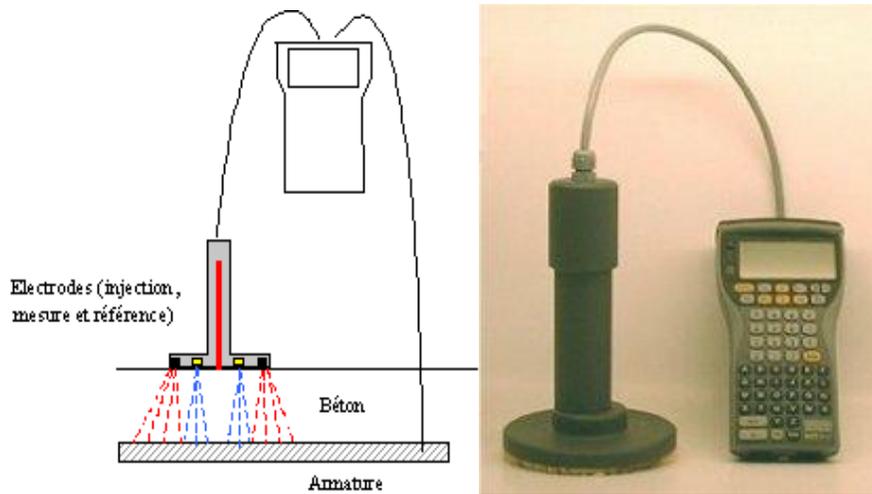


5. Méthodes électriques:

Les méthodes traditionnelles pour évaluer la corrosion des armatures sont basées sur des techniques électrochimiques telles que la mesure du potentiel spontané pour détecter les zones de corrosion active et la mesure de la résistance de polarisation pour estimer la vitesse de corrosion.

Récemment mise au point, une nouvelle technique non destructive de polarisation, dite méthode par impulsions galvanostatiques, permet la réalisation rapide de mesures de vitesse de corrosion (10 à 30 secondes par mesure). Cette méthode est basée sur l'analyse de la courbe des variations de potentiel des aciers sous l'influence d'impulsions électriques de faible intensité, émises dans le béton dans un volume déterminé.



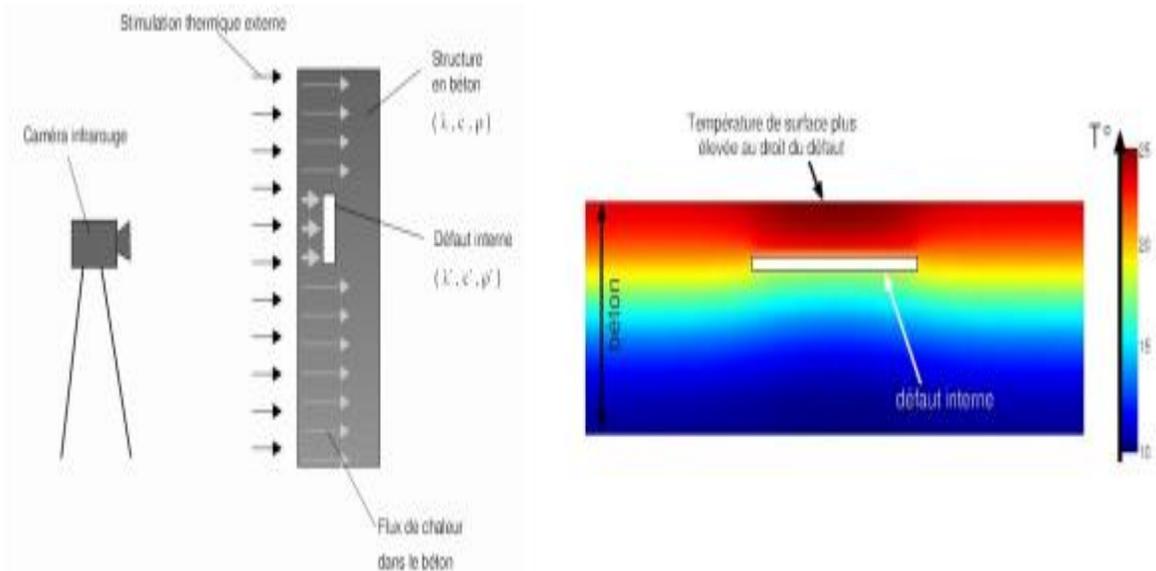
La mesure simultanée du potentiel d'électrode, de la résistance électrique du béton et des variations de potentiel provoqué par l'injection de ces impulsions permet, par calcul, de déterminer la résistance de polarisation. Cette résistance de polarisation peut être convertie en vitesse de corrosion par une relation déduite des lois de Faraday.

La vitesse de corrosion, exprimée en micromètres par an, traduit la perte de section des aciers soumis à la corrosion et, par conséquent, permet d'aborder les questions de durabilité d'une structure.

