NOTE D'APPLICATION

# Effectuez des diagnostics infrarouges à des précisions quasi microscopiques grâce à la thermographie macro Fluke

Depuis plus de 20 ans, la technologie des caméras thermiques a transformé la maintenance, le dépannage, le contrôle qualité et la recherche et le développement dans la plupart des industries. L'amélioration importante du niveau de détails et des performances associées à la diminution des coûts et à la simplification des interfaces expliquent que les caméras thermiques soient devenues aujourd'hui des outils couramment utilisés dans un grand nombre d'applications. Les caméras thermiques pouvant fournir des détails radiométriques (les données de température de chaque point de mesure d'une image infrarouge) sans toucher la cible, elles s'avèrent idéales pour inspecter des cibles qui pourraient être endommagées ou contaminées lors d'une mesure par contact ou si petites qu'il serait impossible de les mesurer à l'aide d'un outil par contact.

## Top TROIS

**Applications pour les objectifs infrarouges macro Fluke**

1. **Décelez les défauts avec des détails à un niveau quasi microscopique**
2. **Localisez avec précision les vices de fabrication**
3. **Tester la fiabilité et les performances des produits dans la durée**

Fluke propose désormais une gamme d'objectifs macro compatibles avec nos caméras de la série expert pour vous donner les détails dont vous avez besoin pour inspecter les composants de petite taille. Ceux-ci comprennent trois options d'objectifs macro pour les caméras thermiques Fluke TiX1000, TiX660, TiX640 et un objectif macro de 25 microns pour caméras thermiques Fluke TiX560 et TiX520. Cet objectif macro de 25 microns bénéficie d'une meilleure résolution spatiale qui permet d'afficher extrêmement précisément les différences de température, jusqu'à 25 microns, soit moins qu'un cheveu humain. Associé à une caméra thermique Fluke TiX560 ou TiX520, l'objectif macro 25 microns délivre un niveau de détails thermiques qui vous aide à identifier les problèmes indécelables avec un objectif standard. Atteindre ce niveau de détails est essentiel pour garantir l'intégrité de la conception et la qualité de la production des circuits imprimés et des composants électroniques dont la taille ne cesse de diminuer.

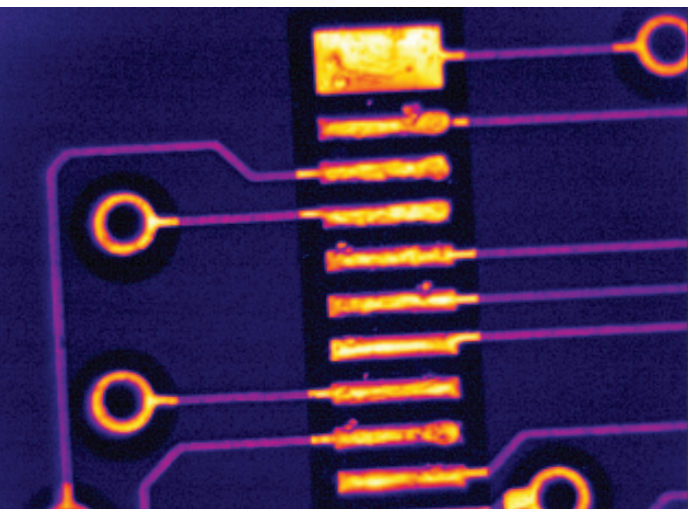

Figure 1. L'application irrégulière de métal indique que le processus de fabrication n'est pas maîtrisé. Vous éviterez de monter des composants sur une telle carte.

## L'intérêt d'une vue macro au cours du cycle du produit

L'objectif infrarouge macro 25 microns Fluke permet une mise au point tellement précise sur des cibles minuscules qu'il facilite vraiment l'analyse de :

### La qualité et l'intégrité du matériau

Un objectif infrarouge macro 25 microns affiche des diagrammes thermiques pouvant identifier des fissures, des interversions de réseau ou d'autres problèmes d'uniformité. Des anomalies thermiques identiques présentes sur plusieurs échantillons peuvent révéler des défauts de fabrication.

