



*TP1-a*

*Détection et observation de défauts de soudure*

*Ressuage*



## Table des matières

1. Objectifs : .....	5
2. Introduction: .....	5
3. Description de l'équipement : .....	5
4. Variables et unités utilisées :.....	6
5. Caractéristiques des équipements et échantillons :.....	6
6. Consignes de sécurité :.....	6
7. Principes de base .....	7
8. Procédure expérimentale :.....	16
9. Travail à effectuer : .....	17



## 1. Objectifs :

---

L'objectif de ce TP est d'appréhender les notions de défauts de soudure en surface qui peuvent être détectés grâce à la technique de ressuage.

De comprendre comment le phénomène physique de capillarité intervient dans cette technique de caractérisation.

Savoir utiliser la méthode de contrôle non destructif par ressuage pour détecter les défauts de soudure.

## 2. Introduction:

---

Le ressuage est une technique de contrôle non destructif qui consiste à appliquer, sur la surface à contrôler, un liquide pénétrant qui va s'infiltrer à l'intérieur des défauts débouchant. Après imprégnation, l'excès de pénétrant est éliminé en surface. Cette même surface sèche est ensuite recouverte d'une fine couche de produit révélateur qui va agir comme un buvard et va faire remonter par capillarité le pénétrant présent dans les défauts. On obtient ainsi une indication colorée ou fluorescente caractéristique du défaut.

Le ressuage est une méthode globale qui permet de détecter la présence de défauts ouverts et débouchants en surface d'une pièce. On peut effectuer cette technique de contrôle sur toute sorte de matériau non poreux, sur les structures et ouvrage non revêtus. Un seul passage suffit pour examiner la totalité de la surface de la pièce. Elle permet d'obtenir des informations sur les dimensions et la forme des défauts présents.

## 3. Description de l'équipement :

---

Pour la préparation de l'échantillon, on peut utiliser une brosse métallique pour obtenir une surface exempte de tout revêtement (peinture, graisse, projection de soudure, ...). On peut également utiliser un chiffon propre non pelucheux, du solvant ou de l'eau sous pression.

À Polytech nous avons à disposition du solvant dégraissant nettoyant.



Figure 1 : Solvant dégraissant nettoyant



Figure 2 : Liquide pénétrant coloré



Figure 3 : Poudre blanche révélatrice

## TPI-b : Détection et observation de défauts de soudure (Ressuage)

Pour l'examen, nous avons à disposition du liquide pénétrant coloré et de la poudre blanche révélatrice.

Les échantillons à analyser sont des soudures sur des petites plaques en acier comme présentées ci-dessous.



Figure 4 : Les différentes soudures sur les plaques en acier à étudier

### 4. Variables et unités utilisées :

Symbole	Quantité mathématique/physique	Unité
.....	Dimensions	mm
t	Temps	s

### 5. Caractéristiques des équipements et échantillons :

Reference	Épaisseur
Plaque acier soudée	10 mm

### 6. Consignes de sécurité :

	La technique de ressuage est une technique qui nécessite l'utilisation de liquides colorants et de solvants. Ces produits peuvent être nocifs. Vous devez obligatoirement utiliser les éléments de protection à votre disposition : gants, lunettes, masque et blouse.
---	--

	Les manipulations doivent être effectuées avec précaution dû à l'utilisation de produits chimiques, ils doivent être éloignés des sources de chaleur ainsi que des sources d'étincelle. En effet, ces produits sont inflammables et une aération de la pièce est nécessaire
	Manipulation avec précaution des liquides : vous devez protéger les tables et matériels environnant. Vous devez impérativement nettoyer après utilisation tout objet qui a été en contact avec ces liquides (table, paillasse, sol, matériel, ...) afin d'éviter les taches indélébiles.

## **7. Principes de base**

---

### **a. Introduction :**

L'appellation Contrôles non destructifs fait naturellement penser au diagnostic que le médecin formule lors de l'examen de son patient. Le même principe appliqué aux pièces mécaniques consiste à mettre en œuvre des méthodes d'investigation pour permettre d'apprécier sans destruction, l'état de santé des pièces et de formuler un avis sur leur aptitude à remplir la fonction à laquelle elles sont destinées. Considérée sous cet aspect d'aptitude au bon fonctionnement, la définition suppose une bonne connaissance de tous les phénomènes mis en jeu, en particulier de la nocivité des défauts, de leur évolution dans le temps, des lois générales de la mécanique de la rupture.

