

CONTEXTE

L'utilisation de la thermographie (imagerie thermique) est une pratique qui est de plus en plus préconisée au ministère des Transports du Québec (MTQ), principalement à des fins de contrôle lors de la mise en place des enrobés bitumineux (*Info DLC*, vol. 10, n°11, novembre 2005). D'autres applications sont envisageables, telles que la vérification de la pose des bandes thermoplastiques ou la détection de la délamination sous les revêtements de pont. Une connaissance approfondie des principes de fonctionnement des caméras à infrarouge et de leur entretien est essentielle pour assurer une bonne utilisation.

FONCTIONNEMENT ET COMPOSANTES

Les radiations infrarouges qu'émettent les objets sont des rayonnements électromagnétiques dont l'intensité est fonction de la température. Le domaine de longueur d'onde (bande spectrale) couvert par les caméras usuelles qui captent ces rayonnements est généralement compris entre 7 et 14 μm . Les caméras comportent un écran présentant, à l'aide d'une palette de couleurs, l'ensemble des températures captées. L'échelle thermique d'affichage peut être ajustée en mode automatique, c'est-à-dire que les limites supérieures et inférieures s'ajustent en fonction de l'étendu des valeurs mesurées, ou en mode manuel avec lequel les limites sont prédéfinies et fixes.

Les images infrarouges peuvent être sauvegardées en format numérique et analysées par la suite à l'aide de logiciels spécialisés (figure 1).

Les valeurs de température obtenues tiennent compte de l'émissivité des objets et de la température réfléchie lors des mesures. L'émissivité est définie comme étant la propriété de la surface d'un corps d'émettre de la chaleur par radiation. Elle est exprimée par le rapport entre la radiation émise par cette surface et celle émise par un corps qui absorbe et transmet toute la radiation qui l'atteint. Pour les enrobés, la valeur usuelle d'émissivité est de 0,95.

Il existe plusieurs modèles de caméras adaptés aux travaux de pose d'enrobé (figures 2 et 3). Les caractéristiques minimales recommandées sont présentées au tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques minimales des caméras

| | |
|-----------------------|---|
| Sensibilité thermique | $\leq 0,1$ °C à 25 °C ou $\leq 0,09$ °C à 30 °C |
| Exactitude de mesure | ± 2 °C ou ± 2 % de la lecture |
| Résolution | 160 × 120 éléments (19200 pixels) |

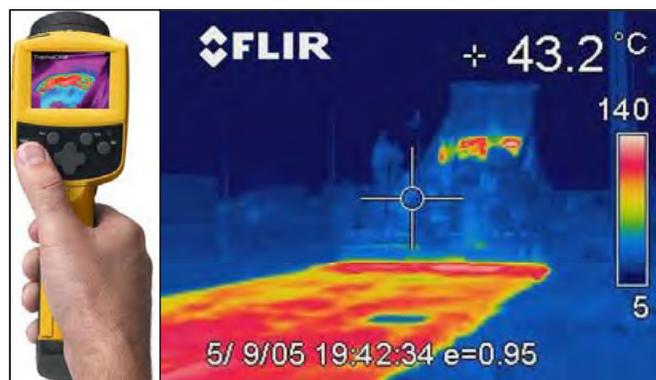


Figure 1 : Image prise à l'aide d'une caméra à infrarouge

Ces modèles permettent d'afficher des valeurs minimales, moyennes ou maximales dans une zone ou en des points quelconques, ce qui s'avère utile pour le contrôle lors de la mise en place des enrobés (figure 4). Certains modèles permettent également de superposer l'image infrarouge et la photographie en lumière visible, ce qui facilite la localisation des points de mesures (figure 5). Différents types de lentilles correspondant à des champs optiques adaptés à divers domaines d'application peuvent être installés sur les appareils.

ENTRETIEN

La caméra à infrarouge est un instrument de précision qui utilise un détecteur à sensibilité infrarouge (IR). Il ne faut pas pointer la caméra vers des sources d'énergie à haute intensité (soleil), y compris les appareils émettant un rayonnement laser et les réflexions de ces appareils, car cela risquerait d'altérer la précision et d'endommager définitivement le détecteur. Pour des performances optimales, la caméra doit être manipulée et nettoyée avec délicatesse. Les éléments de la lentille peuvent facilement se briser ou s'érafler et l'écran à cristaux liquides peut être endommagé en cas de chocs ou de pression excessive. Pour protéger la caméra, il est recommandé d'installer un capuchon sur l'objectif et de la ranger dans son étui lorsqu'elle n'est pas utilisée. Ne jamais utiliser une caméra lors de précipitations de pluie ou de neige.

