

**Chapitre 1 :**  
**Le Contrôle Non Destructif :**  
**Généralités**

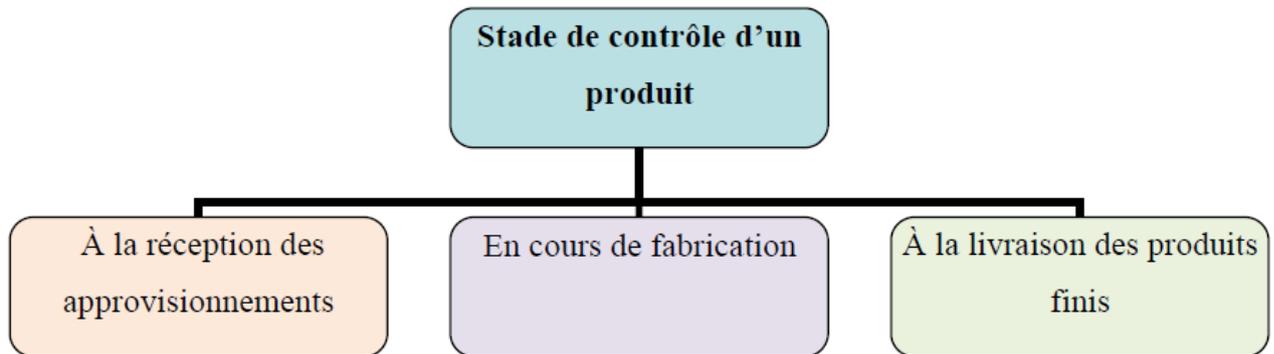
# Chapitre 1 : Contrôle Non Destructif : Généralités

## I. Introduction

Le Contrôle Non Destructif (C.N.D.) est un ensemble de méthodes qui permettent de caractériser l'état d'intégrité de structures ou de matériaux, sans les dégrader, soit au cours de la production, soit en cours d'utilisation, soit dans le cadre de maintenances. On parle aussi d'«Essais Non Destructifs » (END) ou d'«Examens Non Destructifs».

## II. Les stades de contrôle

On peut considérer que le contrôle non destructif d'un produit ou d'un objet peut être effectué à trois stades différents de sa vie :



### 1. Le contrôle de réception

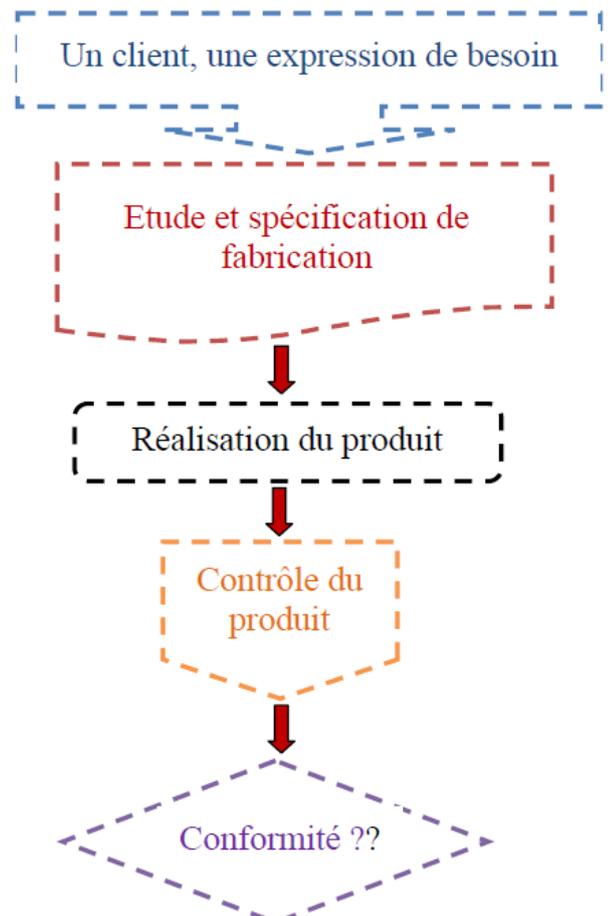
Le contrôle de réception d'un lot de pièces, d'une installation, d'un ouvrage au moment de la livraison a pour but de respecter de conformité à des spécifications de qualité définies auparavant.