Dans la pratique, les spécialistes en Contrôles non destructifs chargés de l'inspection sont davantage confrontés à des problèmes d'interprétation de résultats de contrôles par rapport à des critères établis en liaison avec le concepteur de la pièce. Dans cet esprit, la définition suivante des Contrôles Non Destructifs apparaît plus proche de la réalité industrielle : il s'agit de "qualifier, sans nécessairement quantifier, l'état d'un produit, sans altération de ses caractéristiques par rapport à des normes de recette".

L'exécution de cette tâche nécessite une bonne connaissance des techniques d'investigation mises en œuvre, de leurs limites et surtout, une adéquation parfaite entre le pouvoir de détection de chaque technique et les critères appliqués pour la mise en œuvre.

### **b. Généralisation du principe aux différentes techniques :**

Les techniques de contrôle non destructif les plus couramment employées actuellement peuvent être classées en deux familles principales, étroitement liées à la localisation de l'anomalie sur la pièce en cours d'examen.

*La première famille concerne les méthodes dites de surface* pour lesquelles l'anomalie est localisée en surface extérieure. Elle groupe les procédés Examen visuel ; Ressuage ; Magnétoscopie ; et Courants induits ou courants de Foucault.

La deuxième famille concerne **les méthodes dites volumiques** pour lesquelles l'anomalie est localisée dans le volume de la pièce. Elle regroupe les procédés Ultrasons et Rayonnements ionisants.

Des méthodes complémentaires existent dont le classement en fonction du critère de localisation de l'anomalie n'apparaît pas d'une manière aussi nette que dans les cas précédents. Ces méthodes ont cependant l'avantage d'être globales et en temps réel. Il s'agit en particulier de :

- La thermographie ;
- L'émission acoustique.

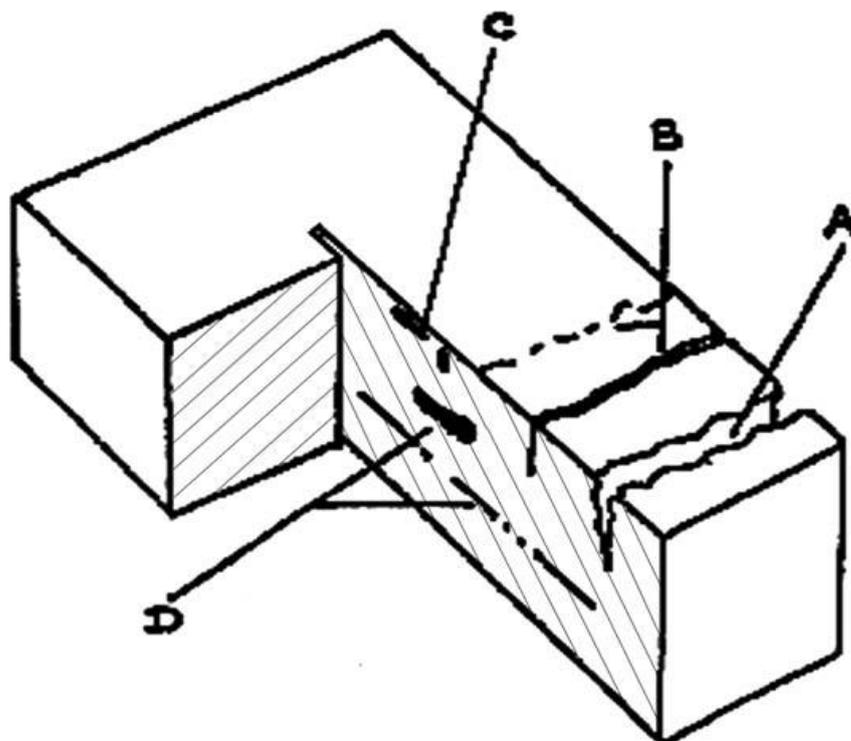


Figure 5 : Application des méthodes de contrôle non destructif, A-Examen visuel ; B- Ressuage, Magnétoscopie et Courants de Foucault ; C- Magnétoscopie et courant de Foucault ; D- Ultrasons et courants de Foucault

Le processus mis en jeu, illustré par la figure 6, se décompose en trois phases essentielles :

- **L'excitation** souvent caractérisée par un rayonnement de nature électromagnétique ou une vibration mécanique et un champ magnétique.
- **La perturbation** est définie dans tous les cas de figure par la pièce et l'anomalie qu'elle contient.
- **La révélation** est assurée soit par l'œil, soit par des systèmes de capteurs traduisant sous forme de signaux électriques la réaction entre l'excitation et la perturbation : il faut noter l'importance de plus en plus grande prise par l'imagerie pour la restitution des informations recueillies par les capteurs.

