

# **CONTROLE SUR CHANTIER DE L'ADHERENCE DES CHAPES D'ETANCHEITE PAR ESSAIS DE TRACTION ET THERMOGRAPHIE INFRAROUGE**

**IR MICHELE CUYPERS  
SPW**

## Résumé

L'adhérence d'une chape d'étanchéité en membrane ou en résine est une condition indispensable à une protection efficace de la structure d'un ouvrage d'art.

Depuis plus de dix ans, la direction des structures en béton contrôle cette adhérence par de classiques essais de traction. Toutefois, ceux-ci ne représentent que des valeurs ponctuelles. Depuis 2005, ces essais sont complétés par la thermographie infrarouge qui, en révélant les différences thermiques sur l'ensemble de la surface examinée, met en évidence d'éventuels défauts d'adhérence et donne une idée plus globale de la qualité du travail réalisé.

L'interprétation des résultats chiffrés obtenus par les essais de traction est alors grandement facilitée.

## Samenvatting

De aanhechting van de waterdichtingslaag in bitumineuze membraan of hars is een noodzakelijke voorwaarde om een efficiënte bescherming te bekomen van de structuur van het bouwwerk. Sedert meer dan tien jaar wordt deze controle door de Directie van betonnen structuren uitgevoerd met behulp van klassieke trekproeven. Maar deze proeven geven alleen maar waarden voor lokale zones. Sedert 2005 worden deze proeven aangevuld door infrarood thermografie. Deze techniek laat toe thermische verschillen aan te duiden op de gehele onderzochte oppervlakte, en zo eventuele aanhechtingsdefecten aan het licht te brengen, hetgeen een meer globaal idee geeft van de kwaliteit van de uitgevoerde werken. Op die manier kan men het cijfermateriaal dat bekomen werd met behulp van de trekproeven veel makkelijker interpreteren.

La plupart des étanchéités mises en œuvre actuellement sur les chantiers du SPW sont soit en membrane bitumineuse, soit en résine, c'est-à-dire des chapes pour lesquelles une adhérence au support est nécessaire. Cette adhérence est contrôlée par des examens visuels, par des essais d'adhérence-traction et par thermographie infrarouge.

## 1 Essai d'adhérence-traction

Bien que le cahier des charges type RW99 prévoise pour les chapes en résine la possibilité de contrôler l'adhérence par des essais en laboratoire, ces essais sont quasi toujours réalisés sur site, tant pour les étanchéités en membrane que pour celles en résine. Ces essais sur site ont l'avantage de fournir des résultats immédiats, en présence des différents intervenants.

La méthodologie de cet essai est décrite dans la norme NFP 98 - 282. Il s'agit d'exercer une traction directe sur des pastilles métalliques de 100 mm x 100 mm, collées à la surface de la membrane ou de la résine, la surface d'essai ayant été définie en pratiquant autour de la pastille une saignée jusqu'au support. L'effort de traction est exercé perpendiculairement au plan du support, à la vitesse de 2 mm/min et l'appareil doit être muni d'un dispositif de mesure indiquant la force appliquée et enregistrant la valeur de la force maximale exercée.