### 2. Le contrôle en cours de fabrication

Le contrôle en cours de fabrication est un outil de contrôle d'un procédé souvent automatisé et impliquant alors un appareillage installé à demeure en ligne de fabrication présentant une grande robustesse, une réaction rapide, un coût d'exploitation faible et une bonne fiabilité. Les défauts recherchés sont ici généralement bien identifiés, le fonctionnement est automatique aboutissant à un repérage ou un tri des produits défectueux.

### 1. Le contrôle de produit fini

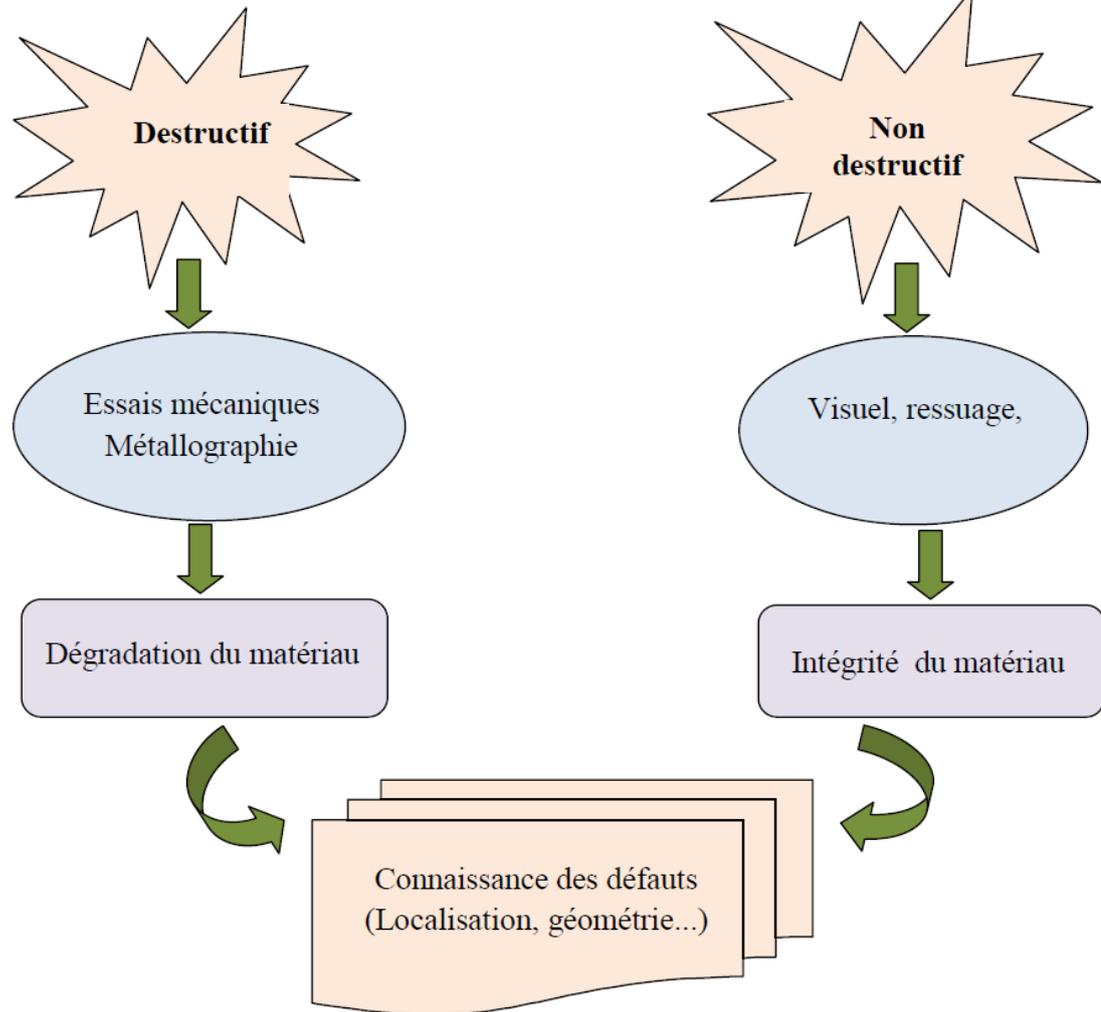
Ce contrôle s'effectue sur pièces ou produits finis



### III. Les techniques de contrôle et leur objectif

On distingue deux types de contrôles :

- Contrôle destructif,
- Contrôle non destructif.