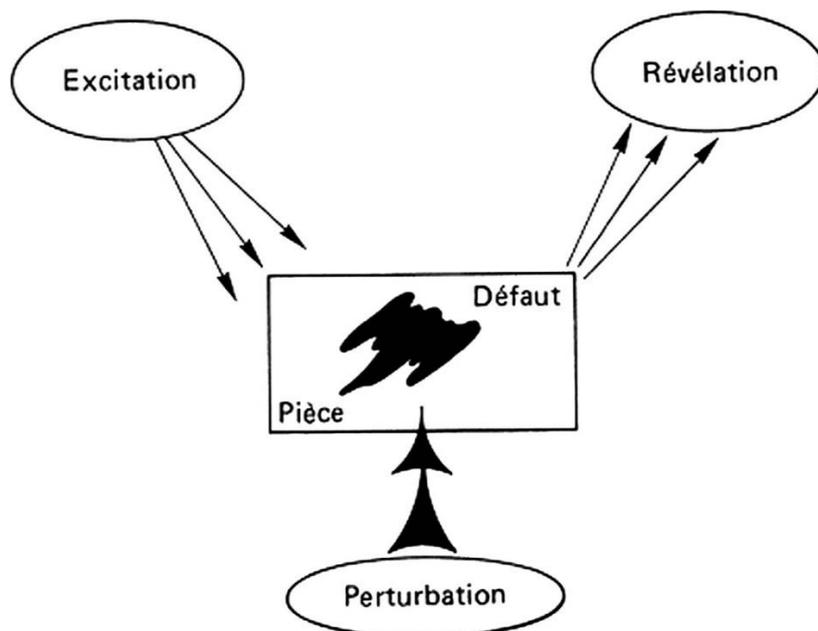


Figure 6 : Ensemble de procédés d'examen de pièces qui permet de s'assurer de l'absence de défauts qui pourraient nuire à leur tenue en service

Le tableau 7 précise de manière simplifiée les deux processus d'excitation et de révélation mis en jeu pour chaque procédé :

<b>PROCÉDÉ</b>	<b>EXCITATION</b>	<b>RÉVÉLATION</b>
<b>Examen visuel</b>	Rayonnement visible Source de lumière blanche ou monochromatique	Œil et aides optiques tels que loupe, binoculaire, microscope, endoscope
<b>Ressuage</b>	Liquide d'imprégnation conjugué à un rayonnement visible ou ultraviolet pour l'observation	Fines particules absorbant le produit d'imprégnation et œil avec aides optiques telles que loupe ou endoscope
<b>Magnétoscopie</b>	Champ magnétique engendré par une onde sinusoïdale basse ou moyenne fréquence	Fines particules magnétiques piégées par le champ perturbé et œil avec aides optiques telles que loupe ou endoscope
<b>Courants induits ou courants de Foucault</b>	Champ magnétique engendré par une onde sinusoïdale basse ou moyenne fréquence	Bobine ou capteur dont l'impédance varie en fonction du champ perturbé et chaîne de mesure
<b>Ultrasons</b>	Vibration mécanique de moyenne fréquence engendrée par un transducteur de type piézoélectrique	Transducteur convertissant l'énergie mécanique perturbée en signal électrique et chaîne de mesure
<b>Rayonnements ionisants</b>	Rayonnement électromagnétique du type $\gamma$ , $\alpha$ ou neutronique	Film nu, système de conversion directe ou indirecte du rayonnement en signal électrique et œil ou moniteur
<b>Thermographie</b>	Rayonnement électromagnétique du type infrarouge ou source de chaleur	Caméra infrarouge et moniteur ou laque Thermosensible et œil
<b>Émission acoustique</b>	Contrainte mécanique ou bruit	Transducteur convertissant l'énergie mécanique en signal électrique et chaîne de mesure

Tableau 7 : Processus d'excitation et de révélation mis en jeu pour les méthodes des CND.

