

Chapitre 2 : L'examen visuel et le ressuage

I. L'examen visuel

1. Introduction

Le contrôle visuel est une technique de base essentielle de contrôle non destructif. L'état extérieur d'une pièce peut donner des informations essentielles sur l'état de celle-ci :

- des défauts évidents (comme des cassures, de la corrosion, fissures, ...)
- des défauts cachés sous-jacents présentant une irrégularité sur la surface extérieure peut être une indication de défaut plus grave à l'intérieur.

2. Compétences nécessaires

L'examen visuel permet d'aider le contrôleur à choisir la technique la plus adaptée en CND pour des examens approfondis.

La formation et l'expérience du contrôleur sont très importantes :

- la connaissance des méthodes de fabrication et d'assemblage et leurs possibles défauts : défaut de coulée ou de forge, de cintrage, défaut de soudure ...
- la connaissance des contraintes apparaissant en service (corrosion, fatigue, fluage...).
- la connaissance d'autres techniques CND pour des contrôles plus profonds en addition du contrôle visuel (détection des défauts cachés et dimensionnement).
- la formation doit être adaptée au secteur : aéronautique, centrale thermique et nucléaire, industrie...

3. Equipements

- ◆ Le boroscope ou fibroscope est un appareil permettant de voir dans des endroits extrêmement petits et difficiles d'accès. Il est constitué de fibres optiques situées dans un câble et permettant de visualiser une image située à l'extrémité de celui-ci.



- ◆ L'endoscopie est une méthode d'exploration et d'imagerie industrielle (ou médicale) qui permet de visualiser l'intérieur de conduits ou de cavités inaccessible à l'œil. L'endoscope est composé d'un tube optique muni d'un système d'éclairage. Couplé à une caméra vidéo on peut ainsi retransmettre l'image sur un écran.



4. Restrictions

- Technique limitée aux surfaces visibles.
- La surface doit être propre.
- Besoin de formation des opérateurs.
- La caractérisation des défauts est limitée.
- Pas d'enregistrement (sauf par vidéo ou photo).

II. Le ressuage

1. Introduction

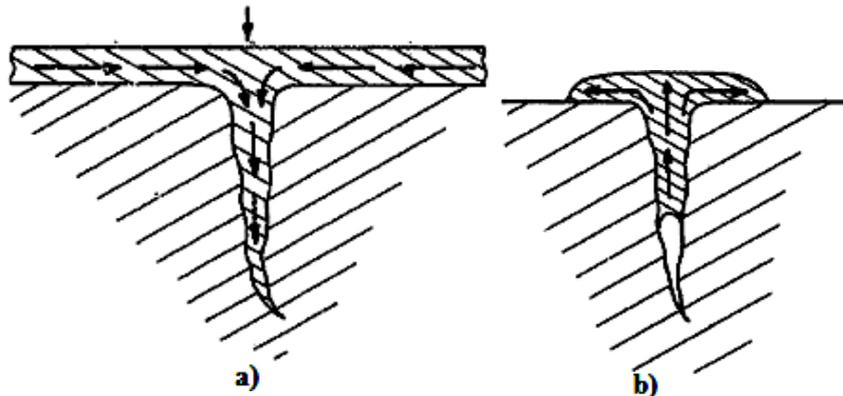
Par opposition aux autres méthodes de contrôle non destructif, le ressuage peut être considéré comme une méthode «globale» pour tous les défauts débouchants en surface, quelle que soit la nature du matériau. À partir du moment où les conditions opératoires sont satisfaites, on n'a pas besoin de connaître à priori l'orientation du défaut pour le détecter et un seul essai peut suffire. Comme par ailleurs ce sont les discontinuités débouchantes qui peuvent nuire le plus lors de l'utilisation de la pièce, on voit tout de suite le grand intérêt que peut présenter cette méthode : elle est d'ailleurs fréquemment utilisée en tant que méthode de lever de doute pour confirmer ou infirmer la présence de défauts débouchants mis en évidence par une autre technique.

