none"> - fiche de calibrage - fiche de contrôle comportant les éléments à compléter 	<p>C4₃ <u>Noter les conditions opératoires et relever les informations nécessaires au traitement des données</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Reporter les conditions opératoires 2- Cocher les cases prévues à cet effet si besoin 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude des informations reportées - Absence de report des conditions
<ul style="list-style-type: none"> - fiche de calibrage - fiche de contrôle - fiche de résultats - normes, spécifications, codes de la pièce à contrôler - procédure interne de contrôle 	<p>C4₄ <u>Evaluer et interpréter les résultats (en fonction des codes, normes ...), établir le rapport de contrôle (décision de conformité)</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Comparer les résultats obtenus aux critères définis dans la norme, code ou spécification 2- Déterminer si les résultats répondent aux critères fixés 3- Noter les singularités 4- Relever les non conformités 5- Rédiger le rapport de contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> - Compréhension des documents de référence - Analyse des critères fixés - Exactitude du jugement de conformité

C 5	MAINTENIR EN ETAT	
On donne	On demande	Critères d'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> - Les consignes de sécurité - Le carnet d'entretien - Les règles fixant les limites d'intervention de l'opérateur 	<p>C5₁ <u>Entretien et nettoyer le poste de contrôle</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Savoir faire les gestes de maintenance courante 2- Réaliser les opérations d'entretien préventif 3- Reconnaître les dysfonctionnements simples et y remédier 4- Renseigner le carnet d'entretien 	<ul style="list-style-type: none"> - Application des consignes - Etat du poste de contrôle - Connaissance des matériels
<ul style="list-style-type: none"> - La documentation de l'appareillage 	<p>C5₂ <u>Rendre compte des anomalies de fonctionnement de l'appareillage</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Identifier les anomalies 2- Rendre compte des anomalies à la personne responsable 	<ul style="list-style-type: none"> - Exactitude des renseignements - Célérité de la transmission
<ul style="list-style-type: none"> - La liste des appareils à vérifier périodiquement - La fiche de suivi 	<p>C5₃ <u>S'assurer du suivi des vérifications périodiques de l'appareillage</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Constater la validité d'utilisation de l'appareillage 2- Rendre compte de la non validité éventuelle à la personne responsable 	<ul style="list-style-type: none"> - Respect des consignes

SAVOIRS ASSOCIES

1. SAVOIRS TECHNOLOGIQUES

- Rappels de mathématiques : 60 heures
- Français : 80 heures
- Métallurgie : 120 heures
- Généralités sur les contrôles non destructifs : 30 heures

2. TECHNIQUES DE CONTROLE

- Ultrasons : 100 heures
- Courants de Foucault : 40 heures
- Radiographie : 130 heures
- Magnétoscopie : 60 heures
- Ressuage : 40 heures

MATHEMATIQUES

(Durée : 60 heures)

OBJECTIFS

L'enseignement des Mathématiques dans la mention complémentaire "Agent de Contrôle Non Destructif" a pour but de consolider les acquis antérieurs. Un agent de contrôle non destructif se doit de maîtriser toutes les techniques de calcul dont il aura besoin dans les autres disciplines.

PROGRAMME

1. CALCULS NUMERIQUES ET ALGEBRIQUES

Ces activités seront menées en parallèle avec les autres matières et on mettra en évidence la mise en équations de problèmes et l'interprétation des résultats.

CONTENU :

- a) Calculs sur les nombres réels (exercices).
Pratique du calcul littéral. Développement et factorisation d'expressions algébriques.
- b) Equations du second degré (exercices).
- c) Mises en équations de problèmes issus des autres disciplines étudiées.

2. TRIGONOMETRIE

- a) Cercle trigonométrique et fonctions trigonométriques usuelles (exercices).
- b) Résolution d'équations de la forme
 $\cos nx = b \cos a$

3. FONCTIONS NUMERIQUES

- a) Etude des fonctions $x \rightarrow \ln x$, $x \rightarrow \log x$, $x \rightarrow e^x$ et $x \rightarrow a^x$
Représentations graphiques, dérivées.
- b) Primitives d'une fonction continue sur un intervalle (exercices).

4. NOMBRES COMPLEXES

Définition et représentation.

5. VECTEURS

Définition, représentation, somme, produit scalaire et produit vectoriel.

6. ANALYSE STATISTIQUE

L'importance des statistiques dans les activités technologiques doit être mise en avant.

- a) Description d'une série statistique.
moyenne - écart quadratique moyen - variance - domaine de confiance.
- b) Statistiques à deux variables. Ajustement linéaire par la méthode des moindres carrés.

7. PROBABILITES

- a) Variables aléatoires. Fonction de répartition, densité de probabilité, espérance mathématique, écart type.
- b) Loi de Laplace Gauss - Droite de Henry.
- c) Loix de probabilités : loi binômiale - Loi de Poisson.
- d) Echantillonnage. Estimation de la moyenne d'une population à l'aide d'échantillons. Estimation de la variance.
- e) Notions de cartes de contrôle.
- f) Notions de maîtrise statistique des processus.