### IV. Définition, moyens et utilisations du contrôle non destructif

#### 1. Définition

Contrôle Non Destructif (CND) : Méthodes de diagnostic de produits, afin de détecter, localiser, dimensionner et caractériser, d'éventuels défauts dans ceux-ci.

#### 2. Moyens

Utilisation de capteurs dont le fonctionnement est basé sur les principes de la physique (électromagnétisme, rayonnements, propagation, électricité...)

#### 3. Utilisations

Ces méthodes sont très utilisées dans :

- l'industrie automobile (contrôle des blocs moteurs),
- l'aérospatiale et l'armée,
- l'industrie pétrolière (pipelines, tubes, barres, soudures, réservoirs),

- l'industrie navale (contrôle des coques),
- l'industrie de l'énergie (réacteurs, chaudières, tuyauterie, turbines, ..),
- l'aéronautique (poutres, ailes d'avion, nombreuses pièces moteurs, trains d'atterrissage..),
- le ferroviaire en fabrication et en maintenance notamment pour les organes de sécurité (essieux, roues, bogies),
- l'inspection alimentaire...

Et en règle générale dans tous les secteurs produisant :

- des pièces à coût de production élevé en quantité faible (nucléaire, pétrochimique...),
- des pièces dont la fiabilité de fonctionnement est critique (nucléaire, canalisation de gaz...).

Les contrôles non destructifs permettent, en respectant l'intégrité des objets :

- L'examen direct des pièces et la détection des défauts internes,
- Le suivi de l'évolution en service des défauts détectés.

La mise en œuvre d'un contrôle non destructif demande la connaissance :

- Des possibilités et limites des procédés utilisables,
- De l'histoire de la pièce (forme et mode de fabrication),
- Des défauts recherchés (nature, position, dimensions,...),
- Des propriétés physiques du matériau contrôlé.

Ces connaissances permettent de choisir :

- La méthode de contrôle la mieux adaptée,
- La procédure permettant :
- D'observer les défauts recherchés avec le maximum de chances de détection,
- De quantifier de façon la plus fidèle ces défauts.

## **5.1 Principe du contrôle**

Le but principal d'un contrôle non destructif est de déterminer la qualité ou l'état de la soudure, avec l'intention de l'accepter ou de la rejeter en fonction de normes ou cahiers des charges. Les principaux défauts que les contrôles non destructifs doivent déceler appartiennent à l'une des classes suivantes :

- Défauts d'étanchéité,
- Défauts de continuité (fissures, soufflures,...),
- Défauts de résistance mécanique.

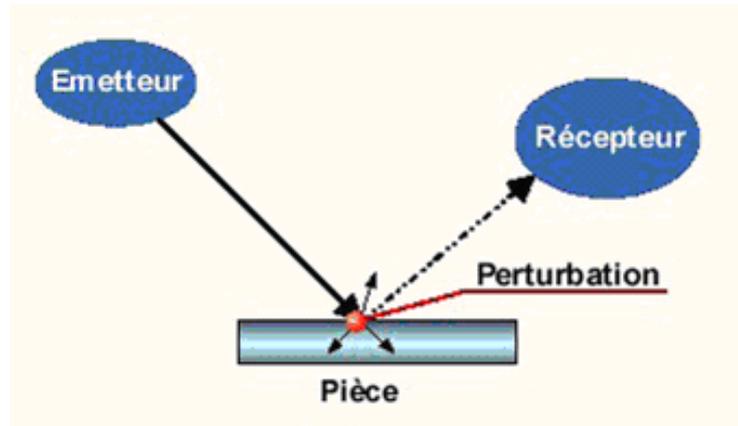
Dans tout contrôle non destructif, on peut détecter les cinq étapes suivantes :

- La mise en œuvre d'un processus physique,
- L'altération de ce processus par le défaut,

La révélation de cette variation par un détecteur approprié,

Un contrôle non destructif comprend donc (**figure 1**) :

- Un émetteur de flux,
- Un récepteur ou détecteur.