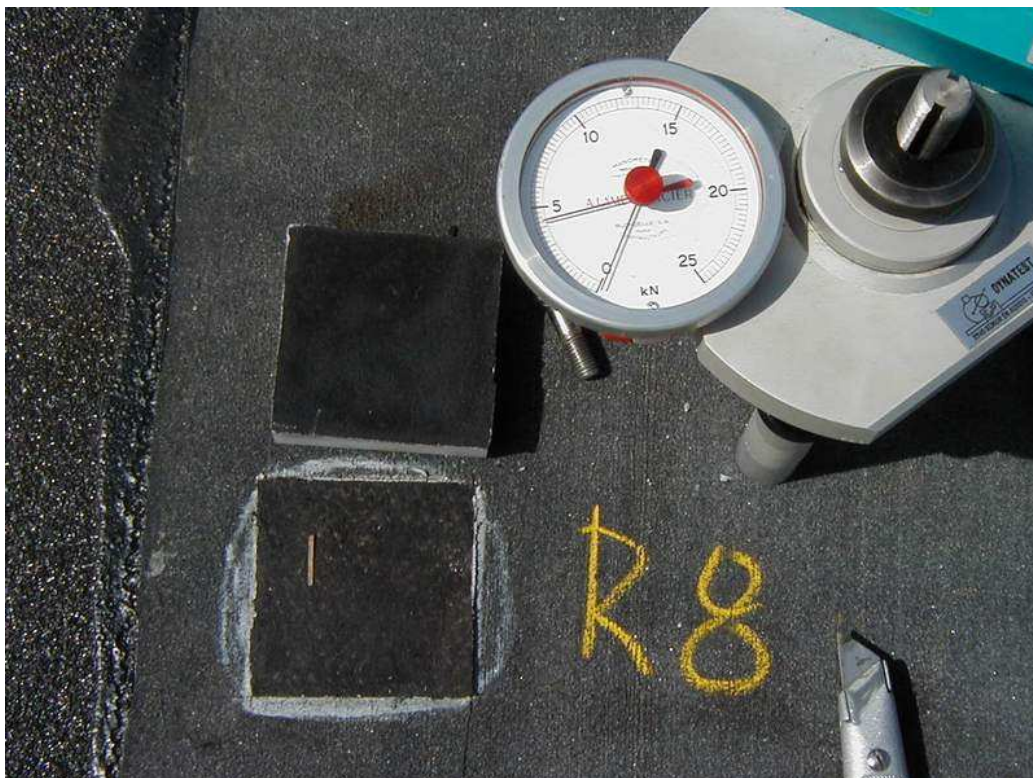


Illustration 1 : réalisation d'un essai d'adhérence-traction

L'interprétation de l'essai se fait tant sur la valeur de la contrainte de rupture que sur l'évaluation visuelle du type de rupture. On distingue :

- la rupture adhésive entre le support et la couche d'étanchéité,
- la rupture cohésive dans la couche d'étanchéité,
- la rupture cohésive dans le support,
- la rupture cohésive dans la colle,
- la rupture adhésive entre la colle et la couche d'étanchéité.

Ces trois derniers types de rupture ne sont pas considérés comme représentatifs de l'adhérence. L'examen d'une rupture adhésive entre le support et une membrane bitumineuse permet également de déceler une éventuelle insuffisance de chauffage lorsque l'on y voit des restes non fondus du film thermofusible.



Illustration 2 : Présence de film thermofusible

Pour les étanchéités en membrane, les valeurs minimales à atteindre dépendent de la température du plan de rupture lors de l'essai. Cette température est donc mesurée aussitôt la pastille retirée. L'interprétation des résultats en cas de températures extrêmes (inférieures à 8 °C ou supérieures à 30 °C) peut se révéler très difficile, c'est pourquoi il peut être nécessaire de reporter ces essais au lendemain si les prévisions météorologiques sont favorables. En période de canicule, il peut être nécessaire de réaliser ces essais très tôt le matin, la température sous le noir de la membrane s'élevant très vite sous le soleil, jusqu'à atteindre plus de 50 °C.

Quel que soit le nombre de pastilles collées, il ne s'agit jamais que d'essais ponctuels, représentatifs uniquement de la surface testée. Il n'est pas toujours facile d'en déduire la qualité exacte de l'adhérence sur l'ensemble de la surface du pont.

## 2 Examen visuel

Préalablement aux essais d'adhérence-traction, un examen visuel de la chape est réalisé. Il est ainsi possible de déceler les cloques les plus importantes, c'est-à-dire les zones de non-adhérence. Dans certains cas, c'est la présence d'auréoles blanchâtres qui révèle ces défauts.



Illustration 3 : Taches blanchâtres correspondant à des zones non-adhérentes

### 3 Thermographie infrarouge

#### 3.1 Description de la technique

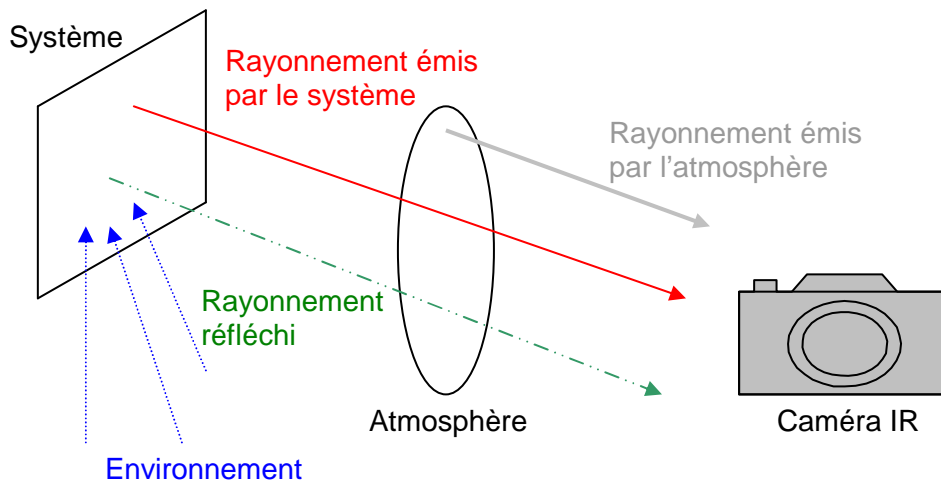


Illustration 4 : Composition du rayonnement reçu par la caméra

##### 3.1.1 Principe physique de la mesure

La technique permet, à partir de mesures de rayonnement proportionnelles à la température de surface d'un milieu de réaliser une carte de la température apparente de l'ensemble de la surface étudiée. Les variations spatiales de la température pourront être mesurées soit à la faveur d'une activité thermique sous-jacente, soit à la faveur de variations spatiales des propriétés thermiques des matériaux soumis à des sollicitations naturelles ou non de la température. Le champ de température en surface peut traduire la présence d'une anomalie sub-surfacique dans le matériau.