FRANCAIS

(Durée : 80 heures)

COMMUNIQUER ORALEMENT

1. COMPETENCES - ETRE CAPABLE DE :

- a) Recevoir un message oral.
 - Ecouter autrui,
 - Prendre des notes,
 - Respecter l'interlocuteur et son temps de parole.
 - Oser demander des précisions,
- b) Produire un message oral, en fonction d'une situation donnée, en respectant le sujet, l'objectif visé et en tenant compte du destinataire.
 - Ne pas se contenter de répondre d'un seul mot ; faire des phrases,
 - Choisir un vocabulaire approprié,
 - Se fixer un objectif, le faire connaître,
 - Savoir se limiter au sujet,
 - Structurer son message,
 - Savoir justifier ses affirmations : illustrer, prouver.
- c) Mémoriser et restituer par oral un message écrit ou oral.

2. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE :

- Prise de parole,
- Participation à une discussion,
- Formulation de consignes,
- Entretien téléphonique,
- Exposé, compte rendu d'expériences, de visites, d'un évènement, d'une réunion,
- Présentation d'un dossier.

3. CRITERES D'EVALUATION :

- Adaptation à la situation : maîtrise des contraintes de temps, de lieu, d'objectif,
- Adaptation au destinataire : respect de l'autre ; choix des moyens d'expression appropriés (formules de relations sociales, construction, vocabulaire),
- Organisation du message : rapport au sujet ; structure interne (logique, chronologique),
- Contenu : clarté, précision,
- Reformulation correcte.

MAITRISER L'EXPRESSION ECRITE

1. COMPETENCES :

- a) Présenter soigneusement un travail écrit.
 - Ecrire lisiblement,
 - Mettre en page,
 - Utiliser les majuscules, la ponctuation,
 - Faire des paragraphes.
- b) Respecter l'orthographe lexicale, grammaticale.
- c) Utiliser une syntaxe claire et correcte.
 - Maîtriser la phrase simple et la phrase complexe,
 - Relier des propositions entre elles,
 - Maîtriser les temps de conjugaison (présent de l'indicatif, ...).
- d) Utiliser un vocabulaire précis, adapté à la situation (technique notamment).

2. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE :

- Enrichir le vocabulaire,
- Etablir des fiches de vocabulaire technique,
- Simplifier des phrases complexes,
- Rétablir des articulations logiques.

3. CRITERES D'EVALUATION :

Critères définis par les compétences ci-dessus.

S'INFORMER, SE DOCUMENTER

1. COMPETENCES :

a) Rechercher.

- Maîtriser les outils de documentation usuels,
- Fixer l'ordre des opérations de documentation.

b) Trier, traiter.

- Repérer une information dans un ensemble,
- Classer, ordonner les informations et les documents en fonction d'objectifs.

2. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE :

- Utilisation des dictionnaires et recherche dans des documents techniques,
- Elaboration de fiches,
- Préparation d'un questionnaire à fin d'information.

3. CRITERES D'EVALUATION :

- Adéquation de la méthode de recherche à la situation,
- Pertinence des choix.

LIRE, COMPRENDRE, ANALYSER

1. COMPETENCES :

- Comprendre le sujet d'un message ; le reformuler,
- Analyser correctement des consignes,
- Distinguer les éléments fondamentaux d'un message,
- Interpréter des documents non textuels : images, organigrammes, diagrammes, schémas, graphiques ...,
- Prendre des notes.

2. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE :

- Lecture de documents écrits textuels et non textuels,
- Découverte du plan d'un texte.

3. CRITERES D'EVALUATION :

- Fidélité au sens global du message,
- Pertinence dans le relevé des éléments constitutifs du message.

RAPPORTER

1. COMPETENCES :

- Classer les informations,
- Analyser les mesures et les résultats,
- Distinguer les anomalies,
- Résumer,
- Rapporter.

2. SITUATIONS D'APPRENTISSAGE :

- Rédaction d'un compte rendu, d'un rapport, d'un résumé, à partir de données techniques.

3. CRITERES D'EVALUATION :

- Présentation matérielle appropriée,
- Présence et exactitude des informations requises,
- Organisation claire et logique du rapport,
- Compréhension du rapport par le destinataire.

METALLURGIE

(Durée : 120 heures)

Ce cours doit simultanément :

- permettre aux élèves de comprendre l'importance et le rôle du contrôle non destructif dans l'industrie compétitive contemporaine (et donc d'apprécier la confiance qui sera mise en eux par leurs employeurs),
- leur fournir les connaissances élémentaires sur les produits qu'ils auront à contrôler, leurs propriétés majeures (mécaniques), leur comportement en service, leur fabrication, les anomalies apparaissant inéluctablement qu'ils devront détecter, en distinguant qu'il en est d'admissibles et d'inacceptables (défauts).

En conséquence, même si le programme comporte pour plus de clarté trois parties distinctes (métallurgie générale, technologie, défautologie), il est clair qu'il constitue un ensemble homogène devant être enseigné tout au long de l'année par une même équipe d'enseignants (pouvant être, le cas échéant, complété en supplément d'horaire par des études de cas présentées par des conférenciers industriels). Il s'agit de montrer que les défauts, détectés par les méthodes de contrôle non destructif enseignées dans les autres cours, trouvent leurs origines dans les procédés de fabrication, ces dernières s'expliquant assez aisément par les propriétés de base des matériaux.

Une attention particulière sera accordée à la compréhension du vocabulaire. En particulier, on veillera à ce que les élèves ne confondent pas les "défauts" au sens de la structure des solides (lacunes, dislocations...) et les "défauts" qu'ils devront détecter par contrôle non destructif.