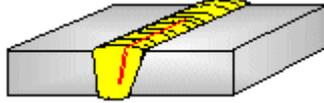
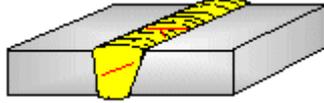
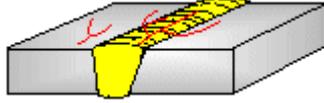
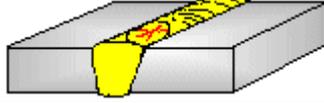
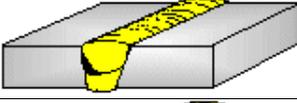
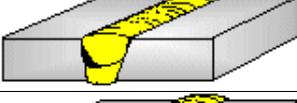
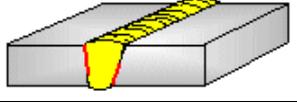
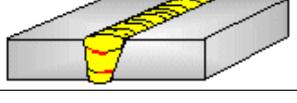
### c. Principaux défauts

Les Contrôles Non Destructifs sont utilisés pour inspecter tous les défauts existants ou créés en service dans les pièces des machines. Ceux-ci se répartissent en :

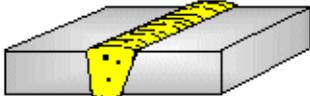
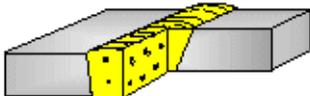
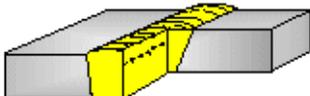
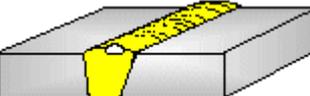
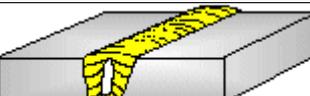
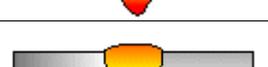
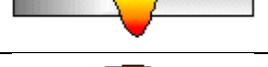
- 1- Défauts externes : comme la corrosion et les fissures.
- 2- Défauts internes : comme les inclusions gazeuses, et les inclusions de laitier, les manques de pénétration, les fissures et la corrosion interne.

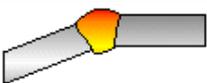
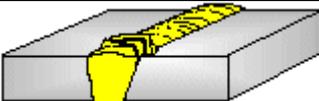
Le tableau 8 représente les principaux défauts de soudure selon la classification réalisée conformément à la norme NF EN 26250.

*Tableau 8 : Principaux défauts de soudure*

Numéro	Désignation	Illustration	Term in English
<b>GROUPE N° 1 – FISSURES</b>			
101	FISSURE LONGITUDINALE		LONGITUDINAL CRACK
102	FISSURE TRANSVERSALE		TRANSVERSE CRACK
103	FISSURES RAYONNANTES		RADIATING CRACK
104	FISSURES DE CRATÈRE		CRATER CRACK
<b>GROUPE N° 2 - INCLUSIONS SOLIDES</b>			
301	INCLUSION DE LAITIER		SLAG INCLUSION
302	INCLUSION DE FLUX		FLUX INCLUSION
303	INCLUSION D'OXYDE		OXIDES INCLUSION
304	INCLUSION MÉTALLIQUE		METALLIC INCLUSION
<b>GROUPE N° 3 - MANQUE DE FUSION</b>			
4011	MANQUE DE FUSION DES BORDS ou COLLAGE		LACK OF FUSION
4012	MANQUE DE FUSION ENTRE PASSES		LACK OF FUSION

**TP1-b : Détection et observation de défauts de soudure (Ressuage)**

Numéro	Désignation	Illustration	Term in English
<b>GROUPE N° 4 - CAVITÉS</b>			
2011	SOUFFLURE SPHÉROÏDALE		GAS PORE
2012	SOUFFLURES UNIFORMÉMENT RÉPARTIES		UNIFORMLY DISTRIBUTED POROSITY
2013	NID DE SOUFFLURES		CLUSTERED POROSITY
2014	SOUFFLURES ALIGNÉES		LINEAR POROSITY
2015	SOUFFLURES ALLONGÉES		ELONGATED POROSITY
2016	SOUFFLURE VERMICULAIRE		WORM HOLE
2017	PIQÛRE		SURFACE PORE
2021	RETASSURE INTERDENDRITIQUE		INTERDENDRITIC SHRINKAGE
2024	RETASSURE DE CRATÈRE		CRATERE PIPE
<b>GROUPE N° 5 - DÉFAUTS DE FORME</b>			
5011	CANIVEAU		UNDERCUT
5012	MORSURE		UNDERCUT
5013	CANIVEAU À LA RACINE		SHRINKAGE GROOVE
502	SURÉPAISSEUR EXCESSIVE		EXCES WELD METAL
504	EXCÈS DE PÉNÉTRATION		EXCESSIVE PENETRATION
5041	GOUTTE OU EXCÈS LOCAL DE PÉNÉTRATION		EXCESSIVE PENETRATION
506	DÉBORDEMENT		OVERLAP
507	DÉFAUT D'ALIGNEMENT		LINEAR MISALIGNMENT

