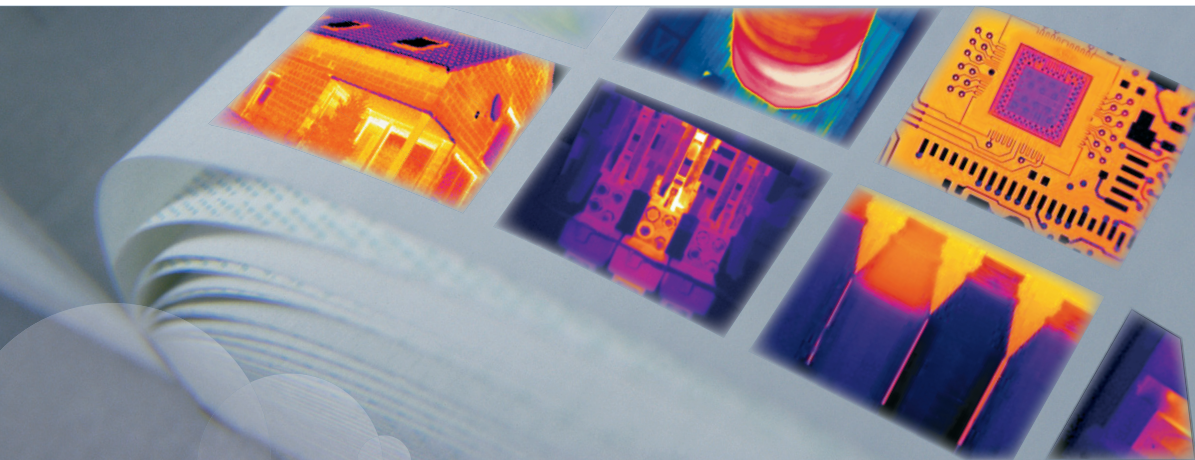




# Manuel de l'utilisateur



## FLIR Exx series

Publ. No.	T559655
Revision	a572
Language	French (FR)
Issue date	November 7, 2011



---

# *Manuel de l'utilisateur*



---

## Clause légale

Tous les produits fabriqués par FLIR Systems sont garantis contre les vices de matériaux et de fabrication pour une période d'un an à compter de la date de livraison du produit original, à condition que ces produits fassent l'objet d'une utilisation, d'une maintenance et d'un conditionnement normaux, en accord avec les instructions de FLIR Systems.

Toutes les caméras portatives infrarouges non refroidies fabriquées par FLIR Systems sont garanties contre les vices de matériaux et de fabrication pour une période de deux (2) ans à compter de la date de livraison du produit d'origine, à condition que ces produits fassent l'objet d'une utilisation, d'une maintenance et d'un conditionnement normaux, en accord avec les instructions de FLIR Systems, et à condition que la caméra ait été enregistrée dans un délai de 60 jours suivant l'achat du produit d'origine.

Les détecteurs pour caméras portatives infrarouges non refroidies fabriqués par FLIR Systems sont garantis contre les vices de matériaux et de fabrication pour une période de dix (10) ans à compter de la date de livraison du produit d'origine, à condition que ces produits fassent l'objet d'une utilisation, d'une maintenance et d'un conditionnement normaux, en accord avec les instructions de FLIR Systems, et à condition que la caméra ait été enregistrée dans un délai de 60 jours suivant l'achat du produit d'origine.

Tous les produits qui ne sont pas fabriqués par FLIR Systems et qui sont inclus dans les systèmes fournis par FLIR Systems à l'acquéreur initial, sont soumis à la garantie du fournisseur de ces produits, le cas échéant. FLIR Systems décline toute responsabilité envers de tels produits.

La garantie ne s'applique qu'à l'acquéreur initial du produit et n'est pas transmissible. Elle ne s'applique pas aux produits ayant fait l'objet d'une utilisation incorrecte, de négligence, d'accident ou de conditions anormales d'exploitation. Les composants d'extension sont exclus de la garantie.

En cas de défaut d'un produit couvert par cette garantie, il convient d'interrompre son utilisation afin d'éviter tout dommage supplémentaire. L'acquéreur doit, dans les meilleurs délais, signaler à FLIR Systems tous les défauts, faute de quoi la présente garantie ne s'appliquera pas.

FLIR Systems s'engage à réparer ou à remplacer (selon son choix) le produit défectueux, sans frais supplémentaires, si lors de l'inspection il s'avère que le produit présente des vices de matériaux ou de fabrication et à condition qu'il soit retourné à FLIR Systems dans ladite période d'un an.

FLIR Systems refuse toute prise d'obligation ou de responsabilité pour les défauts autres que ceux indiqués ci-dessus.

Aucune autre garantie n'est exprimée ou implicite. FLIR Systems décline toute responsabilité quant aux garanties implicites de qualité marchande ou d'adéquation à un usage particulier.