Une très large place sera faite aux travaux pratiques et à des démonstrations. Un support audiovisuel est recommandé.

Le programme de métallurgie comprend 90 heures de cours et travaux pratique ; il est complété par des exposés et des conférences d'intervenants extérieurs (30 heures).

1. METALLURGIE GENERALE (durée : 40 heures)

Structure de la matière et de l'atome isolé.

- interaction photon-atome.

Divers types de liaisons entre atomes ; cas particulier de la liaison métallique ; module élastique à l'échelle atomique.

Structure cristalline des métaux (cfc, hc, cc) ; sites d'insertion, substitution.

Solutions solides de première espèce ; notions de secondes phases et de stoechiométrie.

Notions de grains et de joints de grains.

Existence de la diffusion à l'état solide (analogie avec la chaleur) ; existence des lacunes.

Principales propriétés mécaniques des alliages métalliques :

- essais de flexion par choc, de traction, de dureté, de ductilité (d'emboutissage),
- existence et explication de la plasticité (dislocations, multiplication de celles-ci),
- rôle de la plasticité pour la sécurité des structures mécaniques, écrouissage.

Autres phénomènes durcissant les métaux sans traitement thermique : effet de substitution, effet de seconde phase, effet de la taille de grains.

Solidification des corps purs ; germination et croissance.

Solidification des alliages (cas du Cu-Ni, d'un eutectique, d'un péritectique) ; cas particulier du Fe-C.

- influence de la diffusion sur le résultat obtenu ; traitement d'homogénéisation,
- gradient de concentration, phases hors d'équilibre, rejet de soluté ou de gaz ; risque de brûlage ...,
- lecture des diagrammes d'équilibre binaires à C constant et à T constant,
- courbes TTT et TRC des aciers.

Traitements thermiques autres que l'homogénéisation.

- rappel de la trempe (exemple de Al-Mg),
- durcissement structural (existence des zones de Guinier-Preston),
- trempe des aciers, obtention de la martensite ; éléments alphagènes et gammagènes ; rôle des principaux éléments d'alliages ; revenu,
- cas des aciers inoxydables austénitiques.

Techniques expérimentales d'examen des alliages métalliques.

- métallographie optique, au microscope électronique à balayage, au microscope électronique sur répliques,
- microsonde électronique de Castaing,
- examen de surface (répliques).

Propriétés d'usage des métaux et des alliages.

- élasticité, effet de la géométrie et du moment d'inertie,
- ductilité, striction, rupture ductile, rôle des précipités,
- effet du facteur de forme, rôle des congés,
- fissuration en service (fatigue, corrosion sous contrainte),
- nocivité des fissures pour la sécurité des pièces mécaniques, notions de ténacité et de ténacité critique, existence de l'émission acoustique,
- prévision de la durée de vie, relation avec le CND,
- corrosion chimique, protection cathodique.

2. TECHNOLOGIE (durée : 25 heures)

Solidification en lingotière ; dendrites ; écarts à l'homogénéité.

- cas de la coulée continue,
- cas des produits obtenus par élaboration sous vide, cas de la refusion au four à électrode consommable,
- cas du moulage au sable, cas de la "cire perdue",
- cas du moulage sous pression.

Mise en forme par déformation à l'état solide (forgeage, laminage, filage et tréfilage).

- écrouissage critique, recristallisation.

Assemblage par soudage.

- technologies courantes (électrode enrobée, soudage automatique sous flux solide, TIG, soudure par points),
- technologies particulières (plasma, faisceau d'électrons),
- phénomène thermique, contraintes résiduelles,
- phénomène métallurgique, transformation des structures.

Traitements thermiques : trempe, revenu, recuit, détensionnement.

- principe des fours utilisés,
- techniques de refroidissement contrôlé.

Métallurgie des poudres : principes et propriétés des pièces frittées.

Conditions de fonctionnement des structures mécaniques.

- rôle des efforts appliqués, des déformations imposées,
- rôle de la température de service, fluage, fragilité à froid,
- effet des sollicitations dynamiques, des efforts alternés, du milieu ambiant.

Nomenclature des alliages usuels, aciers, alliages légers, alliages de titane, alliages de nickel.

Matériaux composites à matrice organique : types propriétés, mise en oeuvre, domaine d'emploi.

3. DEFECTOLOGIE (durée : 25 heures)

Défauts de surface et de forme.

Défauts de solidification : micro et macro retassures, bulles de gaz, précipités, micro ségrégations.

- défauts à l'échelle du lingot : retassure majeure, ségrégation majeure, grossissement du grain,
- défauts spécifiques de la coulée continue,
- défauts spécifiques du moulage, cas du moulage sous pression, cas de la cire perdue.

Défauts dus à la mise en forme par déformation à l'état solide (forgeage, laminage, filage et tréfilage).

- évolution des défauts de solidification au cours de la mise en forme,
- défauts apparaissant lors de la mise en forme, nomenclature associée,
- défauts liés à la recristallisation,
- défauts apparaissant lors de l'usinage.

Défauts dus au soudage.