Par exemple, la figure 1 montre une carte présentant des défauts de métallisation. À cause d'un processus de métallisation défectueux, les pastilles ne sont pas rectangulaires et présentent des boules métalliques facilement susceptibles de provoquer des pannes.

### Les paramètres de performance du matériau

Tous les matériaux et les composants sont spécifiés en conditions de fonctionnement, avec des paramètres tels que la plage de température ou l'humidité. Les diagrammes thermiques peuvent indiquer si le comportement d'un composant ou d'un matériau est normal dans les conditions spécifiées. Pouvoir détecter des différences de températures à un niveau de détails de 25 microns peut vous aider à trouver des défauts potentiels dans des composants presque microscopiques.

### Cycle de vie et fiabilité du matériau

La capture de diagrammes thermiques de matériaux durant une grande période à l'aide d'un objectif macro peut aider les ingénieurs en recherche et développement à déterminer la durée de vie attendue d'un composant et à identifier les zones potentiellement sujettes à des défaillances précoces.

## Découvrez l'intérêt des détails quasi microscopiques

Pour mettre les choses dans leur contexte, l'objectif macro 25 microns Fluke vous permet de voir des détails quasi microscopiques. Mais quelles sont les implications d'un point de vue visuel ?

Faites-vous votre propre idée. Voici quelques images d'objets communs qui ont été capturés avec une caméra thermique Fluke TiX560 équipée d'un objectif standard et d'un objectif macro 25 microns. Améliorer le niveau de détail permet d'identifier un problème en quelques minutes au lieu de passer des heures ou des jours à dépanner.

### Extinction d'allumette

Figure 4. Cette image d'une allumette juste après son extinction a été capturée avec une caméra TiX560 et un objectif standard.

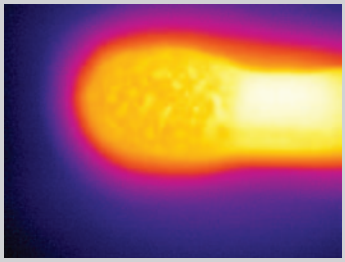

Figure 5. Cette image d'une allumette juste après son extinction a été capturée avec une caméra Fluke TiX560 et un objectif infrarouge macro 25 microns.

### Une pièce britannique

Figure 6. Ce penny, d'environ 20,3 mm de diamètre, a été capturé avec une caméra TiX560 et un objectif standard.

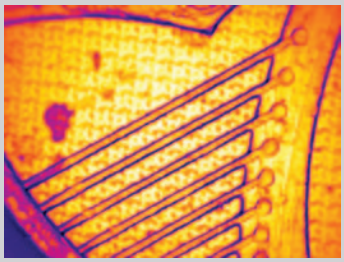

Figure 7. Cette image montre le même penny que celui de la figure 6, capturé cette fois avec une caméra Fluke TiX560 et un objectif macro 25 microns. Vous pouvez voir ici les détails très précis fournis par l'objectif macro.

## Utiliser les objectifs macro

Que vous conceviez un nouveau circuit, effectuiez des tests de contrôle qualité sur des composants ou des cartes entièrement assemblées, dépanniez des appareils finis, pouvoir déceler des différences minimes dans les profils thermiques des composants microélectroniques peut vous aider à diagnostiquer plus rapidement les points problématiques ou discriminer les cartes et composants fonctionnels. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples illustrant comment un objectif macro peut vous faire gagner du temps, de l'argent et éviter toute frustration au cours des processus de conception, de test et de fabrication des circuits électroniques.