##### 3.1.2 Corrélations utilisées entre la grandeur mesurée et la grandeur déduite

Si la surface du matériau est sollicitée thermiquement de façon active par une source artificielle ou simplement soumise aux échanges entre l'objet et son environnement microclimatique (cycles quotidiens ou saisonniers), la chaleur introduite va se diffuser par conduction dans le matériau. La présence d'une discontinuité telle qu'un délaminage, une épaufrure, une cavité ou une fissure va introduire une résistance thermique qui « freine » le passage de la chaleur et va se traduire par l'apparition d'une zone plus chaude en surface. A l'inverse dans le cas d'une perte de chaleur (refroidissement), la signature sera une tache froide.

##### 3.1.3 Equipement disponible

<i>Caméra</i>	<i>NEC TH9100 MV</i>	<i>FLUKE Ti50FT</i>
définition :	0.06 °C à 60 Hz,	0.07 °C à 30°C
plage d'utilisation :	-20 °C à 2000 °C	-20 à 350 °C
résolution :	320 x 240 pixels	320 x 240 pixels

précision :

+/- 2 °C ou 2 %

+/- 2 °C ou 2 %

### **3.2 Mode d'application de la technique**

Les résultats observés sur un thermogramme (clichés de thermographie infrarouge) sont validés par un sondage manuel ou au marteau de la zone suspecte afin de corroborer la présence d'une cloque sous une chape d'étanchéité. En effet, une différence de température peut être due à une variation d'épaisseur de la membrane (cas des recouvrements de lés), à une zone d'ombre, à la présence d'une tache sombre, ...

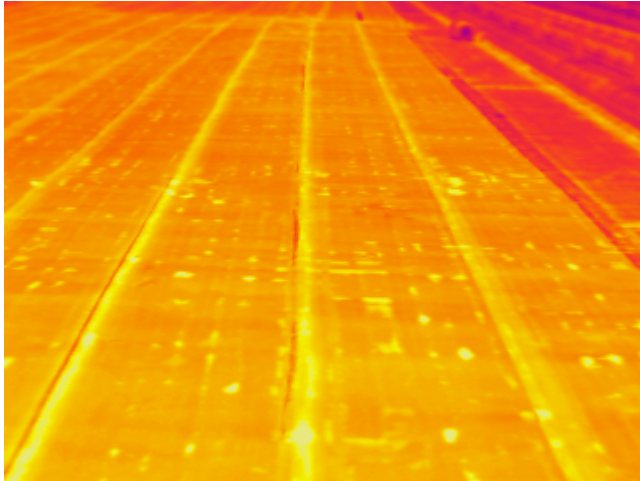


Illustration 5 : Etanchéité présentant de nombreuses zones de non-adhrence

Les mesures "sur le terrain" sont caractérisées par une connaissance imparfaite des paramètres (émissivité, angle d'observation, température, humidité de l'air, ...) nécessaires à une mesure absolue de la température de la surface visée. Les auscultations thermographiques exécutées par le SPW sur ses chantiers ne peuvent s'interpréter que par comparaison entre zones contiguës. Ce sont les différences de température entre zones qui mettront en évidence l'existence d'un défaut. Il n'est donc pas possible, par exemple, d'identifier une mauvaise adhérence de chape d'étanchéité si ce défaut est généralisé. C'est pourquoi cette technique n'est que complémentaire aux essais d'adhérence-traction et ne peut les remplacer. Elle donne par contre une vue plus globale du travail réalisé.

Idéalement, l'auscultation thermographique est réalisée préalablement au collage des pastilles, ce qui permet d'éviter de placer ces pastilles sur des défauts locaux et donc d'obtenir des résultats plus représentatifs de l'ensemble de la chape que dans le cas d'une disposition aléatoire des pastilles.

### **3.3 Conditions et limites d'application**

#### **3.3.1 Existence de sollicitations thermiques**

Lorsque le défaut recherché n'est pas lui-même producteur de chaleur (ou de froid), ce qui est le cas sur les ouvrages d'art, il faut compter sur l'environnement (ensoleillement) pour induire des variations de températures. La qualité de l'auscultation thermographique dépend

donc fortement des conditions météorologiques. Un franc soleil est, par exemple, nécessaire à la recherche de bulles dans une membrane d'étanchéité. Les mesures sont impossibles par temps de pluie, de givre, de soleil rasant, d'humidité relative trop élevée ainsi que dans les zones du tablier à l'ombre.

### **3.3.2 Etat de surface**

Pour un même matériau, le rayonnement reçu varie selon son état de surface. Il faut veiller particulièrement à ce que le tablier soit propre et débarrassé de tout élément étranger (camion, stock, ...).

## **4 Conclusions**

Des trois méthodes de contrôle présentées, aucune ne permet à elle seule de s'assurer que l'étanchéité mise en œuvre assurera à l'ouvrage une durabilité correcte. C'est la combinaison des informations collectées par ces trois techniques qui permet d'avoir la vision la plus juste de la qualité de l'étanchéité.