*FIGURE 1 : Contrôle non destructif.*

## **5.2 Principaux contrôles non destructifs**

Les contrôles non destructifs peuvent se classer en trois catégories :

- Les méthodes dites de surface pour lesquelles l'anomalie est localisée, soit en surface, soit dans une zone proche de la surface (Examen visuel, le ressuage, la magnétoscopie, les courants induits),
- Les méthodes dites volumiques pour lesquelles l'anomalie est localisée dans le volume de la pièce (Ultrasons, rayonnements ionisants),
- Les méthodes complémentaires (Etanchéité, thermographie, émission acoustique).

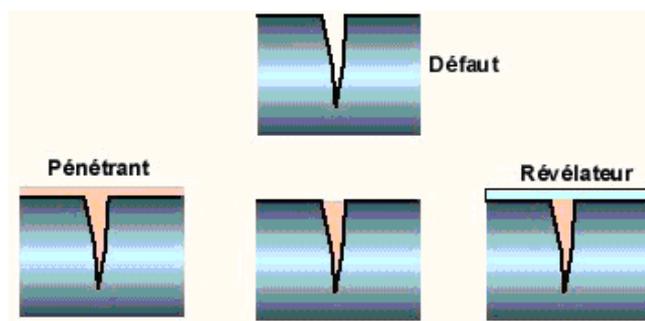
Nous donnons ci-dessous le principe des principaux contrôles non destructifs.

### **1-Ressuage**

Le ressuage comprend trois étapes :

- Après un nettoyage soigné, la pièce est soumise à l'action d'un pénétrant qui diffuse dans le défaut.
- On procède au rinçage de l'excès du pénétrant à la surface de la pièce.
- Le pénétrant contenu dans le défaut diffuse sur le révélateur appliqué à la surface de la pièce.

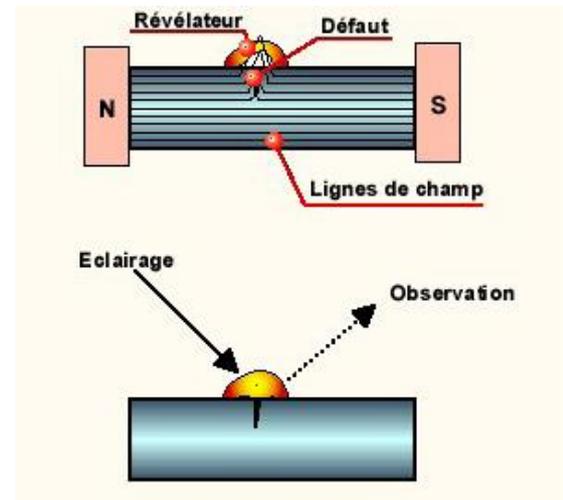
On observe la tache résultante sous un éclairage adapté.



## 2-Magnétoscopie

Le principe de la magnétoscopie est le suivant :

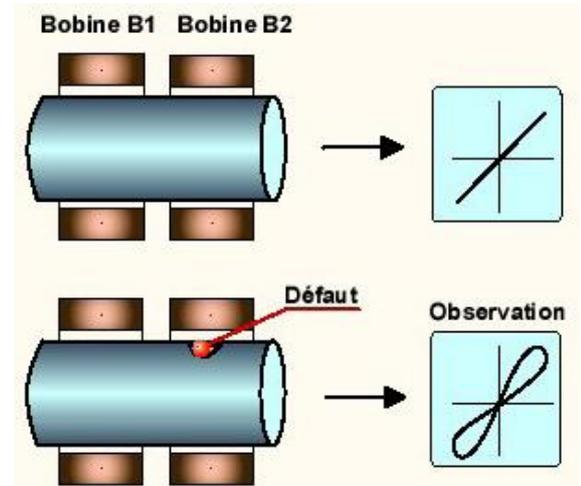
- La pièce est aimantée partiellement ou totalement.
- Les particules magnétiques contenues dans le révélateur s'accablent au droit du défaut par suite de la perturbation locale des lignes d'induction.
- On observe le spectre résultant sous un éclairage adapté.



## 3-Courants induits

Le principe du contrôle par courants induits est le suivant :

- Des courants en opposition de phase sont induits dans deux sections voisines du produit à contrôler. En l'absence de défaut, en regard des bobines d'excitation le système est en équilibre.
- La présence d'un défaut en regard d'une des bobines modifie la répartition des courants induits et provoque un déséquilibre du système.
- On observe sur l'écran de visualisation une signature caractéristique du signal déséquilibré.