### Résistance de précision

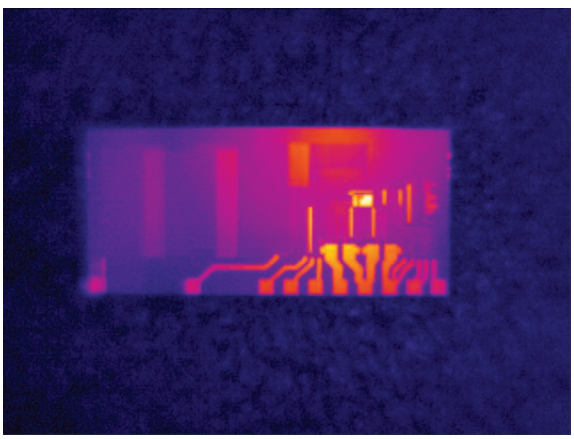

Figure 2. Circuit de résistance de précision pris avec un objectif standard et la Fluke TiX560.

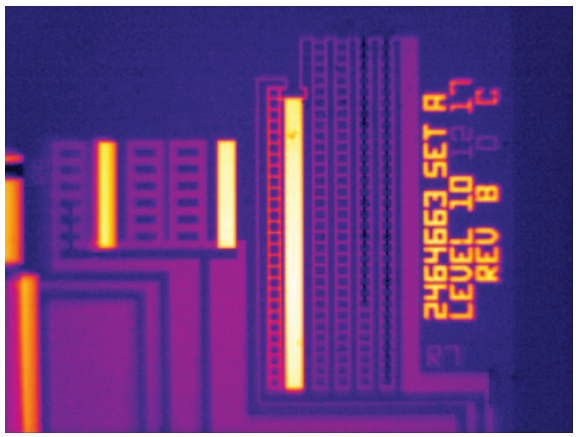


Figure 3. Une vue rapprochée des détails du motif dans le circuit de résistance de précision, capturés avec une TiX560 et un objectif macro 25 microns.

## Trouvez les défauts dans les pièces que vous ne pourriez même pas voir avec un objectif standard

Dans le premier exemple (figure 8), nous avons scanné une carte et trouvé un point chaud avec une Fluke TiX560 et un objectif standard.

En utilisant l'objectif macro 25 microns Fluke, nous avons pu constater que le point chaud est en fait constitué de deux circuits séparés au sein d'un seul circuit intégré (figure 9), qui fonctionnent tous les deux correctement.

Si l'un des circuits avait été défectueux, vous auriez pu le voir clairement sur l'image macro. Dans ce cas, seul un des deux rectangles serait chaud, l'autre resterait sombre. L'image capturée avec un objectif standard n'affiche pas suffisamment de détails pour déceler qu'il y a deux circuits. Ainsi, si un des circuits était plus chaud ou plus froid que l'autre (et donc défectueux), vous n'auriez pas pu voir cette différence et vous auriez orienté vos recherches vers d'autres zones de la carte.

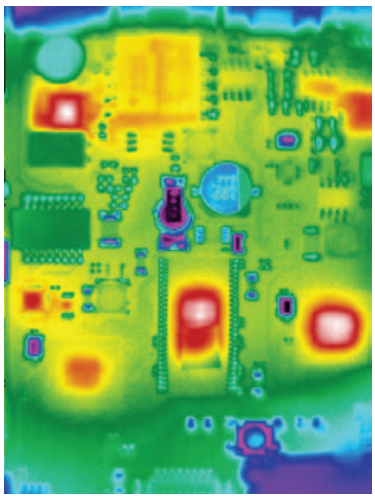

Figure 8. Image de la section du circuit imprimé prise avec la Fluke TiX560 et un objectif standard.

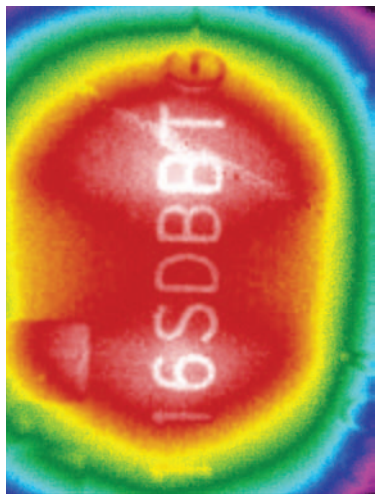

Figure 9. Cette image, capturée avec une Fluke TiX560 et un objectif macro 25 microns, a révélé que le point chaud était en fait constitué de deux circuits.