Numéro	Désignation	Illustration	Term in English
508	DÉFORMATION ANGULAIRE		ANGULAR MISALIGNMENT
509	EFFONDREMENT		SAGGING
511	MANQUE D'ÉPAISSEUR		INCOMPLETE FILLED GROOVE
515	RETASSURE À LA RACINE		ROOT CONVEXITY
516	ROCHAGE		POROSITY DUE TO CARBONE MONOXIDE
517	MAUVAISE REPRISE		POOR RESTART

#### **d. Méthode de mise en œuvre du contrôle par ressuage**

Le contrôle par ressuage permet de détecter des défauts de compacité, parfois très fins, débouchant en surface et non obstrués (fissures, porosités, replis, manque de liaison) sur des matériaux métalliques non poreux et non absorbants. Ce contrôle est réalisé à l'aide de produits (les pénétrants) à très faible tension superficielle qui pénètrent par capillarité dans les défauts débouchant en surface. Après élimination de l'excès de pénétrant sur la surface des pièces, l'apparition visuelle des défauts est réalisée par l'application d'un révélateur en une fine couche de poudre constituée de microscopiques tubes capillaires qui pompent le pénétrant retenu dans les discontinuités des défauts.

#### **e. Applications du contrôle par ressuage**

- Avant soudage : préparation des chanfreins.
- Pendant le soudage : contrôle entre passes, gougeage d'une reprise envers.
- Après soudage : défauts superficiels, étanchéité.

#### **f. Avantages du contrôle par ressuage**

- Facilité de mise en œuvre avec les produits pré-émulsionnés.
- Facilité de mise en œuvre sur les pièces en service.
- Bonne sensibilité de détection des défauts débouchants.
- Contrôle relativement économique et rapide.
- Localisation précise des défauts de surface et appréciation de leur longueur en surface.

- Méthode globale en contrôle non destructif autorisant un examen de la totalité de la surface de la pièce sans influence notable de l'orientation du défaut par rapport à la direction du faisceau de la source utilisée pour l'excitation.
- Les différentes séquences de la mise en œuvre se prêtent bien à l'automatisation.

### **g. Inconvénients du contrôle par ressuage**

- Impossibilité de révéler les défauts internes et obstrués.
- Nettoyage rigoureux des pièces à contrôler.
- Les opérateurs doivent être expérimentés pour certaines techniques.
- Produits inflammables, volatils et nocifs.
- Gestion des déchets liquides rejetés à l'égout.
- L'appréciation de la profondeur des défauts n'est pas possible et l'interprétation dans la phase de révélation reste délicate, en particulier pour l'automatisation.

### **h. Produits utilisés pour la réalisation du contrôle par ressuage**

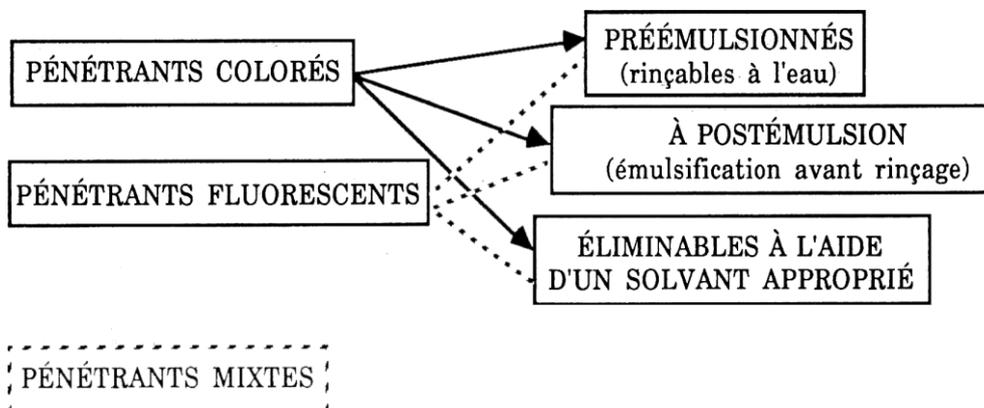
#### Pénétrants

Il existe trois familles principales de pénétrants :

- 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, en ambiance sombre ;
- les pénétrants mixtes qui peuvent être indifféremment examinés en lumière blanche ou en lumière ultra-violette.

