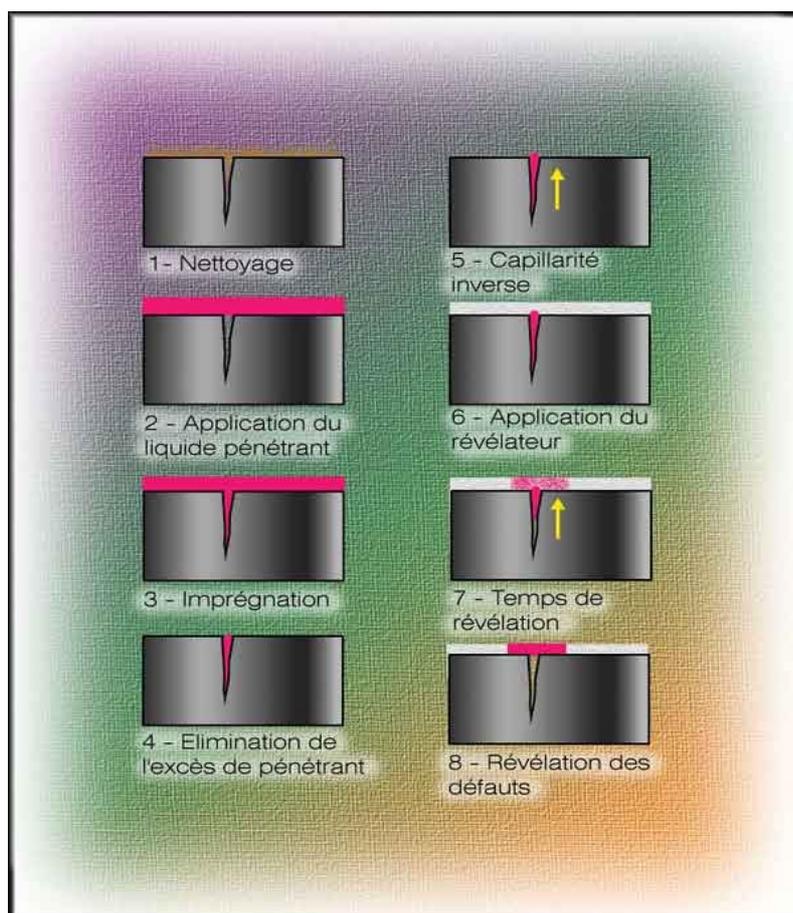

Technique N°2 : Ressuage

Objectifs spécifiques:

- Connaître le principe, les bases théoriques du Ressuage et son instrumentation
- Utiliser les méthodes de traitement du signal (filtrage, localisation, caractérisation des mécanismes d'endommagement...)
- Connaître les applications industrielles et de laboratoire de la technologie (contrôle des appareils à pression, détection de corrosion, détection de fuites, examen de structures composites...)

Principe

Comme l'examen visuel, le contrôle par ressuage est utilisé pour détecter les défauts qui débouchent à la surface d'une pièce ou d'un assemblage par sondage, brasage ou



Phases successives du ressuage

soudo-brasage. Le ressuage est un terme qui désigne l'extraction d'un fluide d'une

discontinuité dans laquelle il s'était préalablement accumulé au cours d'une opération d'imprégnation. L'imprégnation d'une fissure par un liquide, tirant profit de ses propriétés tensio-superficielles, conduit, par l'intermédiaire d'un ressuage avant l'observation visuelle, à un moyen de recherche de défauts de surface qui est parmi les plus anciens, les plus simples et les plus utilisés de nos jours.

Le mécanisme de révélation des défauts par ressuage correspond aux trois phases illustrées sur la figure (page 10) : application du pénétrant suivie d'un temps d'imprégnation, élimination de l'excès du pénétrant sur la surface de la pièce, ressuage du pénétrant par disposition d'une couche de " révélateur " sur la surface. A la suite de quoi, l'image des défauts apparaîtra à l'observateur dans la mesure où l'étalement du pénétrant sur le révélateur conduit à une nette variation de couleur ou de luminance.

Il faut retenir que, dans tous les cas, les opérations sont relativement lentes, prenant chacune plusieurs minutes, de 3 à 30 minutes en ce qui concerne l'imprégnation des fissures par le pénétrant. Ces différentes variantes sont codifiées dans les normes internationales et la norme NF A 09-120. L'illustration ci dessus montre la succession des opérations dans chacun des procédés, sachant que le contrôle proprement dit doit être précédé et suivi d'une opération de nettoyage de la pièce extrêmement soignée.