- micro et macro fissurations, à chaud et à froid, fissurations dues à la structure inhomogène du métal à souder, facteur aggravant des contraintes de soudage et du bridage,
- fissurations dues à l'apparition de phases dures, fragiles,
- défauts dus aux entraînements de laitier ou de morceaux d'électrodes,
- rôle particulier de l'hydrogène,
- nomenclature conventionnelle des défauts de soudure.

Défauts dus aux traitements thermiques.

- brûlage, fragilisation de revenu, tapures de trempe.

Défauts spécifiques à la métallurgie des poudres : décorations des joints de grains, inclusions (particules arrachées au creuset), porosités, ségrégations, hétérogénéités des grains, microfissures.

Défauts des matériaux composites : voilage, retrait, bulles, délaminages, mauvaise répartition des fibres.

Défauts apparaissant en service (fatigue, corrosion sous contrainte).

Défauts se propageant en service.

GENERALITES SUR LES CONTROLES NON DESTRUCTIFS

(Durée : 30 heures)

1. NECESSITE DES CONTROLES NON DESTRUCTIFS (2 heures)

L'importance des contrôles non destructifs étant déjà traitée dans le cours de métallurgie, ce rappel portera sur l'intérêt des CND :

- * non destruction des pièces, produits ou ensembles contrôlés,
- * amélioration de la qualité des produits par correction du processus de fabrication en fonction des résultats des CND et de l'adéquation des produits à leur emploi (défectologie, état de surface, mesure d'épaisseur),
- * moyen de suivi de l'aptitude d'un produit à son emploi en fonction de critères préalablement fixés,
- * possibilité d'automatisation des CND et d'intégration dans une ligne de production.

Enfin, on soulignera l'enjeu des CND en terme de sécurité, d'économie et de compétitivité commerciale.

2. PRESENTATION DE LA PROFESSION (18 heures)

On examinera les domaines d'utilisation des CND (hors domaine médical) suivants :

- * En fabrication : contrôle en fonction de codes, spécifications, normes, afin d'éliminer les défauts préjudiciables à la transformation ultérieure du produit ou à son emploi.
- * En maintenance : maintien de l'aptitude du produit, suivi de l'évolution des défauts (sécurité de l'usager, prévision de remplacement de pièces ou parties défectueuses).

Nota : cette partie pourrait être prise en charge par les industriels sous forme d'exposés

- 2 exposés pour les contrôles de fabrication
par ex. - sidérurgie
- pétrochimie ou chaudronnerie ou constructions métalliques (appareils à pression)

- 2 exposés pour les contrôles de maintenance
par ex. - nucléaire
- aéronautique

On insistera sur la complémentarité des méthodes

3. LA CERTIFICATION COFREND (6 heures)

- * Présentation de la COFREND
- * Organisation de la certification :
 - Conseil de Certification et Bureau de Certification
 - Les Comités Sectoriels avec définition de leur domaine d'activité
 - Les centres agréés d'examen
- * Présentation de la norme NF EN 473

4. LES NORMES DE CONTROLE NON DESTRUCTIF (4 heures)

- * Rappel des procédures de normalisation
 - nationale : norme NF
 - européenne : norme EN
 - internationale : norme ISO
- * Les différents types de norme
 - normes générales relatives :
 - à la terminologie,
 - aux principes des méthodes de contrôle,
 - à la caractérisation et à la vérification des appareillages.
 - normes d'application au contrôle de produit

Des exemples pourraient être présentés avec fourniture d'une liste de normes.

ULTRASONS

(Durée : 100 heures)

1. PHYSIQUE DES ULTRASONS

1.1 Définitions et grandeurs physiques

- Mouvement sinusoïdal - amplitude - période - fréquence - longueur d'onde
- Vitesse de propagation - le Bel et le déciBel

1.2 Différents types d'ondes (milieux, modes et vitesses de propagation)

- 1.2.1 Module d'Young ou d'élasticité - module de Coulomb ou de rigidité - coefficient de Poisson
- 1.2.2 Les ondes longitudinales
- 1.2.3 Les ondes transversales
- 1.2.4 Les ondes de surface ou de Rayleigh et les ondes de plaque ou de Lamb

1.3 Réflexion et réfraction

- 1.3.1 Impédance acoustique
- 1.3.2 Incidence normale
 - Transmission et réflexion
 - Couplage
- 1.3.3 Incidence oblique
- 1.3.4 Lois de Snell / Descartes
- 1.3.5 Notions sur les transformations d'ondes et les conversions de modes

2. PRODUCTION DES ULTRASONS

2.1 Piézo électricité

2.1.1 Naturelle

2.1.2 Ferroélectrique ou électrostriction

2.2 Magnétostriction

2.3 Caractéristiques des transducteurs

Nature des matériaux - dimensions - épaisseur - constantes piézo électriques

3. PROPAGATION DES ULTRASONS

3.1 Forme du faisceau

3.1.1 Champ proche (zone de Fresnel)

3.1.2 Champ éloigné (zone de Fraunhofer)

- Notions d'interférences

3.1.3 Phénomènes de divergence

3.1.4 Dimensionnement du faisceau à - XdB sur réflecteur standard

3.2 Loi d'absorption

4. DEFAUTS DETECTABLES PAR LA METHODE

5. MATERIEL DE CONTROLE

5.1 Appareillage (notions d'entretien)

5.1.1 Les traducteurs

- Les différents types et leurs technologies
- Caractérisation acoustique et électrique

5.1.2 Le poste ultrason manuel (analogique - numérique)

5.1.2.1 Emission

5.1.2.2 Amplification / atténuation

5.1.2.3 Base de temps

5.1.2.4 Différents types de visualisation (A, B, C, ...)

5.1.2.5 Autres fonctions

- Récurrence - synchronisation - seuils et alarmes
- Filtrages - adaptation et impédance
- Courbe de correction Amplitude/Distance (CAD) Gain variable ...