Parallèlement, dans chaque famille, on peut rencontrer trois cas possibles d'utilisation (Figure IV-3) :

- le pénétrant est pré-émulsifié (ou pré-émulsionné), auquel cas il est directement rinçable à l'eau ;
- le pénétrant est à post-émulsification (ou post-émulsion), auquel cas l'excès de pénétrant pour être éliminé, doit être soumis à l'action d'un émulsifiant intermédiaire ;
- le pénétrant est éliminable à l'aide d'un solvant approprié.



*Représentation schématique des familles de pénétrants les plus utilisées*

### Émulsifiant

L'émulsifiant n'est utilisé que dans le cas d'un produit pénétrant à post-émulsification pour l'enlèvement de l'excès de pénétrant en surface de la pièce : l'émulsifiant, appliqué sur la surface de la pièce, diffuse dans le pénétrant pour former une émulsion rinçable à l'eau.

Deux types d'émulsifiants peuvent être utilisés :

- les émulsifiants lipophiles (ou lipophiliques) utilisés à l'état pur, solubles dans le pénétrant ;
- les émulsifiants hydrophiles (ou hydrophiliques) utilisés en solution dans l'eau, mais peu solubles dans le pénétrant : leur action, localisée en surface, se caractérise par une modification de la mouillabilité du pénétrant qui se déplace plus facilement sous l'action mécanique de l'eau.

### Révélateurs

Il existe essentiellement deux types de révélateurs pouvant être utilisés avec les diverses familles de pénétrants et d'émulsifiants :

- les révélateurs secs se présentant sous forme de poudre : ce type de révélateur est utilisable seulement avec les pénétrants fluorescents ;
- les révélateurs humides constitués d'une poudre en suspension ou en solution dans un liquide.

## **i. Procédé de contrôle**

Il existe principalement différents procédés recommandés en fonction des produits utilisés. La figure IV-4 montre une représentation schématique du procédé de contrôle par ressuage fluorescent à l'aide d'un pénétrant préémulsionné directement rinçable à l'eau. C'est un des procédés que nous avons employé pour examiner la soudure des jonctions dans nos essais de fatigue.

### - Opération 1 : Nettoyage de la surface.

La surface à contrôler doit être mise à nu, propre, exempte de toute contamination organique et inorganique, de sorte que toute discontinuité éventuelle ne soit pas colmatée par des résidus. Le nettoyage préliminaire des pièces peut être effectué :