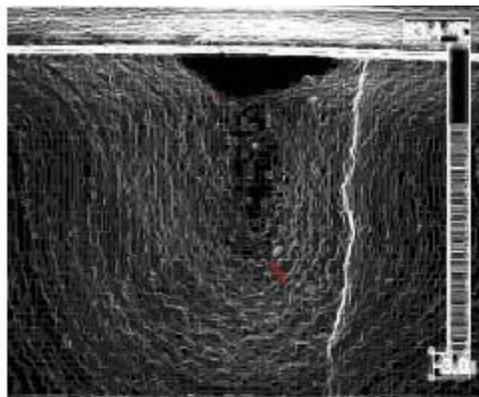
6. Méthodes thermiques

Dans le domaine du CND, les méthodes thermiques sont connues sous forme de techniques de thermographie infrarouge. Le principe est basé sur le gradient de températures sous-jacentes naturelles ou artificielles du matériau hétérogène présentant une anomalie (discontinuité) ou un défaut (ex. cavité, délaminage, décollement, fissure), un tracé d'humidité, un foyer d'incendie, etc. La thermographie infrarouge permet d'établir une carte de température de la surface auscultée à l'aide d'une caméra infrarouge mesurant des rayonnements thermiques. La carte de température s'affiche sous forme de thermo-grammes. Les données enregistrées peuvent être étudiées à partir d'un ordinateur, équipé d'un logiciel de traitement d'image spécifique.

Le principe de la détection des défauts dans les structures en béton se base sur la différence d'effusivité thermique entre le béton sain et les zones défectueuses. L'effusivité est une propriété intrinsèque du matériau qui représente physiquement l'aptitude d'un corps à changer de température lorsqu'il subit une sollicitation thermique (chauffage ou refroidissement) en surface. Tout défaut situé sous la surface d'un élément en béton, et présentant une effusivité thermique inférieure à celui-ci, va provoquer, en cas de stimulus thermique naturel ou artificiel appliqué en surface, un réchauffement plus rapide de la zone au droit du défaut. En effet, le défaut agissant comme un isolant va freiner la progression du flux de chaleur dans le béton, créant ainsi une zone plus chaude en surface au droit du défaut. Ce réchauffement pourra alors être détecté par la caméra infrarouge, mettant ainsi en évidence la présence du défaut.



La thermographie infrarouge est une technique de CND à grand rendement. Les mesures peuvent être effectuées rapidement sans contact sur grande surface dans la journée ou la nuit en adaptant les conditions environnementales. Elle permet de localiser une anomalie, de distinguer certains types d'anomalies et de déterminer la dimension horizontale de ces anomalies. Le résultat de mesure est sous forme d'une image bidimensionnelle (2D) de variations (contraste) de température sous-jacente, qui permet une analyse qualitative des anomalies présentes à la surface auscultée. L'interprétation d'images thermiques peut être améliorée et plus fiable en utilisant des outils numériques.