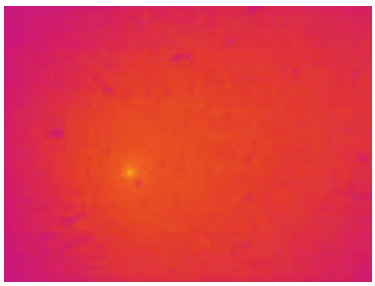

Figure 10. Détecteur pyroélectrique balayé par la caméra thermique Fluke TiX560 et un objectif infrarouge macro 25 microns.

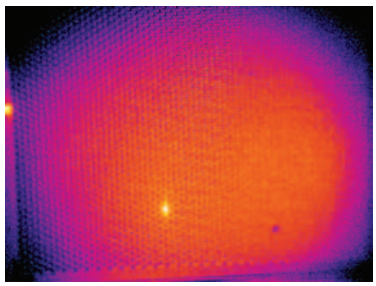

Figure 11. Puce de lecture en silicium dont on a retiré le matériau en céramique, balayée avec une caméra thermique Fluke TiX560 et un objectif macro 25 microns.

## Localiser rapidement et avec précision les vices de fabrication

Le diagnostic et la résolution d'un problème de fabrication sont essentiels pour maximiser le rendement du produit. Nous en avons pris conscience au cours de l'une de nos propres opérations de fabrication Fluke. Le nombre de défaillances enregistrées lors des tests de nos détecteurs pyroélectriques en céramique a soudain fortement augmenté. Une chute du rendement de 50 % révèle un problème de fabrication. En effectuant un simple test d'alimentation, nous avons découvert que le détecteur consommait trop de courant, symptôme d'un court-circuit. La difficulté consistait à localiser ce court-circuit.

Nous avons décidé d'effectuer un balayage infrarouge sur le détecteur alimenté à l'aide d'une caméra thermique TiX560. L'image que nous avons prise avec un objectif standard n'a mis en évidence aucune anomalie. Cependant, lorsque nous avons utilisé un objectif macro 25 microns, l'image a révélé l'existence d'un point chaud remarquable partout sur la surface uniforme (figure 10).

Une fois le problème identifié, nous avons ôté le matériau céramique du détecteur et nous avons à nouveau balayé la puce de lecture en silicium avec l'objectif macro. Ce balayage a localisé un point chaud très net d'environ 100 microns de diamètre (figure 11).

Après avoir localisé la zone à étudier, nous l'avons examinée sur la puce en silicium avec un microscope électronique à balayage (MEB). Cet examen a identifié des bosses dans le silicium, qui ont créé une brèche et provoqué un court-circuit entre les pistes d'alimentation positive et négative. En revoyant les différentes étapes de notre procédé de fabrication, nous avons découvert que la plaque de l'écran entrait en contact avec la puce en silicium au cours du procédé, créant ainsi les bosses.

Nous avons réglé la plaque de l'écran pour éviter ce contact et le problème a été résolu. Le rendement en production est redevenu normal. Si nous n'avions pas pu réduire la zone de recherche grâce à l'objectif infrarouge macro, nous aurions mis beaucoup plus de temps à identifier le problème. Nous aurions dû utiliser le MEB sur toute la surface de la puce pour localiser le problème, ce qui aurait pris des heures alors que quelques minutes ont suffi avec la caméra thermique TiX560 équipée de l'objectif macro 25 microns.