On utilise essentiellement **deux techniques de traçage du pénétrant en ressuage** : le **traçage coloré** ou le **traçage fluorescent** ; le premier implique d'utiliser un révélateur à fond blanc sur lequel on visualisera des empreintes de défauts généralement colorés en rouge; le second implique un examen fait en lumière noire, dans l'obscurité, au cours duquel les défauts seront révélés par une fluorescence excitée par un projecteur de rayons ultraviolets (UV). Ce deuxième type de procédé conduit presque toujours à de meilleures performances de détection que celles obtenues avec l'utilisation des traceurs colorés, au prix toutefois de conditions d'examen optique plus contraignantes.

L'élimination de l'excès de pénétrant est sans doute l'opération essentielle en contrôle par ressuage, car la fiabilité du résultat va en grande partie dépendre de la bonne exécution de cette étape : une action de lavage trop forte risquera de vider les fissures de leur pénétrant avant qu'il soit révélé; une action insuffisante risquera de laisser du pénétrant sur la surface, en particulier si elle est rugueuse, entraînant du même coup des indications erronées lors de l'examen. Cette élimination du pénétrant en excès s'effectue par émulsification et selon deux techniques, suivant que l'agent émulsifiant est incorporé à l'origine dans le liquide pénétrant ou que celui - ci est projeté sur la pièce préalablement au lavage ; on utilise dans ce cas un pénétrant dit post - émulsifiant.

Dans certains cas particuliers, les procédés décrits ci - dessus ne peuvent pas être utilisés convenablement, ou les produits courants ne conviennent pas aux conditions de contrôle ou à la nature des pièces à contrôler. On a été ainsi amené à développer des produits adaptés aux cas suivants : ressuage à basse température (inférieure à 10 °C environ) ressuage à chaud (depuis 40 ou 50 °C jusqu'à 200 °C environ), correspondant à des conditions que l'on rencontre en contrôle en soudage multi passe et en maintenance d'installations thermiques, ressuage avec produits thixotropiques pour les contrôles " in situ " délicats (aviation), ressuage à pénétrant aqueux pour le contrôle des bétons, des céramiques, des composites, enfin ressuage avec des produits biodégradables qui, outre leur innocuité vis - à - vis de l'environnement, supportent un lavage à l'eau prolongé conduisant à une meilleure fiabilité de l'opération d'élimination de l'excès de pénétrant.

Les produits de ressuage

Les produits de ressuage sont constitués par les pénétrants, les émulsifiants et les révélateurs :



- **Les pénétrants** font l'objet d'une classification selon la spécification américaine MIL 1 25135 révision C; les pénétrants fluorescents, qu'ils soient à post - émulsion ou directement lavables à l'eau, sont plus sensibles que les pénétrants colorés.

- **Les émulsifiants**, longtemps de type lipophile à base de solvants pétroliers, peuvent désormais être approvisionnés sous forme d'émulsifiants hydrophiles à diluer dans l'eau, permettant ainsi un meilleur réglage de la sensibilité du contrôle.

- **Les révélateurs** sont soit de type sec, soit de type humide, en suspension dans l'eau ou encore à support organique volatil. Le choix à faire dépend du type de contrôle; en particulier, on utilise toujours un révélateur non aqueux en association avec un pénétrant coloré; ce sont d'ailleurs, de loin, les révélateurs les plus utilisés. Il existe enfin des révélateurs pelliculaires qui permettent de garder la trace des défauts.

Tous ces produits de ressuage sont vendus conditionnés de diverses façons et, en particulier, sous forme de récipients aérosols pour les contrôles à l'unité et sur site; ils sont formulés pour satisfaire à certaines spécifications, de façon à ne contenir que de très faibles teneurs en impuretés telles que le chlore, le soufre, le fluor, le sodium et le potassium.

Application

A la fois simple et délicat à mettre en œuvre, le ressuage s'applique à tous les matériaux à l'exception de ceux dont la structure est naturellement poreuse et il peut être considéré comme une méthode de contrôle globale. Il présente de ce fait en dépit de ses limites un grand intérêt. Le choix du procédé dépend de la nature de la pièce et de la nature des défauts recherchés : le procédé coloré sera utilisé de préférence pour la recherche de défauts grossiers et pour les contrôles sur site; le procédé fluorescent sera utilisé lorsque l'on cherche une grande sensibilité et lorsque l'on effectue un travail en série, en particulier sur chaîne.