5.1.2.6 Notions de traitement de signal

5.1.3 Les câbles coaxiaux

5.2 Les milieux de couplage

5.3 Les blocs normalisés d'étalonnage

5.4 Vérification simple de mise en service et d'utilisation de l'appareillage, suivant normes

6. TECHNIQUES D'EXAMEN

6.1 Contact (incidence normale et oblique)

6.1.1 Par réflexion

6.1.2 Par transmission

6.1.3 Par résonance

6.2 Immersion

6.2.1 Par réflexion

6.2.2 Par transmission

6.2.3 Les différents types

6.3 Techniques spéciales

7. MODES OPERATOIRES - SELECTION DES PARAMETRES

7.1 Mise en oeuvre des techniques de contrôle en fonction du produit et des discontinuités recherchées

7.2 Etalonnage en distance et en sensibilité

7.3 Détections - seuil de notation - positionnement - dimensionnement - pouvoir réfléchissant - classement ou caractérisation des indications de discontinuité, Corrolaire éventuel avec la nature des défauts, Pièces ou blocs de référence, Application des critères d'acceptation.

8. DOCUMENTS DE CONTROLE

8.1 Présentation des normes, codes et procédures

8.2 Application d'une instruction écrite

8.3 Rédaction du rapport d'essai

COURANTS DE FOUCAULT

(Durée : 40 heures)

1. PRINCIPE DU CONTROLE PAR COURANTS DE FOUCAULT

1.1 Répartition des courants de Foucault

1.1.1 Cas des conducteurs plans

- variation de l'amplitude et de la phase des courants,
- profondeur de pénétration conventionnelle.

1.1.2 Cas des conducteurs cylindriques

- loi de similitude : fréquence caractéristique,
- variation de l'amplitude et de la phase des courants,
- profondeur de pénétration.

1.1.3 Cas des tubes

- fréquences caractéristiques,
- variation de l'amplitude et de la phase des courants,
- profondeur de pénétration.

1.2 Caractérisation de défauts géométriques

- Conducteurs plans : courants interrompus,
- Défaut isolé, défauts multiples.

1.3 Diagramme d'impédance d'un enroulement en présence d'un produit conducteur long (barre, tube)

1.3.1 Tracé des diagrammes

- influence des différents paramètres,
- cas des produits ferromagnétiques.

1.3.2 Utilisation des diagrammes d'impédance

- définition du point de fonctionnement,
- détermination du point de fonctionnement en fonction du résultat recherché (sensibilité, séparation des paramètres).

2. PRODUITS CONTROLES

2.1 Propriétés électromagnétiques des produits

- Conductivité électrique : influence de la composition, de la taille de grain, de la texture, de la température.
- Perméabilité magnétique : influence de la composition, de la taille de grain, de la texture.

2.2 Principales discontinuités recherchées par courants de Foucault

- Liées à l'élaboration,
- Liées à la transformation (à froid, à chaud),
- Liées à la mise en oeuvre : corrosion, fatigue, fluage.

2.3 Nocivité des défauts

3. CAPTEURS

3.1 Principes et caractéristiques fondamentales

- Fonctions induction et réception.
- Mesures absolue et différentielle.
- Types de capteurs.

3.2 Distribution des courants de Foucault en fonction de la position relative inducteur-produit

- Champ délivré à vide par l'enroulement inducteur.
- Trajet des courants de Foucault dans le produit en fonction de la position de celui-ci par rapport à l'enroulement inducteur.
- Influence de la distance sur le couplage.
- Moyens de focalisation.

3.3 Technologie et caractéristiques pratiques

- Technologie de construction.
- Paramètres électriques.
- Maintenance.

4. APPAREILLAGE

4.1 Principe de fonctionnement d'un appareil CF

- Excitation, réception, exploitation.

4.2 Fonctions et réglages essentiels

- Générateur (oscillateur, injecteur).
- Système de mesure (amplificateur, filtres, équilibrage, numérisation, démodulation, ...).
- Exploitation du signal (visualisation, filtrages, stockage, ...).

4.3 Types d'appareils

- Appareils monovoie, spécialisés.
- Appareils d'usage général, multivoies, multiparamètres.

4.4 Dispositifs auxiliaires

- Equipements auxiliaires d'acquisition des signaux.
- Equipements auxiliaires de stockage des signaux.
- Systèmes d'exploitation automatique des signaux.

5. PRINCIPALES APPLICATIONS DES COURANTS DE FOUCAULT

5.1 Mesure d'un paramètre physique

- Epaisseur du produit ou de couches, tri.

5.2 Contrôle de santé

- Recherche de défauts

6. DETERMINATION DES CONDITIONS D'EXAMEN

6.1 Paramètres liés au produit

6.1.1 Composition, structure, géométrie :

- fréquence d'excitation, type de capteur, saturation magnétique.