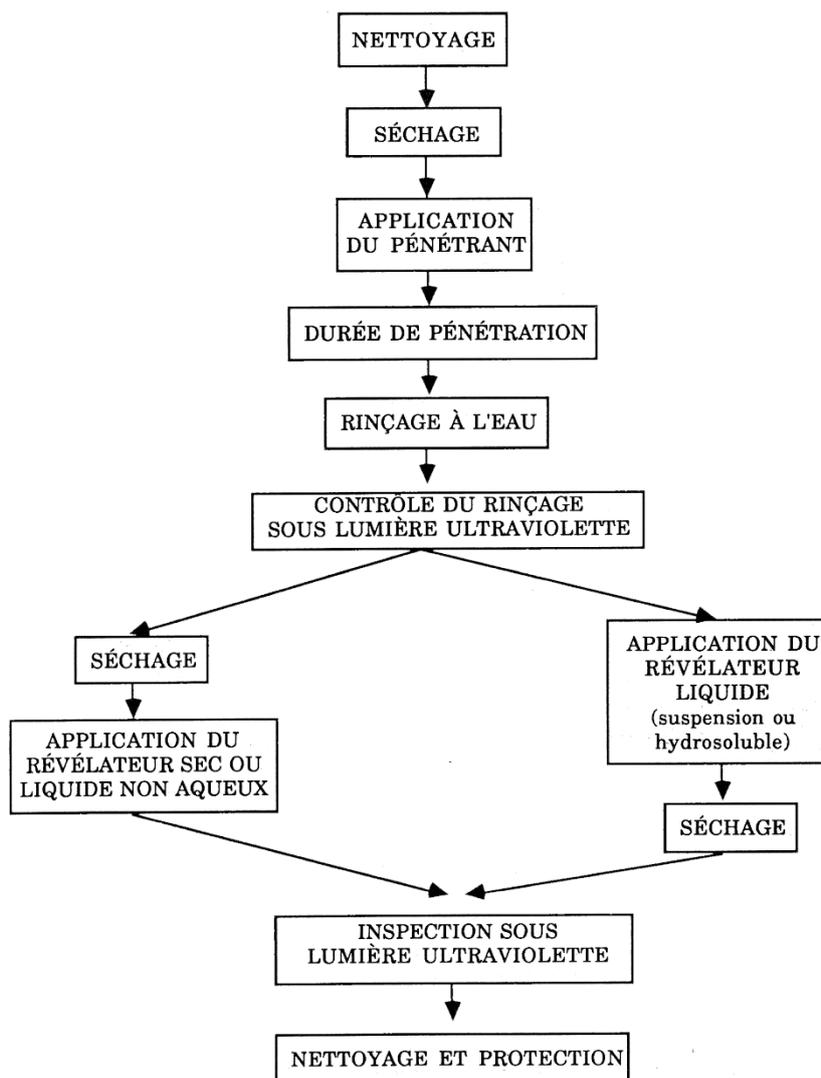
- Par méthode chimique à l'aide de produits appropriés ;
- Par méthode mécanique avec toutes les précautions nécessaires pour ne pas masquer les discontinuités par une déformation plastique ou par un colmatage qui gênerait ou empêcherait le pénétrant de s'introduire dans les discontinuités. Il est alors recommandé de compléter le nettoyage mécanique par un décapage chimique.

Ces procédés doivent naturellement éliminer tout ce qui n'est pas métal sain sans affecter les caractéristiques mécaniques et la limite de fatigue de la pièce à contrôler.

Si la surface a été nettoyée avec des produits à base aqueuse ou si les pièces ont été rincées à l'eau ou encore si elles sont humides, elles doivent être complètement séchées car l'humidité résiduelle dans les discontinuités empêcherait le pénétrant de s'y introduire.

### - Opération 2 : Application du pénétrant.

Sur la surface propre et sèche est appliqué un liquide d'imprégnation, coloré et/ou fluorescent, doté d'un bas coefficient de tension superficielle, d'excellentes propriétés d'étalement et de pénétration que l'on appelle " pénétrant". Le pénétrant s'introduit dans toutes les discontinuités ouvertes et débouche en surface par capillarité. La durée d'imprégnation du pénétrant est comprise entre 5 et 60 minutes selon les normes, spécifications et codes applicables. Une durée de 20 minutes a été retenue dans le cas de nos jonctions.



*Représentation schématique du procédé de contrôle par ressuage fluorescent à l'aide d'un pénétrant préémulsionné directement rinçable à l'eau.*

- Opération 3 : Elimination de l'excès de pénétrant en surface.

Après avoir observé la durée requise d'imprégnation, la totalité de l'excès de pénétrant en surface doit être éliminée. Cette opération est naturellement critique car il ne faut pas chasser, lors de cette opération, le pénétrant retenu dans les discontinuités par phénomène capillaire. Cette élimination de l'excès de pénétrant en surface est effectuée selon l'une des méthodes suivantes :

- Par rinçage à l'eau, dans le cas de la mise en œuvre d'un pénétrant lavable à l'eau.
- Par rinçage à l'eau, suivi de l'application d'un émulsifiant hydrophile et d'un nouveau rinçage à l'eau dans le cas de la mise en œuvre d'un pénétrant à post émulsion.
- Par essuyage au chiffon légèrement humecté de solvant volatil approprié, quel que soit le pénétrant utilisé.

Dans tous les cas, il est impératif de vérifier l'élimination de l'excès de pénétrant en lumière blanche ou ultraviolette selon le type de pénétrant utilisé.

- Opération 4 : Séchage des pièces

Si les pièces ont été rincées à l'eau, elles doivent être séchées à une température généralement égale ou inférieure à 70°C.

Dans le cas où l'on utilise soit un révélateur hydrosoluble, soit un révélateur constitué par une poudre mise en suspension dans l'eau, le séchage est alors effectué après l'application d'un tel type de révélateur.