2. Définition

Le ressuage est une méthode de contrôle non destructif dont le but est la détection et la localisation de défauts ouverts et débouchants en surface sur tous métaux et certains matériaux non métalliques (céramiques, matières plastiques...).

Cette méthode repose sur la capacité de certains liquides à pénétrer, puis à ressortir par capillarité, dans ces discontinuités géométriques.

La capillarité ou la force capillaire caractérise l'aptitude d'un liquide en contact avec un solide à se déplacer par rapport à ce solide.

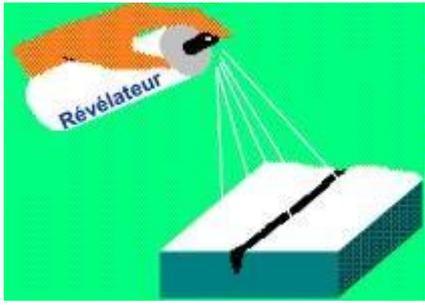
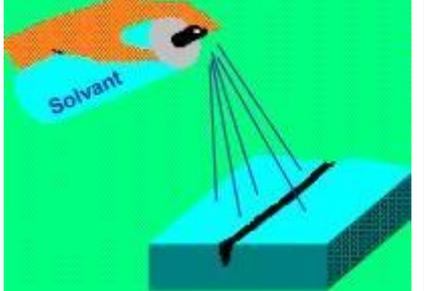


- a) Introduction du pénétrant dans les discontinuités par capillarité,
- b) Phénomène de ressuage après élimination de l'excès de pénétrant.

3. Principe de ressuage

Le ressuage comporte 6 étapes :

<p>a- Le nettoyage de la surface à contrôler :</p> <p>La méthode consiste à appliquer un pénétrant de faible tension superficielle (de bonne capillarité) sur la surface de la pièce :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Par meulage, • Par brossage, • Par dégraissage (chimique ou en phase vapeur) 	
<p>b- L'application du pénétrant sur la surface à contrôler :</p> <p>On laisse au pénétrant un certain temps de sorte qu'il puisse s'introduire dans les discontinuités aboutissantes à la surface.</p>	
<p>c- L'élimination de l'excès de pénétrant :</p> <p>On élimine ensuite le pénétrant sur la surface mais cette opération laisse cependant en place la partie qui a réussi à s'infiltrer dans les discontinuités. On utilise dans cette opération :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un chiffon sec et propre et non pelucheux, • L'eau suivi ou non d'un séchage, • Un solvant. 	

<p>d- Application du révélateur :</p> <p>Un révélateur, produit opaque et absorbant est appliqué sur la surface, le pouvoir absorbant du révélateur fait que le pénétrant qui a réussi à s'infiltrer dans les discontinuités est alors aspiré vers la surface et y laisse une trace. Cette trace à cause de la diffusion du pénétrant dans le révélateur, est toujours plus importante que la discontinuité</p>	
<p>e- Interprétation des résultats :</p> <p>L'efficacité de cette méthode de contrôle repose sur la possibilité de détecter les indications de discontinuité afin d'améliorer cette détectabilité, le pénétrant contient en général :</p> <ul style="list-style-type: none"> • un produit coloré visible à la lumière blanche (lumière du jour). • ou un produit fluorescent visible à la lumière noire (ultra violet). <p>Une estimation grossière de la fissure peut être faite grâce à la largeur de l'étalement du pénétrant sur le révélateur.</p>	
<p>f- Nettoyage final :</p> <p>Un nettoyage final est préconisé pour certains matériaux (alliages d'aluminium, alliage de magnésium) pour lesquels la présence des produits utilisés peut entraîner des corrosions.</p>	

◆ Exemple d'une pièce avant (à gauche) et après (à droite) le contrôle par ressuage.



4. Types et significations des indications

a- Types d'indications

Toute apparition du pénétrant indique en principe la présence d'une discontinuité sur la surface.