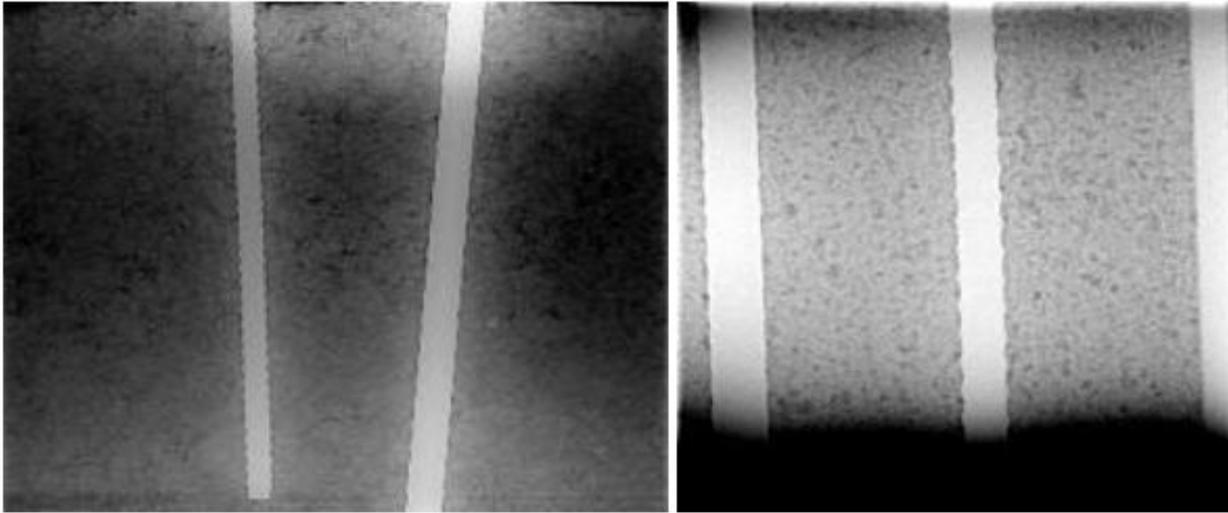
7 . Méthodes radiographiques

Le principe des méthodes radiographiques est basé sur l'atténuation du rayonnement X ou gamma émis par une source artificielle (Cobalt 60, Iridium 192), en fonction de sa nature et du matériau traversé (ex. densité, épaisseur). Les techniques disponibles sont listées comme suivantes : la radiographie, la gammagraphie, et la radioscopie. L'application de ces techniques concerne tous les types de structure, et les différents matériaux de construction tels que le béton, le béton armé, le béton précontraint, la pierre, les métaux, etc. À ce jour, la radiographie industrielle est souvent utilisée à l'aide de films positionnés à la face opposée de la surface auscultée.

La radiographie est une technique très fiable. Elle permet d'observer les cavités présentes dans le matériau, les coulis d'injection dans les conduites de précontrainte ; de repérer les conduites, les câbles précontraints et les armatures ainsi que leurs diamètres ; d'identifier les fils détendus ou rompus, les reprises de bétonnage, hétérogénéité, discontinuités de matière au droit des joints de construction, etc.

. La mesure nécessite un accès aux deux faces de la structure, doit être effectuée par un personnel formé à la technique radiographique, à la radioprotection et aux structures de génie civil. Les résultats sont interprétés par une personne qualifiée ayant à la fois la connaissance de la technique radiographique, du matériau et de la

structure auscultée. La profondeur d'investigation maximale varie de 30 à 65 cm, et augmente à 120 cm si c'est des rayons X à haute énergie produits par des accélérateurs.



-Avantages de la méthode :

Méthode permettant de visualiser l'intérieur des structures.

Seule méthode éprouvée à ce jour pour la visualisation des vides dans les conduits de précontrainte

Visualisation directe sous forme d'image à une échelle légèrement supérieure à 1.

-Inconvénients

L'oxydation des pièces métalliques n'est pas directement visible sauf en cas de forte diminution d'épaisseur. L'humidité n'est pas décelable.

Les conditions de radioprotection peuvent être rédhibitoires pour l'utilisation de la technique sur certains sites.

Différents appareils non destructifs :

<p>Equipement complet pour les prélèvements : carotteuse, scie diamantée</p>	<p>Hilti - <u>Carottages électriques</u> à la couronne diamantée de 20 à 250 mm de diamètre</p>
<p>Scléromètre</p>	<p>Controlab - Mesure de dureté superficielle (béton, ...)</p>
<p><u>Appareil de mesure de vitesse du son</u></p>	<p>LERM et Controlab - Essais non destructifs en relation avec l'homogénéité et la fissuration des matériaux</p>
<p>Potentiel d'électrodes</p>	<p>LERM et Canin (Proceq) - Mesure de l'activité de <u>corrosion d'armatures dans le béton</u></p>

<u>Appareil de mesure de vitesse de corrosion</u>	Galvapulse – Estimation de la vitesse de corrosion des armatures dans les structures en béton armé
<u>Pachomètre</u>	Controlab – Détection d’armatures, mesures du diamètre et de l’enrobage
Détecteur de métaux	LERM – Détection d’éléments métalliques et discrimination des métaux (ferreux / non ferreux)
<u>Humidimètre capacitif</u>	LERM - Mesures d'humidité sur matériaux en place, en surface et en profondeur par microforages

Résistivimètre	Proceq – mesures de la résistivité électrique des bétons ou autres matériaux
Kit d’acétate d’Uranyl (ASR)	Mise en évidence du gel d'alcali-réaction sur ouvrage (DARAG) selon la méthode d'essai LPC 36
<u>Spectrocolorimètre (Minolta)</u>	Mesures de couleurs sur tous matériaux
<u>Radar géophysique à impulsions</u>	LERM et GSSI – Unités radar et <u>Antennes de surface et sondes de forage</u> Mesures sur le terrain ou sur ouvrage pour la détection et le positionnement d'anomalies (vides décollements aux interfaces, cavités, terrains décomprimés, ...), de zones hétérogènes, de structures enfouies, la recherche de réseaux, les contrôles d'épaisseur et d'enrobage, etc.
<u>Dynamomètre</u>	Mesure de l'adhérence d'un revêtement sur pierre ou béton durci

Essai à l'arbalète (Arbalem)	Evalue la tension résiduelle des armatures de précontrainte dans les ouvrages d'art en béton précontraint. Notre arbalète est adaptée aux mesures sur fils et torons de tous types constitutifs des câbles de précontrainte
<u>Vidéo-endoscope</u>	Inspection de maçonneries, de sous-faces de dalles, d'appui d'ouvrages, de joints de construction, de gaines de précontrainte, de fissures d'ouverture > 4 mm

https://www.ndt.net/events/PANNDT2011/97_Nahant.pdf