**- Opération 5 : Application du révélateur**

Sur la surface à contrôler est ensuite appliqué le révélateur sous forme d'un voile mince, uniforme et continu. Le principe actif du révélateur est une association de poudres chimiquement inertes fortement hygroscopiques, très finement divisées, les particules élémentaires ayant une granulométrie de l'ordre de 0,01 µm. Le voile de révélateur peut être assimilé à un faisceau en trois dimensions de tubes capillaires beaucoup plus fins que les défauts recherchés. En présence du révélateur, le pénétrant est soumis à des forces antagonistes : la rétention capillaire du pénétrant par les discontinuités, d'une part et d'autre part l'attraction capillaire (plus forte que la rétention) du pénétrant par le révélateur.

Il se produit alors une « ascension » capillaire du pénétrant dans le voile du révélateur. Le pénétrant diffuse alors dans les 3 dimensions, ce qui permet donc d'obtenir une indication sur la présence de défauts de type fissure.

**- Opération 6 : Examen**

Après application du révélateur, il faut respecter une durée de révélation de 10 à 30 minutes. La surface de la pièce est ensuite examinée et les indications de discontinuités sont interprétées. Les conditions requises d'observation sont les suivantes :

- En lumière blanche, dans le cas d'utilisation d'un pénétrant coloré, avec un éclairage lumineux d'au moins 500 lux sur la surface de la pièce contrôlée.
- Sous rayonnement ultraviolet (UV-A), dans le cas de la mise en oeuvre d'un pénétrant fluorescent, avec un éclairage énergétique d'au moins 1 000 ou 1 500 µW/cm<sup>2</sup> selon les normes, spécifications et codes applicables et d'un éclairage lumineux (lumière visible parasite) sur la surface de la pièce contrôlée.

**- Opération 7 : Remise en état de propreté initiale**

Après examen, les pièces sont nettoyées pour éliminer les traces résiduelles de produits de ressuage dans le cas où celles-ci pourraient se révéler néfastes ou gênantes pour les opérations ultérieures ou le bon fonctionnement des pièces contrôlées. Ainsi, des traces résiduelles de pénétrant dans les discontinuités pourraient tacher les revêtements de peinture appliqués.

## **8. Procédure expérimentale :**

---

Vous trouverez ci-dessous des descriptions de certaines des expériences qui peuvent être réalisées avec la technique de ressuage.

**Matériel :**

- Bombes de solvant nettoyant, de colorant rouge et de révélateur
- Échantillons : plaque acier présentant des défauts de soudure

**Mode Opérateur :**

Vous disposez d'échantillons d'acier comportant des défauts réalisés intentionnellement. Ces défauts sont en général de grande dimension ce qui rend plus facile l'observation et l'identification des différents types de défauts.



*Figure 9 : Différents défauts de soudure à étudier*

Tous les échantillons sont des tôles en acier au carbone de 10 mm d'épaisseur. Ces tôles ont été soudées. La procédure de soudage utilisée est soit à l'arc à électrode enrobée, soit TIG.

Dans un premier temps effectuer un premier contrôle visuel des pièces. Vous pouvez vous aider de la loupe fournie.

1. Appliquer du solvant nettoyant dégraissant sur l'échantillon puis le nettoyer à l'eau
2. Appliquer une fine couche homogène de liquide pénétrant coloré FLUXO P125 sur l'échantillon. Vaporiser la bombe de colorant à environ 30 cm de l'échantillon.
3. Attendre au moins 10 minutes le temps que le colorant s'infilte dans les défauts de surface de l'échantillon.
4. Éliminer l'excès de liquide pénétrant coloré à l'eau courante puis laisser sécher ou éventuellement essuyer avec un chiffon.
5. Appliquer le révélateur FLUXO R175 et laisser sécher au moins 5 minutes.
6. Inspecter la surface pour détecter les défauts.

## **9. Travail à effectuer :**

---

Pour chaque échantillon fourni,

1. Vous utiliserez la technique de ressuage pour l'étude des défauts de surface. Pour ce faire, vous suivrez le protocole décrit dans la partie 8.
2. Une fois les défauts détectés, vous les dessinerez sur une feuille à papier.
3. A partir de vos observations, de la partie théorique introductive du TP et des différents documents issus des « Techniques de l'Ingénieur » ainsi que la Norme Européenne NF EN ISO 6520-1 (accessibles via l'intranet de Polytech) vous identifierez les défauts révélés.