Les indications peuvent être classées en trois types:

- ▶ Les vraies indications : se sont les seules indications soumises à une évaluation, elles ont pour origine les discontinuités non prévues à la conception de la pièce ou non justifié par les conséquences normales des procédés de fabrication.
- ▶ Les indications parasites: il s'agit d'indications résultantes des discontinuités existant réellement mais dont on connaît l'origine qui est d'ordre conceptuel.
- ▶ Les fausses indications: elles sont en général pour origine une élimination incomplète de pénétrant restant en surface, l'absence d'indication est aussi une fausse indication (dégraissage incomplet de la pièce, présence de poussière, ...).

b- Significations des indications

Les indications observées en ressuges peuvent être regroupées en 5 types :

- ▶ Forme arrondie: indications d'origine les défauts surfaciques de forme sphérique, (soufflure, piqûre, structure poreuse de la pièce...).
- ▶ Ligne continue: indication d'origine les fissures, les replis de forge, les rayures.
- ▶ Ligne discontinue: indication apparaît lorsque la pièce subit une préparation mécanique ou toute autre opération qui peut enfermer une partie d'un défaut débouchant.
- ▶ Tache ponctuelle: indication apparaissant surtout lors de contrôle des pièces moulées, elle est d'origine la nature poreuse de la pièce, des piqûres, ou de la structure grossière de la pièce.
- ▶ Tâche diffusée: présence de micro-pore dans les pièces.

5. Types de pénétrant et de révélateurs

a- Pénétrants

Le pénétrant est un produit dont les caractéristiques recherchées sont:

- ✓ un point éclair élevé,
- ✓ faible viscosité,
- ✓ non toxique,
- ✓ teneur en chlore inférieur à 25 ppm,
- ✓ bonne stabilité chimique.

On distingue :

- Les pénétrants colorés, qui sont généralement de coloration rouge/violette, pour lesquels l'observation se fait en lumière blanche,

- Les pénétrants fluorescents qui nécessitent un examen en lumière ultraviolette.

b- Révélateurs

Il existe essentiellement deux types de révélateurs, pouvant être utilisés avec les diverses familles de pénétrants:

- ◆ Les révélateurs **secs** se présentant sous forme de poudre : ce type est utilisable seulement avec les pénétrants fluorescents, et :
 - ✓ Pour surfaces rugueuses,
 - ✓ Pour pièces de forme complexe : filetage, rainure, trou,
 - ✓ Pour pièces de grande dimension.
- ◆ Les révélateurs **humides** constitués d'une poudre en suspension ou en solution dans un liquide (révélateurs non aqueux, révélateurs aqueux).



6. Domaines d'application

On peut localiser les défauts de : moulage, de fatigue, d'usinage, de traitement thermique et soudage. Le ressuage donne des résultats intéressants avec des métaux tel que l'aluminium, le magnésium, le cuivre, le titane, l'acier inoxydable et la plupart des alliages non métalliques comme les céramiques, les plastiques, le caoutchouc moulé, (mais il faut, pour les plastiques et les composés caoutchouc moulé, se méfier de leur réactivité vis à vis des produits utilisés et donc procéder à des essais préliminaires) :

- Aéronautique.
- Chaudronnerie: cordons de soudures.
- Centrales nucléaires.
- Industries mécaniques: engrenages, arbres, cylindres.
- Industries agro-alimentaires: sucreries.
- Étanchéité: détection de fuites.

7. Avantages et inconvénients

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Mise en œuvre possible sur organes montés dans un ensemble.- Très grande fiabilité.- Grande souplesse d'adaptation en fonction de la géométrie des pièces et de leur état de surface.- Interprétation aisée des indications des discontinuités révélées.	<ul style="list-style-type: none">- Nécessité d'une bonne préparation des surfaces à contrôler.- Domaine de températures à respecter.- Nécessité de travailler proprement.- Effluents liquides à traiter.

◆ Exemples de pièces contrôlées par ressuage