6.1.2 Nature, position, orientation des défauts recherchés.

- réponse des capteurs en fonction de l'agencement de leurs enroulements,
- réponse des défauts.

6.2 Paramètres liés à l'environnement

6.2.1 Accessibilité.

- type de capteur

6.2.2 Température.

6.2.3 Paramètres indésirables.

- filtrage, discrimination de phase.
- courants de Foucault multifréquences : principe, appareillage.

6.3 Paramètres liés à la mesure

6.3.1 Couplage.

- centrage, entrefer, vibrations.

6.3.2 Vitesse relative capteur - pièce.

- fréquence d'excitation, bande passante de l'appareillage.

7. MISE EN OEUVRE

7.1 Pièces de référence.

Rôle, choix, réalisation, reproductibilité.

7.2 Réglage de la chaîne d'examen.

7.3 Détermination de l'étendue du contrôle.

7.4 Relevé des indications.

7.5 Analyse et interprétation des résultats.

8. DOCUMENTS ASSOCIES AU CONTROLE

8.1 Codes et normes. .

8.2 Spécifications, procédures, instructions.

8.3 Rapports d'examen.

RADIOGRAPHIE

(Durée : 130 heures)
(dont 40 heures en radioprotection)

1. INTRODUCTION

1.1 Principes généraux de l'examen des matériaux avec des rayonnements ionisants

- Radiographie, Radioscopie, Radiométrie

1.2 Défauts détectables par la méthode

1.3 Compléments en physique des rayonnements ionisants

- Constitution de l'atome
- Nature, origine et caractéristiques des rayonnements ionisants
 - . phénomène de la radioactivité
 - . particules α , β , neutrons
 - . ondes électromagnétiques X et gamma
 - . activité et décroissance
- Atténuation des rayonnements ionisants (X et gamma) par la matière, phénomènes d'interaction
 - . absorption (effet photoélectrique, effet de paire)
 - . diffusion (effet Compton)
 - . loi d'atténuation : épaisseurs de demi-transmission et de déci-transmission

1.4 Notions de radioprotection

- Action biologique des rayonnements ionisants sur les organismes vivants
- Principaux risques directs et retardés
- Notion de risque stochastique

2. PRINCIPES GENERAUX

2.1 Grandeurs et unités concernant les rayonnements ionisants

2.2 Influence de la distance sur le débit de dose absorbée (exercices)

2.3 Facteurs de réduction par des écrans et graphiques d'atténuation (exercices)

3. LE RAYONNEMENT X EN RADIOLOGIE INDUSTRIELLE

3.1 Production et caractéristiques des rayons X

- Principes d'émission
- Spectre d'émission
- Influence de la haute tension et de l'intensité sur le spectre et le débit de dose absorbée

3.2 Appareils basses énergies (descriptif, aspects normatifs et réglementaires)

- Synoptique d'un appareil générateur de rayons X
- Le tube radiogène : la cathode, l'anode, la cible, les foyers et l'enveloppe du tube
- Les différents faisceaux et rayonnements : primaire, secondaire, résiduel, parasite ...
- La forme du faisceau utile (panoramique et directionnel)
- Les circuits d'alimentation : tension d'alimentation du filament, tension d'accélération des électrons (circuit de base)
- La gaine : fenêtre, filtration, collimation, protection, rayonnement de fuite, isolation électrique et refroidissement
- Le pupitre de commande
- Les différentes configurations de l'appareillage : tension pulsée ou redressée, tension constante et tension haute fréquence
- Conformité des appareils à la norme française de construction NF C 74-100 (ou à une norme européenne équivalente)

3.3 Appareils hautes énergies

- Van de Graaf
- Bétatron
- Accélérateur linéaire

3.4 Débits de dose délivrés par les générateurs électriques de rayons X

3.5 Mise en place des installations et principes de sécurité à mettre en oeuvre conformément aux normes NF C 15-160 et NF C 15-164 (ou aux normes européennes équivalentes)

- Installations fixes
- Installations mobiles

4. LE RAYONNEMENT GAMMA EN RADIOLOGIE INDUSTRIELLE

- 4.1 Production et caractéristiques du rayonnement gamma
- 4.2 Les radio-éléments artificiels (iridium 192, cobalt 60, thulium 170, césium 137, ytterbium 169)
 - Nature
 - Fabrication
 - Spectre
 - Grandeurs physiques : activité, période, constante spécifique
 - Utilisation de tables ou d'abaques de décroissance
- 4.3 Appareils de radiographie gamma conformes aux dispositions du décret n° 85-968 du 25 août 1985 et à la norme française NF M 60-551 (ou à une norme européenne équivalente)
 - La source scellée sous forme spéciale
 - Le porte-source
 - Le projecteur : classification (portatif, mobile, fixe, autonome), débit de fuite
 - La télécommande : mécanique manuelle, électromécanique
 - Les accessoires d'irradiation : gaine ou tube d'éjection, embout d'irradiation, collimateur
 - Les dispositifs particuliers
- 4.4 Mise en place des installations
 - Installations fixes
 - Installations mobiles : atelier, chantier

5. LA FORMATION DE L'IMAGE RADIOLOGIQUE

- 5.1 La radioscopie
 - Principes
 - Descriptif : écran fluorescent, amplificateur de luminance, système de transmission d'image, numérisation et traitement d'image
 - Conditions d'utilisation
 - Domaines d'utilisation
- 5.2 La radiographie
 - 5.2.1 Le film argentique
 - descriptif, sensibilité
 - formation de l'image latente