## Petits conseils pour une capture d'images optimale

Capturer des images infrarouges de qualité est à la fois un art et une science. Il faut tout d'abord choisir la caméra et l'objectif adaptés pour la tâche à accomplir. Vous pouvez alors améliorer la qualité de vos images infrarouges (et les informations qu'elles fournissent) en prenant en compte certains facteurs techniques essentiels, notamment :

### La distance à la cible

Cette distance à la cible est imposée à la fois par la caméra et l'objectif que vous utilisez. Par exemple, avec la caméra TiX560 et l'objectif Fluke 25 microns, vous pouvez effectuer une mise au point précise à environ 10 mm de la cible. Gardez à l'esprit qu'il n'est pas toujours possible de s'approcher autant en cas d'utilisation de sondes mobiles ou de composants de taille importante. Assurez-vous de choisir une caméra et un objectif adaptés pour la distance à la cible de votre application.

### Plage de fonctionnement

La plage de fonctionnement de l'objectif correspond à la distance de mise au point de la cible. Par exemple, la plage de fonctionnement optimale de l'objectif macro 25 microns Fluke s'étend de 8 mm à 14 mm.

### Stabilité de la caméra

Pour bénéficier de meilleures performances, vous devez vérifier que la caméra reste stable et immobile durant la capture des images. Nous vous recommandons d'attacher la caméra à un système de fixation sur banc à l'aide de la vis pour support de trépied des TiX560 ou TiX520. La caméra TiX560 offre également une fonction télécommande qui permet de prendre des images à distance à partir de votre ordinateur, sans perturber le fonctionnement de la caméra.

### Compensation de l'effet Narcisse

L'effet Narcisse caractérise une image de l'objectif pouvant parfois apparaître dans la scène à cause d'un rebond de la chaleur entre l'image et la lentille. Au lieu de capturer l'objet inspecté, la caméra capture l'image de son propre objectif. Pour éviter cet effet, décalez la caméra placée perpendiculairement à la cible de quelques degrés.

### Objectifs télécentriques comparés aux objectifs non télécentriques

Avec un objectif télécentrique, tous les éléments situés dans la plage de fonctionnement de l'objectif semblent plats, équidistants de la caméra. Ainsi, si deux composants sont à des distances respectives de 8 mm et 14 mm, ils apparaîtront tous les deux nets à une distance de 10 mm. Les objectifs non télécentriques vous imposent d'effectuer une mise au point pour observer chacun des composants situés à différentes distances de l'objectif. L'opération est donc moins rapide et requiert des réglages plus précis. L'objectif macro 25 microns Fluke pour la TiX560 est télécentrique. Tous les composants situés dans la plage de fonctionnement s'étendant de 8 mm à 14 mm apparaîtront donc nets et à égale distance.

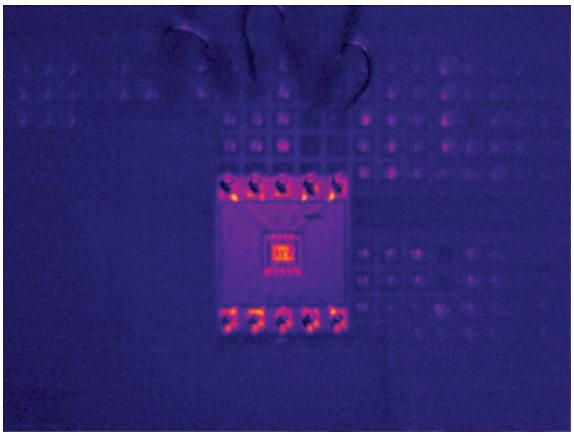

Figure 12. Résistance non alimentée capturée avec une caméra TiX560 et un objectif standard.

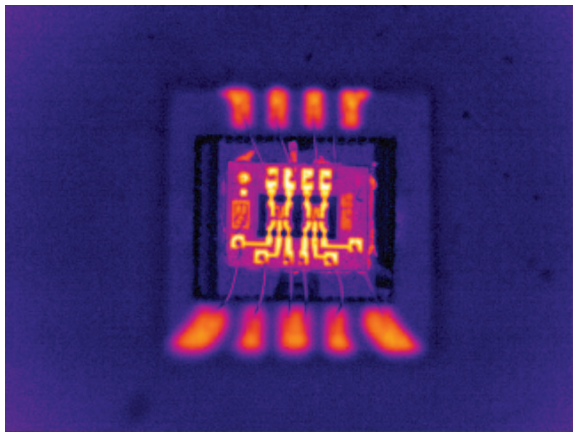

Figure 13. Même résistance non alimentée que sur la figure 12, mais capturée avec un objectif macro 25 microns Fluke.

