

# **Contrôle par ultrasons (UT2) niveau 2**

## **80 heures**

### **IMPORTANCE DU CND (partie commune à toutes les techniques)**

- Le CND (définition)
- Historique du CND
- Les différentes applications du CND
- Le rôle de CND dans la prévention des accidents
- Les aspects économiques du CND
- Terminologie utilisée en CND

### **1. Principes fondamentaux**

#### 1.1. Nature des ondes ultrasonores

#### **1.2. Caractéristiques de propagation des ondes**

##### 1.2.1. Fréquence

##### 1.2.2. Amplitude

##### 1.2.3. Longueur d'onde

##### 1.2.4. Vitesse de propagation.

##### 1.2.5. Impédance acoustique.

##### 1.2.6. Pression acoustique

##### 1.2.7. Energie acoustique

##### 1.2.8. Intensité acoustique

#### **1.3. Différents types d'ondes et leurs applications**

##### 1.3.1. Ondes longitudinales.

##### 1.3.2. Ondes transversales

##### 1.3.3. Ondes de surface (Rayleigh)

##### 1.3.4. Ondes de plaque (Lamb)

### **2. Théorie des ultrasons (principes physiques)**

#### 2.1. Comportement des ondes ultrasonores

##### 2.1.1. Incidence normale

##### 2.1.2. Incidence angulaire.

##### 2.1.3. Réflexion et réfraction.

##### 2.1.4. Conversion de modes

##### 2.1.5. Loi de Snell

##### 2.1.6. Angles critiques et calcul

#### 2.2. Transfert d'énergie d'un milieu à un autre

##### 2.2.1. Production des ultrasons

##### 2.2.2. Perte d'énergie dans différents milieux.

#### **2.3. Transducteurs ultrasonores**

##### 2.3.1. Principe de fonctionnement

##### 2.3.2. Matériaux piézo-électriques

##### 2.3.3. Coupe des Matériaux piézo-électriques et température de Curie

##### 2.3.4. Effet de la piézo-électricité et de la magnétostriction sur un cristal.

##### 2.3.5. Transducteurs à incidence normale.

##### 2.3.6. Transducteurs à incidence angulaire.

- 2.3.7. Transducteurs spéciaux.
- 2.3.8. Transducteurs focalisés

## **2.4. Caractéristiques d'un champ ultrasonore**

- 2.4.1. Champ éloigné et champ proche
- 2.4.2. Influence de la fréquence, de la vitesse ultrasonore et des dimensions du transducteur
- 2.4.3. Phénomène de divergence et calcul

## **2.5. Atténuation des ultrasons**

- 2.5.1. Cause et effet
- 2.5.2. Principe de mesure

## **2.6. Méthodes de contrôle**

- 2.6.1. Méthode par transmission
- 2.6.2. Méthode écho mode
- 2.6.3. Méthode par résonance.
- 2.6.4. Méthodes automatiques et semi-automatiques.

## **2.7. Techniques**

- 2.7.1. Technique Tandem.
- 2.7.2. Technique utilisant les transducteurs focalisés.
- 2.7.3. Technique utilisant les transducteurs à double cristal.
- 2.7.4. Techniques utilisant les transducteurs à ondes de surface.
- 2.7.5. Techniques par immersion.

## **3. Equipements, étalonnage et modes opératoires.**

### **3.1. Composition et fonctionnement d'un appareil ultrasonore.**

- 3.1.1. Fonctions des composants électroniques (générateur, amplificateur, atténuateur, damping, générateur de balayage, tube cathodique)
- 3.1.2. Différents types d'équipement
  - a) Equipement portable
  - b) Equipement de laboratoire
  - c) Equipement digital
  - d) Installations automatiques

### **3.2. Caractéristiques des équipements et des systèmes de contrôle**

- 3.2.1. Propriétés des amplifications verticales et horizontales.
- 3.2.2. Relation entre pouvoir de résolution et fréquence, pouvoir de transmission,
- 3.2.3. Linéarité.
- 3.2.4. Saturation et seuil d'amplification.
- 3.2.5. Mode de représentation (RF), signal, filtrage

### **3.3. Visualisation du signal**

- 3.3.1. Amplitude de l'écho.
- 3.3.2. A. Scan.
- 3.3.3. B. Scan.
- 3.3.4. C. Scan.