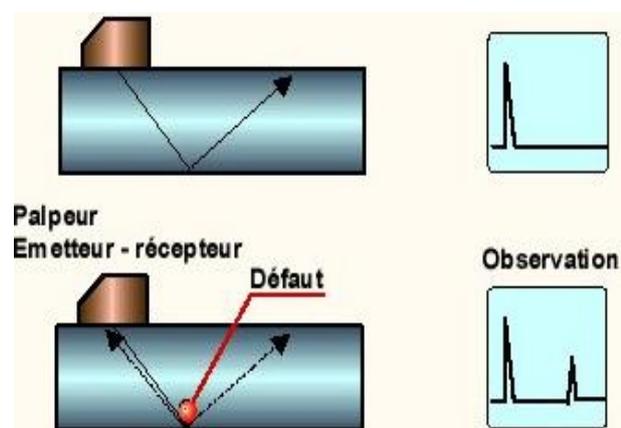


## 4-Contrôle par ultrasons

Le contrôle par ultrasons comprend trois étapes :

- ❖ La vibration mécanique engendrée par le palpeur émetteur se propage dans la pièce en se réfléchissant sur les faces.
- ❖ Une partie du faisceau est interceptée par le défaut et renvoyée vers le palpeur récepteur (Eventuellement le même que l'émetteur) qui convertit la vibration en signal électrique.

On observe sur l'écran de visualisation un écho caractéristique apparaissant à une distance donnée sur la base de temps.



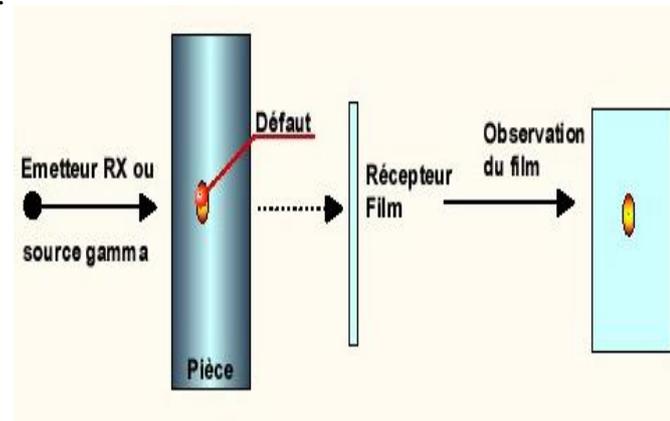
## 5-Rayonnements ionisants

Le contrôle par rayonnements ionisants est le suivant :

La pièce est soumise à l'action d'une source de rayonnement. Le rayonnement sortant de la pièce est fonction de l'épaisseur traversée. Au droit d'un défaut l'intensité transmise sera plus élevée ou plus faible.

Une image se forme sur le film après exposition pendant un temps donné fonction du matériau, de l'épaisseur et de la puissance de la source, de la qualité du rayonnement.

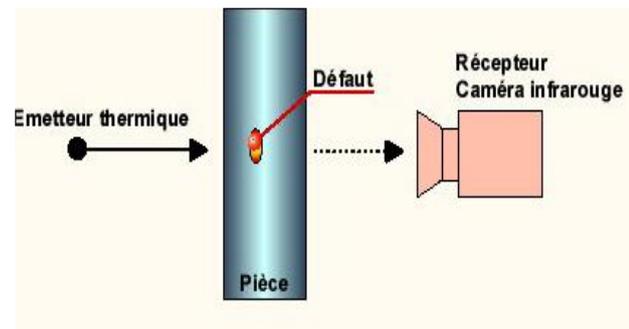
Le film est développé et interprété sous un éclairage adapté.



## 6-Thermographie

La thermographie est basée sur le principe suivant :

- ❖ La structure est soumise à un flux thermique qui la traverse. Une interruption dans la propagation de la chaleur (par un défaut, par exemple) engendre un écart de température sur la surface opposée.
- ❖ Une caméra infrarouge détecte l'anomalie au sein de l'image thermique de la surface.



## 7-Contrôle acoustique

Le principe est le suivant :

- ❖ Sous l'action d'une contrainte mécanique, un début de fissuration (ou un déplacement) s'organise dans la pièce.
- ❖ La fissure se comporte comme une source d'émission sonore détectée par un capteur judicieusement placé.