## Tester la fiabilité et les performances des produits dans la durée

Les fabricants de composants électroniques doivent tester leurs produits pour garantir qu'ils fonctionnent correctement dans des conditions définies et évaluer leurs performances typiques dans la durée. Par exemple, un fabricant de résistances à monter en surface (d'une taille d'environ 1 mm) souhaite vérifier les performances, la fiabilité et la durée de vie typique des composants qu'il vend. Le meilleur moyen d'y parvenir est de tester les résistances à des étapes clés de la conception et du développement.

Une résistance est avant tout un composant qui limite le courant ou la tension et dissipe la chaleur selon les tensions et courants qui lui sont appliqués. Une caméra thermique équipée d'un objectif standard ne fournira pas le niveau de détails nécessaire pour distinguer les points chauds.

Cependant, l'observation des diagrammes thermiques typiques d'une résistance soumise à des tests avec une caméra thermique équipée d'un objectif macro permet au fabricant d'obtenir des données extrêmement utiles sur la conception d'une résistance et son comportement lorsqu'elle dissipe l'énergie sous forme de chaleur. Ces diagrammes thermiques peuvent révéler des problèmes en rapport avec la fabrication.

Par exemple, la figure 12 montre une résistance non alimentée de 400 ohms sur un convertisseur AC/DC capturée avec un objectif standard. La figure 13 montre le même composant capturé avec un objectif macro 25 microns. Comme vous pouvez le voir, l'image macro offre bien plus de détails sur la résistance, même lorsque cette dernière n'est pas alimentée.

Nous avons ensuite alimenté le convertisseur et nous l'avons tout d'abord balayé avec l'objectif standard (figure 14) puis avec l'objectif macro.

L'image capturée avec l'objectif standard ne décèle aucun problème évident. Cependant, l'image bien plus détaillée capturée à l'aide de l'objectif macro 25 microns indique que l'intensité du courant traversant le côté droit de la résistance est nettement inférieure à celle traversant le côté gauche.

Les mesures de température ont un rôle essentiel dans le calcul de la durée de vie attendue. Les diagrammes thermiques de la résistance peuvent être suffisamment détaillés pour indiquer les points chauds. La température de tels points chauds excède probablement la température de fonctionnement spécifiée du composant. Elle peut augmenter les contraintes sur les matériaux et provoquer des défaillances précoces. Grâce aux informations fournies par les images thermiques, l'ingénieur sera en mesure de modifier la conception ou le procédé de fabrication pour limiter les contraintes sur zones qui créent les points chauds.

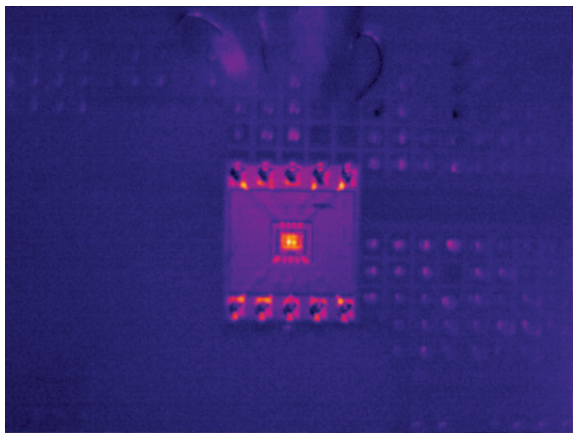

Figure 14. L'image de la résistance alimentée capturée avec l'objectif standard ne décèle aucun problème évident.