Le champ d'application du ressuage est très vaste, car le procédé est simple d'emploi et permet de détecter la plupart des défauts débouchant en surface sur les matériaux métalliques non poreux, ainsi que sur les autres matériaux, à condition toutefois qu'ils ne réagissent pas chimiquement ou physiquement (adsorption) avec le pénétrant. Sa sensibilité est très bonne, puisqu'on peut estimer obtenir, à titre indicatif, une détection fiable de défauts de 80 mm de largeur pour 200 mm de profondeur pour un ressuage coloré pratiqué en atelier sur une surface usinée, alors que le ressuage fluorescent conduit dans les mêmes conditions à une limite de détection de l'ordre de 1mm en largeur pour 20 à 30 mm en profondeur.



Utilisation du contrôle par ressuage fluorescent pour la vérification des fuites dans une installation industrielle

Les limitations du procédé de ressuage sont liées au matériau lui - même : trop forte rugosité de surface, impossibilité d'employer les produits classiques qui endommageraient sa surface. Les défauts non débouchant ne peuvent être vus, de même que les fissures renfermant des corps susceptibles d'interdire l'entrée du pénétrant tels que peinture, oxydes, produits de lubrification mal éliminés par nettoyage. Le procédé lui - même est relativement lent (10 à 45 minutes), coûteux en temps et en personnel, pas facile à rendre totalement automatique, en particulier au niveau de l'élimination de l'examen visuel qui reste ainsi tributaire de l'acuité et de l'aptitude du contrôleur. Il faut enfin prendre en compte, dans le coût du contrôle, la consommation des produits de ressuage dont l'utilisation peut par ailleurs amener des sujétions contraignantes vis - à - vis de l'environnement, de la sécurité et de l'hygiène du travail (précautions relatives aux risques d'incendie, d'explosion, d'irritation des muqueuses, de pollution de l'eau).

Application de la méthode de contrôle non destructif par ressuage

Les Produits de ressuage: Nettoyant; Pénétrant; Révélateur



Etape 1: Nettoyage de la surface à tester avec le nettoyant.



-

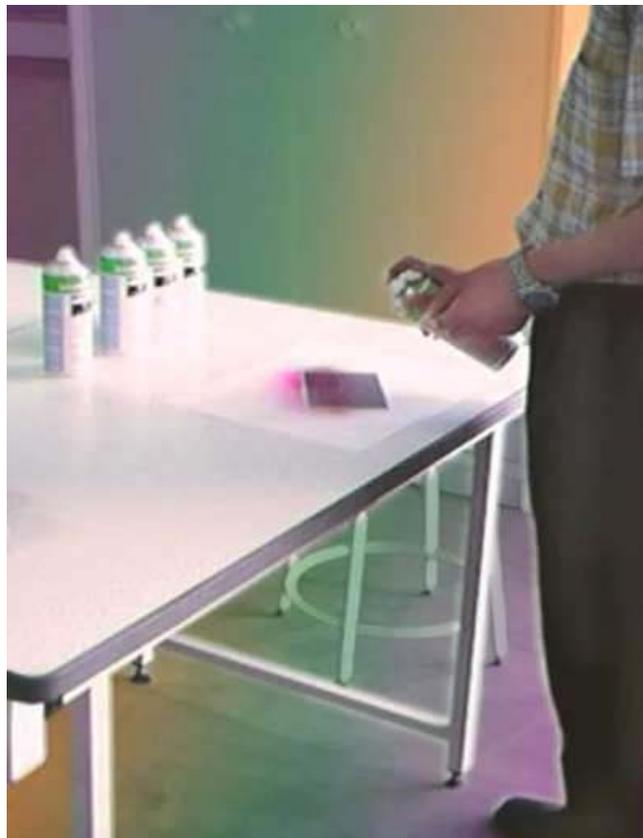
Etape 2: Séchage



Etape 3: Application du pénétrant



**Etape 4: Après un temps de pause,
élimination des excès de pénétrant avec un jet de pression modérée.**



Etape 5: Application du révélateur



Etape 6: Après un temps de pause, l'image des défauts apparaît en surface.



Etape 7: Nettoyage final de la pièce