5.2.2 La sensitométrie

- courbes caractéristiques, logarithme des expositions relatives, densité optique
- réalisation et exploitation des courbes caractéristiques
- définition des principaux termes utilisés en sensitométrie
- applications pratiques

5.2.3 Traitement du film argentique

- descriptif du laboratoire
- différentes phases du traitement
- traitements manuel et automatique
- stockage et archivage des radiogrammes
- hygiène et sécurité : rejet et récupération des produits chimiques

5.2.4 Les écrans renforçateurs et les filtres

- les écrans fluorescents
- les écrans métalliques
- les écrans fluorométalliques
- les filtres

5.2.5 Autres types de films

6. TECHNIQUES OPERATOIRES

6.1 Paramètres géométriques

- Distance source-film
- Flou radiographique : flou géométrique, flou émetteur, flou intrinsèque

6.2 Choix du rayonnement

- Rayonnement X : haute tension et intensité
- Rayonnement gamma : radioélément, activité ...

6.3 Choix du film, des écrans renforçateurs et des filtres

6.4 Techniques d'expositions

- Détermination de la technique en fonction de la géométrie de la pièce

6.5 Technique multifilm

6.6 Préparation de la pièce

- Examen visuel
- Repérages : pièce, film, filtres ...

6.7 Calcul du temps d'exposition pour l'utilisation des rayonnements X

- Formules, abaques, tableaux, règle de calcul
- Influence du matériau à contrôler

7. LA QUALITE D'IMAGE ET SON CONTROLE

7.1 Paramètres définissant la qualité d'image

7.2 Les indicateurs de qualité d'image (IQI)

- Description
- Positionnement
- Détermination de l'indice de qualité d'image

7.3 Le matériel d'exploitation des radiogrammes

- Négatoscope
- Densitomètre
- Vérifications et étalonnages
- Conditions de lecture

7.4 Artefacts

8. SECURITE ET RADIOPROTECTION

8.1 Rappel de l'action biologique des rayonnements sur les organismes vivants

8.2 Principes généraux de radioprotection (communs aux rayons X et gamma)

- Exercices : estimation des débits d'exposition et de dose absorbée, règles élémentaires, temps, distance et écrans
- Tableau de synthèse de la réglementation et des normes en radioprotection

- 8.3 Règlementation en matière de protection contre les rayonnements ionisants
- Normes de protection et équivalents de dose maximaux admissibles (annuels et trimestriels)
 - Personnel DATR (catégories A et B), autre personnel
 - Zone contrôlée, zone surveillée
 - Analyse du travail en vue de la réduction des équivalents de doses au plus bas possible
- 8.4 Gestion administrative de la radioprotection
- 8.5 Les détecteurs de rayonnements par mesurage (principe et emploi)
- Mesure d'une dose absorbée ou d'une exposition : dosimètre photographique et dosimètres à lecture directe
 - Mesure d'un débit de dose absorbée : chambre d'ionisation, compteur geiger-muller, autres
 - Alarmes à seuil de débit de dose et balises
- 8.6 Protection opérationnelle contre les rayonnements ionisants
- 8.7 Mise en place du balisage et surveillance de l'application de la réglementation d'accès
- 8.8 Eléments complémentaires de sécurité et de protection pour le rayonnement X
- Principes de sécurité à mettre en oeuvre dans l'installation et l'utilisation d'un générateur de rayons X
 - Conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident
- 8.9 Eléments complémentaires de sécurité et de protection pour le rayonnement gamma
- Principes de sécurité à mettre en oeuvre dans l'installation et l'utilisation des radioéléments artificiels
 - Conduite à tenir en cas d'incident ou d'accident
 - Emploi et transport des substances radioactives artificielles

9. TECHNIQUES SPECIALES

- 9.1 Méthodes de triangulation ou parallaxe
- 9.2 Microradiographie
- 9.3 Stéréoradiographie
- 9.4 Autoradiographie
- 9.5 Radiographie éclair
- 9.6 Tomodensitométrie
- 9.7 Xéroradiographie
- 9.8 Neutronographie (transfert direct d'image)

10. DOCUMENTS CONTRACTUELS DE CONTROLE

- 10.1 Présentation des codes, normes, spécifications et procédures
- 10.2 Application des instructions écrites
- 10.3 Rédaction du rapport de contrôle

11. COMPARAISON AVEC LES AUTRES METHODES DE CONTROLE NON DESTRUCTIF

MAGNETOSCOPIE

(Durée : 60 heures)

1. PHYSIQUE

1.1 Electricité

1.1.1 Courant continu

- courant, tension, loi d'Ohm
- résistance, conductivité, résistivité
- unités

1.1.2 Courant alternatif

- amplitude, phase, représentation vectorielle
- pulsation et fréquence
- mesurage des valeurs moyennes, efficaces et maximales

1.1.3 Circuit R L C en sinusoïdal

- impédance

1.2 Magnétisme

1.2.1 Grandeurs magnétiques

- induction, champ, perméabilité
- unités

1.2.2 Flux d'induction magnétique

- définitions, conservation
- passage du flux

1.2.3 Propriétés magnétiques des matériaux

- matériaux non magnétiques
- matériaux magnétiques : cycle d'hystérésis, points remarquables, point de Curie