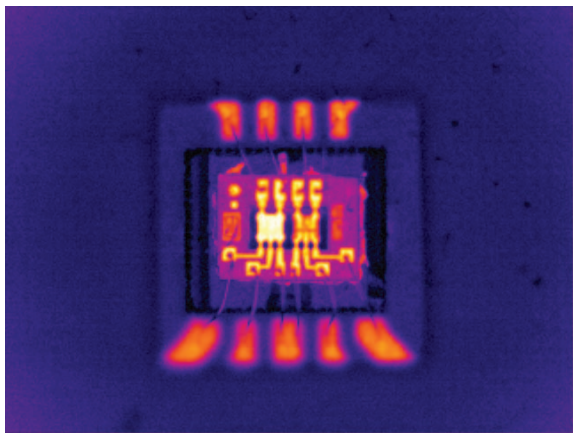

Figure 15. L'image de la résistance alimentée capturée avec l'objectif macro 25 microns Fluke décèle clairement une anomalie. L'image révèle que l'intensité du courant traversant le côté droit est inférieure à celle traversant le côté gauche.

## Les objectifs infrarouges Fluke en bref

| Objectif | TiX560/ TiX520 | Ti400/ 300/200 | Ti32/ 29/27 | TiX1000/ 660/640 | Utilisation | Utilisé par |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Macro | 25MAC2<br>25 microns | | | XLens/Macro1<br>81 microns (TiX1000) ou<br>119 microns (TiX660/640) | Cible de petite taille, voire microscopique, observée de très près | Ingénieurs et scientifiques dédiés à :<br>• La recherche et le développement<br>• La conception et la validation de produits électroniques<br>• La thermographie microscopique<br>Ce public est issu des universités et des organismes de recherche, des entreprises travaillant sur le développement de procédés et la conception en microélectronique. |
| | | | | XLens/Macro2<br>32 microns (TiX1000) ou<br>47 microns (TiX660/640) | | |
| | | | | XLens/Macro3<br>35 microns (TiX1000) ou<br>50 microns (TiX660/640) | | |
| 2 téléobjectifs | TELE2 | TELE2 | TELE1 | XLens/Tele | Cible de petite et moyenne taille, observée à distance | • Techniciens de maintenance et en procédés industriels, électriciens, lorsque l'équipement est trop haut, difficile d'accès ou dangereux<br>• Inspection des constructions, observez les détails, même à distance |
| 4 téléobjectifs | 4XTELE2 | 4XTELE2 | | XLens/SupTele | Petite cible, observée à grande distance | Particulièrement utile pour les personnes travaillant dans les secteurs de la<br>• Pétrochimie : grandes cheminées<br>• Installations d'approvisionnement et de transmission de l'énergie : longues distances<br>• Amélioration des métaux : trop chaud pour être approchés ; il peut être nécessaire d'inspecter certains équipements proches de l'affinerie |
| Grand-angle | WIDE2 | WIDE2 | WIDE1 | XLens/Grand-angle | Cible volumineuse, observée à une distance relativement courte | • Techniciens de maintenance et en procédés industriels, électriciens : lorsque l'espace est confiné ou pour observer une zone étendue<br>• Inspecteurs des bâtiments : inspections de toitures et de bâtiments industriels. Gagnez du temps en observant des zones beaucoup plus étendues. |
| | | | | XLens/SupWide | | |

**La caméra thermique TiX560 associée à l'objectif macro 25 microns peut constituer une solution idéale pour répondre à vos besoins en matière de thermographie macro.**

1 **Écran tactile réactif 5,7 pouces (14,6 cm)** : permet de modifier rapidement et facilement les paramètres.

2 **Objectif articulé** : vous permet de placer l'écran selon un angle confortable pour la visualisation.

3 **Résolution 4 fois supérieure** : avec le mode SuperResolution, vous pouvez transformer les images 320 x 240 en images 640 x 480 afin d'améliorer la qualité de l'image et la précision des mesures de température.