Pour ne pas endommager la caméra au nettoyage, il est préférable d'utiliser de l'air comprimé pour éliminer les grosses particules et les poussières avant d'utiliser un tissu de nettoyage.

Pour nettoyer la lentille IR, les lentilles optiques et les fenêtres, on doit les frotter délicatement à l'aide d'un tissu de coton doux légèrement imbibé (sans écoulement) d'une solution de nettoyage pour lentilles non abrasive ou une solution savonneuse à base de détergent (ne jamais utiliser de solvant).

Pour nettoyer l'afficheur, on doit le frotter légèrement à l'aide d'un tissu de nettoyage pour écran d'ordinateur. Quant au corps de la caméra, il doit être frotté doucement à l'aide d'un tissu propre légèrement humide (imbibé d'eau légèrement savonneuse si nécessaire).

Il est également conseillé de se référer au guide d'utilisateur du fabricant pour l'entretien des caméras.

ÉTALONNAGE

Les caméras doivent présenter des caractéristiques métrologiques exigées en fonction de l'usage envisagé. L'étalonnage des caméras doit être réalisé à des intervalles appropriés (généralement tous les ans ou selon la prescription du fabricant) en référence à des étalons nationaux ou internationaux. Toutefois, entre les étalonnages, les appareils doivent faire l'objet d'une validation permettant de démontrer la conformité des équipements utilisés. Le MTQ a établi une procédure de validation des caméras en utilisant un thermomètre infrarouge de précision ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) comme appareil de référence. Cette procédure doit être effectuée tous les 7 jours lorsque les caméras sont utilisées sur les chantiers ou en cas de doute pour s'assurer du bon fonctionnement en tout temps.

CONCLUSION

Les caméras à infrarouge sont appelées à être de plus en plus utilisées sur les chantiers à des fins de contrôle lors de la pose d'enrobé bitumineux. Les différents modèles sur le marché présentent des caractéristiques adaptées à cette activité. La connaissance de ces caractéristiques permet de choisir des modèles répondant à des besoins particuliers et d'optimiser leur utilisation. Afin d'assurer la validité des mesures, il est important de bien comprendre le fonctionnement des caméras et d'effectuer l'entretien et l'étalonnage recommandés.

RESPONSABLE : Martin Lavoie, ing., M. Sc.
 Service des chaussées
 Claude Boudrault, thermographe
 ITM Instruments Inc.

DIRECTEUR : 
 Claude Tremblay, ing.



Figure 2 : Modèles de caméra à infrarouge de FLUKE®



Figure 3 : Modèles de caméra à infrarouge de FLIR Systems™

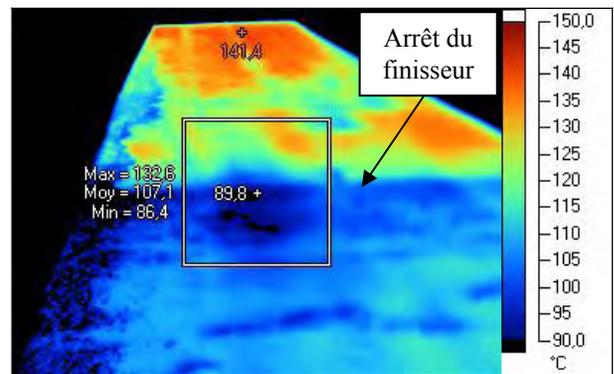


Figure 4 : Options d'affichage des températures

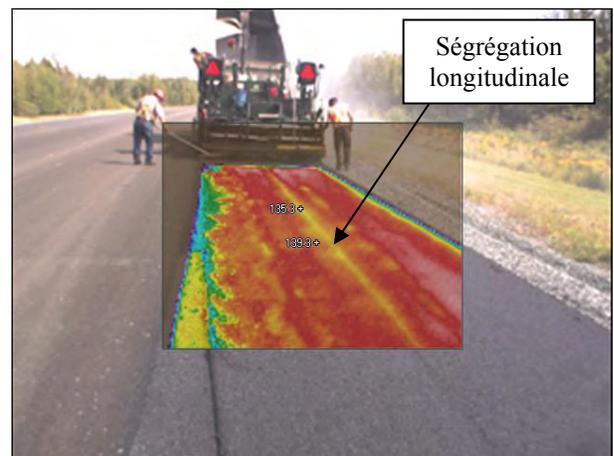


Figure 5 : Combinaison image infrarouge et photographie