1.3 Electromagnétisme

1.3.1 Cas d'un conducteur rectiligne

1.3.2 Cas d'une bobine ou d'un solénoïde

1.3.3 Théorème d'Ampère

- énoncé, applications

1.3.4 Induction magnétique :

- loi de Lenz (énoncé, inductance, coefficient de mutuelle induction)
- couplage électromagnétique : cas d'un transformateur
- courants induits : courants de Foucault
- réaction : champ créé par les courants de Foucault

2. GENERALITES

2.1 Présentation de l'essai par magnétoscopie

2.2 Domaines d'application et limites

2.3 Bases de la méthode magnétoscopique

2.3.1 Principe de la méthode

2.3.2 Méthodes d'aimantation

- aimantation longitudinale
- aimantation transversale (directe et indirecte)
- nature et influence des courants utilisés

2.3.3 Produits indicateurs

- coloration, liquides porteurs, granulométrie
- température d'utilisation, contrôle des traceurs

2.3.4 Visualisation

- spectre lumineux et sensibilité de l'oeil
- modes d'éclairage
- vérification des conditions d'éclairage

3. PRINCIPAUX DEFAUTS DETECTABLES PAR LA METHODE

4. MODE OPERATOIRE

4.1 Préparation de la pièce

- Nettoyage, usinage, peinture de contraste ...

4.2 Choix de la méthode

- Type d'aimantation
- Méthode continue ou simultanée
- Méthode résiduelle ou par rémanence
- Chronologie

4.3 Choix des paramètres de contrôle

4.3.1 Valeur d'aimantation à fournir

4.3.2 Temps d'aimantation

4.4 Contrôle de l'aimantation

4.4.1 Témoins d'aimantation

4.4.2 Cales étalons

4.4.3 Mesureurs de champ

4.5 Interprétation des images

4.5.1 Images fallacieuses et bruit de fond

4.5.2 Classement des indications et critères de sévérité

4.6 Remise en état des pièces après contrôle

4.6.1 Désaimantation d'une pièce

4.6.2 Nettoyage des pièces

5. TECHNOLOGIE DES APPAREILS

5.1 Appareils portatifs

5.2 Appareils mobiles

5.3 Appareils fixes

5.4 Automatisation du contrôle

6. HYGIENE ET SECURITE

6.1 Risques électriques

6.2 Risques liés aux produits

6.3 Risques liés aux U.V.

6.4 Rejet des effluents et qualité de l'environnement

7. DOCUMENTS DE CONTROLE

7.1 Présentation des normes, codes et procédures

7.2 Application d'une instruction écrite

7.3 Rédaction du rapport d'essai

RESSUAGE

(Durée : 40 heures)

1. GENERALITES

- 1.1 Présentation de l'essai par ressuage
- 1.2 Domaines d'application et limites
- 1.3 Principes physico-chimiques de base

2. DEFAUTS DETECTABLES PAR LA METHODE

3. MODE OPERATOIRE

- 3.1 Préparation de la surface à examiner
- 3.2 Application du pénétrant ; durée d'imprégnation
- 3.3 Elimination de l'excès de pénétrant, emploi d'émulsifiants
- 3.4 Techniques de séchage
- 3.5 Application du révélateur, durée de révélation
- 3.6 Conditions d'observation - examen et interprétation
- 3.7 Remise en état

4. CRITERES DE CHOIX DES PRODUITS DE RESSUAGE

- 4.1 Compatibilité avec les matériaux
- 4.2 Avantages et inconvénients des différents produits
- 4.3 Sensibilité de détection

5. EQUIPEMENTS POUR L'ESSAI DE RESSUAGE

- 5.1 Matériels utilisés dans les techniques conventionnelles
- 5.2 Installations semi-automatiques, automatisées et robotisées
- 5.3 Sources de lumière et conditions d'éclairage
- 5.4 Produits de ressuage - nature, conditionnement
- 5.5 Moyens de vérification de la qualité du contrôle et essais de performance

6. HYGIENE ET SECURITE

- 6.1 Risques liés aux produits
- 6.2 Risques liés aux U.V.
- 6.3 Rejet des effluents et qualité de l'environnement

7. INDICATIONS DE RESSUAGE

- 7.1 Généralités
 - 7.1.1 Temps d'apparition des indications
 - 7.1.2 Bruit de fond et indications fallacieuses
 - 7.1.3 Classement des indications (forme - dimension)
- 7.2 Facteurs affectant les indications
 - 7.2.1 Préparation de la surface
 - 7.2.2 Nature du pénétrant
 - 7.2.3 Technique d'élimination du pénétrant, bruit de fond
 - 7.2.4 Nature et application du révélateur
- 7.3 Contre-essais
- 7.4 Notation des indications et critères d'acceptation

8. NORMES, PROCEDURES, INSTRUCTIONS, RAPPORT D'ESSAI

8.1 Présentation des normes, codes et procédures

8.2 Application d'une instruction écrite

8.3 Rédaction du rapport d'essai

9. APERCU SUR QUELQUES TECHNIQUES SPECIALES

Produits thixotropiques

Ressuage à chaud

Ressuage à froid

Ressuage traversant