4 **Vis pour support de trépied** : permet de fixer solidement la caméra sur un système de montage sur banc.

5 **Télécommande** : contrôlez la caméra depuis votre ordinateur afin de capturer des images et d'affiner les réglages à l'aide de votre ordinateur sans perturber le fonctionnement de la caméra.

6 **Mise au point avec un seul bouton** : lorsque l'objectif macro est installé, appuyer sur le bouton mise au point LaserSharp® permet de régler la mise au point à une distance optimale pour l'objectif. Vous pouvez alors positionner la caméra afin qu'elle se trouve à une distance de travail comprise entre 8 mm et 14 mm de la cible et ajuster cette distance afin que la mise au point se fasse exactement sur la cible.

7 La compatibilité sans fil **Fluke Connect™** vous permet de visualiser, enregistrer et partager en temps réel des vidéos, des images et des mesures avec les membres de votre équipe qui disposent de l'application mobile Fluke Connect™ sur leurs smartphones. Vous n'avez qu'à appuyer sur le bouton raccourci pour vous connecter.

8 **Objectif intelligent** : l'objectif macro est livré précalibré, il n'est donc pas nécessaire de le calibrer à l'aide d'une caméra spécifique et il peut être utilisé sur toutes les caméras compatibles.

## Des images de qualité pour les petites cibles

Comme les dispositifs électroniques deviennent de plus en plus petits, il est de plus en plus difficile d'identifier les surchauffes à proximité des composants microscopiques. Les caméras thermiques TiX560 ou TiX520 équipées d'un objectif infrarouge macro de 25 microns vous permettent de bénéficier de la résolution spatiale et de la sensibilité thermique dont vous avez besoin pour découvrir des points chauds et de légères différences de température à un niveau de détails de 25 microns. Ces outils révèlent de nombreux détails utiles pour la conception, le développement et la production de composants électroniques. Ils peuvent vous aider à améliorer la qualité, réduire le temps de mise sur le marché, éviter les rappels et réduire les coûts. Pour en savoir plus sur le système infrarouge le plus adapté à votre situation, veuillez vous rapprocher de votre représentant commercial Fluke ou consultez le site **www.fluke.com/infraredcameras**.

FLUKE CONNECT®

## Multipliez vos ressources avec les fonctionnalités sans fil Fluke Connect®

Grâce à l'application mobile Fluke Connect vous pouvez transmettre des images et des mesures depuis vos caméras thermiques Fluke de la série Expert en temps réel aux smartphones ou tablettes autorisés disposant de l'application mobile Fluke Connect. Vous pouvez également partager des résultats à distance avec les membres autorisés de l'équipe au cours d'une conférence vidéo ShareLive™ qui vous permettra d'améliorer la collaboration et d'effectuer plus rapidement des ajustements. Vous pouvez aussi utiliser le logiciel SmartView® fourni avec toutes les caméras thermiques Fluke pour documenter rapidement les résultats dans des rapports qui incluent les images et données thermiques.

Fluke Connect® n'est pas disponible dans tous les pays.
*Dans la zone de service sans fil de l'opérateur.
Smartphone non inclus à l'achat.

**Fluke.** *Keeping your world up and running.®*

**Fluke Corporation**
PO Box 9090, Everett, WA 98206 U.S.A.

**Fluke Europe B.V.**
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, The Netherlands

**For more information call:**
In the U.S.A. (800) 443-5853 or
Fax (425) 446-5116
In Europe/M-East/Africa
+31 (0)40 267 5100 or
Fax +31 (0)40 267 5222
In Canada (800)-36-FLUKE or
Fax (905) 890-6866

From other countries +1 (425) 446-5500 or
Fax +1 (425) 446-5116
Web: www.fluke.com

©2015 Fluke Corporation.
Specifications subject to change without notice.
Printed in U.S.A. 8/2015 6005423A_CAFR

**Modification of this document is not permitted without written permission from Fluke Corporation.**