3.3.5. Relation entre signaux analogiques et numériques.

### **3.4. Equipements d'enregistrement**

3.4.1. Visualisation automatique

3.4.2. Interface équipement/Ordinateur.

3.4.3. Enregistreurs, imprimantes et traceurs.

### **3.5. Etalonnage des équipements**

3.5.1. Linéarité horizontale

3.5.2. Linéarité verticale.

### **3.6. Vérification des traducteurs.**

3.6.1. Blocs normalisés V1 et V2.

3.6.2. Sensibilité.

3.6.3. Résolution.

3.6.4. Vérification des traducteurs angulaires.

### **3.7. Etalonnage sur pièces circulaires.**

### **3.8. Correction amplitude distance (CAD)**

### **3.9. Localisation des défauts.**

3.9.1. Localisation par palpeur droit

3.9.2. Localisation par palpeur à angle (un seul bond, deux bonds)

### **3.10. Méthodes de dimensionnement des défauts**

3.10.1. Dimensionnement à - 6 dB et -20 dB

3.10.2 Diffraction des ondes

3.10.3. Méthode basée sur les bords des défauts

3.10.4. Méthode de l'OT en Émission Réception

3.10.5. Méthode « Distance Gain Size »

3.10.6. Principe de la technique T.O.F.D.

3.10.7. Méthode AVG ou DAG (diagramme – amplification – grandeur ) ou DGS ( distance gain size )

## **4. Applications des contrôles par UT**

4.1. Méthodes de contrôle

4.1.1. Pièces usinées

4.1.2. Pièces soudées

4.1.3. Systèmes et composants

4.1.4. Matériaux austénitiques

4.1.5. Pièces forgées.

4.1.6. Matériaux non métalliques (céramiques, plastiques, ...).

4.1.7. Mesure d'épaisseur.

4.1.8.1. Influence de matériaux

4.1.8.2. Erreurs géométriques

4.1.8.3. Influence de l'état de surface

4.1.9. Mesure de la corrosion.

## **5. Types de défauts**

- 5.1. Fissures
- 5.2. Manque de fusion
- 5.3. Inclusions
- 5.4. Cavités et porosités

## **6. Limites d'utilisation du contrôle par UT**

- 6.1. Matériaux de faible épaisseur
- 6.2. Vitesse limitée par le milieu de couplage
- 6.3. Profondeur limitée par l'atténuation.
- 6.4. Réflexion et formes complexes.
- 6.5. Dimensionnement des défauts par la fréquence.
- 6.6. Atténuation Amplitude/Distance
- 6.7. Exactitude des résultats dépend de la formation des opérateurs.

## **7. Equipement minimum recommandé**

- 7.1. Appareil à ultrasons à fréquence variable
- 7.2. Bloc d'étalonnage V1
- 7.3. Pièces d'essais
  - a) soudées
  - b) usinées
  - c) laminées
- 7.4. Transducteurs
  - a) 1 Transducteur droit 4 Mhz.
  - b) 1 Transducteur à angle 45° ou 60°
- 7.5. Câbles de connexion.

## **8. Instructions et procédures**

- 8.1. Préparation
- 8.2. Détermination des critères d'acceptation
- 8.3. Préparation et écriture du rapport de contrôle

## **Autres méthodes**

En travaux pratiques de CND, il est prévu la mise en œuvre d'une ou de deux méthodes de CND complémentaires pour confirmer et améliorer la fiabilité des résultats.

D'autres méthodes sont décrites pour information.

De nouvelles méthodes et techniques sont actuellement en développement continu et peuvent être ajoutées ultérieurement.

: