

**LES MÉTHODES
D'ESSAIS NON
DESTRUCTIFS**

RADIOGRAPHIE



↘ Découverte il y a plus de 100 ans, la radiographie (*Radiographic Testing* en anglais) est une méthode d'END, couramment employée pour contrôler l'intégrité d'un matériau ou sonder le cœur d'une pièce, et qui ne cesse d'évoluer.



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

VISUALISER LES MANQUES DE MATIÈRE DU VOLUME DE L'OBJET CONTRÔLÉ

Principe de fonctionnement

La radiographie est une méthode d'essai non destructif qui consiste à obtenir une image de la densité de matière d'un objet traversé par un rayonnement électromagnétique X ou gamma. L'image est obtenue grâce à un détecteur qui est soit :

- un film argentique,
- un écran photostimulable à mémoire réutilisable,
- un ensemble de détecteurs numériques.

Le principe de la méthode est basé sur l'absorption différentielle du milieu en fonction du numéro atomique des atomes le composant et de la masse volumique. Tout manque de matière induira une plus faible absorption et donc, localement, une plus forte densité optique sur le film ou un niveau de gris plus élevé dans le cas des images numériques.

En radiologie industrielle, les rayons X sont produits par un tube à rayons X (le plus souvent) ou par un accélérateur de particules pour les applications à haute énergie. Les sources de rayonnement gamma utilisées industriellement sont l'iridium 192, le cobalt 60 et le sélénium 75.

La radiographie est une méthode qui permet de visualiser les manques de matière du volume de l'objet contrôlé, sur une image à deux dimensions. Il existe une technique d'examen basée également sur l'absorption des rayonnements électromagnétiques qui permet d'obtenir les densités de matière par éléments de volume : la tomographie.

En raison du caractère ionisant des rayons X ou Gamma, des consignes strictes de radioprotection doivent être appliquées.

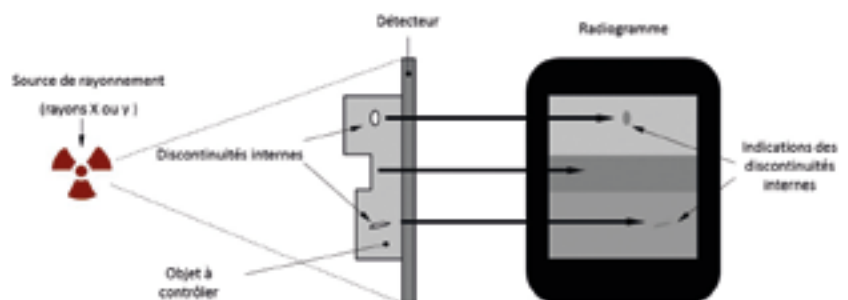
Mode d'examen

Les techniques utilisant des films ou des écrans photostimulables passent par une image latente obtenue lors de l'exposition aux rayonnements.

Les films argentiques sont développés manuellement ou dans une machine automatique. Le radiogramme obtenu est un négatif comportant des noircissements plus ou moins importants selon la quantité de rayonnements transmis. Le noircissement du film est caractérisé par sa densité optique traduisant sa capacité à absorber la lumière. Le film est observé sur un négatoscope possédant une source de lumière intense. Les manques de matière de l'objet apparaissent en sombre sur le radiogramme.

L'image latente des écrans photostimulables est révélée grâce à un lecteur-numériseur. Dans ce cas, l'image radiographique est dématérialisée et se présente sous la forme d'un fichier numérique défini par sa taille en nombre de pixels et son codage en niveaux de gris. Pour que l'écran photostimulable puisse être réutilisé, après lecture de l'information, les composés sensibles au rayonnement sont ramenés dans leur état énergétique stable : c'est l'opération d'effacement. Les lecteurs-numériseurs sont principalement de deux types : les systèmes demi-lune ou ceux à cassette. Ces derniers sont moins fragiles et plus adaptés à une utilisation industrielle mais ne permettent pas de suivre la courbure des pièces. Les images numériques obtenues peuvent subir des traitements d'images afin de faciliter la détection des indica-

Principe de la Radiographie





Domaines d'application

tions. Cette technique radiographique utilisant des écrans photostimulables est désignée par l'acronyme anglais CR (Computed Radiography) qui signifie « radiographie assistée par ordinateur ».

D'autres types de détecteurs permettent d'obtenir directement un radiogramme numérique. Ils sont utilisés avec des installations en poste fixe comportant un système de manutention à distance qui permet de faire varier la position de l'objet (ou d'une zone de celui-ci) par rapport à la source de rayonnements. Les objets à contrôler peuvent être observés par l'opérateur soit en temps réel avec l'enregistrement éventuel d'une vidéo (radioscopie), soit en différé sur des images obtenues après traitement d'acquisition. L'observation des images numériques en différé permet de leur appliquer une opération d'optimisation des contrastes ou des traitements d'images (filtres mathématiques). Le détecteur qui était initialement un amplificateur de brillance couplé à une caméra optique est aujourd'hui remplacé par un ensemble de capteurs numériques assemblés le plus souvent sous la forme d'un panneau plat. Cette technique radiographique permettant d'obtenir directement des images numériques est désignée par l'acronyme anglais DR (Digital Radiography) qui signifie « radiographie numérique ».

Pour le contrôle automatisé de grandes structures aéronautiques des caméras type DTC (CCD en anglais) de très haute résolution (de l'ordre de 31 μm) sont parfois employées. Elles peuvent être associées à un réseau de fibres optiques positionnées à l'entrée du détecteur.

La radiographie est utilisée industriellement pour contrôler la santé interne d'une pièce. Elle permet de détecter tout type de cavité ou de matériaux étrangers inclus dans la pièce.

Les discontinuités planes sont révélées lorsque le rayonnement est parallèle au plan de l'indication. La taille des discontinuités détectables dépend de l'épaisseur traversée.

La sensibilité de la méthode est plus limitée pour des matériaux denses et épais.

La radiographie est utilisée pour **le contrôle des soudures ainsi que pour rechercher des imperfections de fonderie**. Elle est également très utilisée pour vérifier l'intégrité des structures composites.



INTÉRÊTS DE LA MÉTHODE

L'intérêt majeur de la radiographie réside dans l'obtention d'une image bien définie de l'uniformité de matière d'une pièce. La détection des indications contrastées est facile et une distinction des différents types d'indications est possible. Par rapport aux méthodes ultrasonores, elle est relativement tolérante aux états de surface et à la structure interne du matériau. Elle est applicable à tous les types de matériaux (aluminium, acier, alliages cuivreux, titane, composites,...). Les limites de la méthode sont liées aux coûts des installations et des consommables ainsi qu'aux dangers des rayonnements ionisants imposant une réglementation et des consignes strictes.

NORMES

AFNOR

ASSOCIÉES

NF EN ISO 5579 :

Essais non destructifs - Contrôle radiographique des matériaux métalliques au moyen de film et de rayons X et gamma - Règles de base

NF EN 12681 :

Fonderie - Contrôle par radiographie

NF EN ISO 17636-1 :

Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par radiographie - Partie 1 : Techniques par rayons X et gamma à l'aide de film

NF EN ISO 11699-1 :

Essais non destructifs - Film pour radiographie industrielle - Partie 1 : classification des systèmes de films pour radiographie industrielle

NF EN 25580 :

Essais non destructifs - Négatoscopes utilisés en radiographie industrielle - Exigences minimales

RADIOGRAPHIE/ RADIOSCOPIE NUMÉRIQUE

NF EN 14784-1 :

Essais non destructifs - Radiographie industrielle numérisée avec plaques-images au phosphore - Partie 1 : Classification des systèmes. (en projet ISO/DIS 16371-1)

NF EN 14784-2 :

Essais non destructifs - Radiographie industrielle numérisée avec plaques-images au phosphore - Partie 2 : Principes généraux de l'essai radiographique, à l'aide de rayons X et gamma, des matériaux métalliques

NF EN ISO 17636-2 :

Contrôle non destructif des assemblages soudés - Contrôle par radiographie - Partie 2 : techniques par rayons X et gamma à l'aide de détecteurs numériques

NF EN 13068-3 :

Essais non destructifs - Contrôle par radioscopie - Partie 3 : Principes généraux de contrôle par radioscopie à l'aide de rayons X et gamma des matériaux métalliques

IQI

NF EN ISO 19232-1 :

Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 1 : Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à fils

NF EN ISO 19232-2 :

Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 2 : Détermination de l'indice de qualité d'image à l'aide d'indicateurs à trous et à gradins

NF EN ISO 19232-3 :

Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 3 : Classes de qualité d'image

NF EN ISO 19232-5 :

Essais non destructifs - Qualité d'image des radiogrammes - Partie 5 : Détermination de l'indice de flou de l'image à l'aide d'indicateurs de qualité d'image duplex à fils

Texte élaboré par la COFREND en collaboration avec Patrick Bouvet (CTIF).
Crédit photos : CTIF / Groupe Institut de Soudure / S. Meyer, CTIF.



GOUVERNANCE
DIRECTION



ORGANISATION
PROFESSIONNELLE



CERTIFICATION ET
QUALIFICATION



SCIENTIFIQUE
ET TECHNIQUE



ÉVÉNEMENTIEL
ET COMMUNICATION



Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

Confédération Française pour les Essais Non Destructifs

Maison des END - 64 rue Ampère - 75017 Paris - France
cofrend@cofrend.com - Tél. : +33(0)1 44 19 76 18 - Fax : +33(0)1 30 16 24 54

www.cofrend.com