FLIR Systems ne peut être tenu pour responsable des pertes ou dommages directs, indirects, spéciaux ou occasionnels, qu'ils soient basés sur un contrat, un délit civil ou toute autre théorie juridique.

Cette garantie est régie par la loi suédoise.

Tout litige, toute controverse ou réclamation découlant de ou lié à la garantie susmentionnée seront jugés définitivement en dernière instance suivant le règlement d'arbitrage du « Arbitration Institute » (tribunal d'arbitrage) de la Chambre de Commerce de Stockholm. L'arbitrage aura lieu à Stockholm. La langue de la procédure d'arbitrage est l'anglais.

## Règlementations du gouvernement américain

- Les produits décrits dans le manuel peuvent nécessiter une autorisation du gouvernement pour l'exportation/la réexportation. Pour en savoir plus, contactez FLIR Systems.
- En fonction de la licence et des procédures d'exportation, l'objectif peut être fixé de façon permanente à la caméra avant la livraison aux clients situés en dehors des Etats-Unis. Les objectifs interchangeables sont soumis à la juridiction du Ministère des Affaires Etrangères des Etats-Unis.

## Copyright

© 2011, FLIR Systems. Tous droits réservés dans le monde. Aucune partie du logiciel, notamment le code source, ne peut être reproduite, transmise, transcrite ou traduite dans aucune langue ou langage informatique sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, électronique, magnétique, optique, manuel ou autre, sans la permission expresse et écrite de FLIR Systems.

Il est formellement interdit de copier, photocopier, reproduire, traduire ou transmettre vers aucun support électronique ni sous aucun format lisible par une machine tout ou partie de ce document sans le consentement écrit préalable de FLIR Systems.

Les noms et les marques qui apparaissent sur les produits mentionnés dans ce document sont des marques déposées ou des marques de FLIR Systems et/ou de ses filiales. Les autres marques, noms commerciaux et noms de sociétés mentionnés dans ce document et appartenant à d'autres propriétaires, sont utilisés dans un but d'identification uniquement.

## Assurance qualité

Le Système de gestion de la qualité utilisé lors du développement et de la fabrication de ces produits a été certifié ISO 9001.

FLIR Systems s'est engagé dans une politique de développement continu. Nous nous réservons par conséquent le droit de modifier et d'améliorer sans préavis les produits décrits dans ce manuel.

## Brevets

Un ou plusieurs des brevets ou brevets de conception en instance suivants s'appliquent aux produits et/ou fonctions décrits dans le présent manuel :

---

0002258-2; 000279476-0001; 000439161; 000499579-0001; 000653423; 000726344; 000859020; 000889290; 001106306-0001; 001707738; 001707746; 001707787; 001776519; 0101577-5; 0102150-0; 0200629-4; 0300911-5; 0302837-0; 1144833; 1182246; 1182620; 1188086; 1285345; 1287138; 1299699; 1325808; 1336775; 1365299; 1402918; 1404291; 1678485; 1732314; 200530018812.0; 200830143636.7; 2106017; 235308; 3006596; 3006597; 466540; 483782; 484155; 518836; 60004227.8; 60122153.2; 602004011681.5-08; 6707044; 68657; 7034300; 7110035; 7154093; 7157705; 7237946; 7312822; 7332716; 7336823; 7544944; 75530; 7667198; 7809258; 7826736; D540838; D549758; D579475; D584755; D599.392; DI6702302-9; DI6703574-4; DI6803572-1; DI6803853-4; DI6903617-9; DM/057692; DM/061609; Numéro d'enregistrement; ZL00809178.1; ZL01823221.3; ZL01823226.4; ZL02331553.9; ZL02331554.7; ZL200480034894.0; ZL200530120994.2; ZL200630130114.4; ZL200730151141.4; ZL200730339504.7; ZL200830128581.2; ZL200930190061.9

## EULA Terms

- You have acquired a device ("INFRARED CAMERA") that includes software licensed by FLIR Systems AB from Microsoft Licensing, GP or its affiliates ("MS"). Those installed software products of MS origin, as well as associated media, printed materials, and "online" or electronic documentation ("SOFTWARE") are protected by international intellectual property laws and treaties. The SOFTWARE is licensed, not sold. All rights reserved.
- IF YOU DO NOT AGREE TO THIS END USER LICENSE AGREEMENT ("EULA"), DO NOT USE THE DEVICE OR COPY THE SOFTWARE. INSTEAD, PROMPTLY CONTACT FLIR Systems AB FOR INSTRUCTIONS ON RETURN OF THE UNUSED DEVICE(S) FOR A REFUND. **ANY USE OF THE SOFTWARE, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO USE ON THE DEVICE, WILL CONSTITUTE YOUR AGREEMENT TO THIS EULA (OR RATIFICATION OF ANY PREVIOUS CONSENT).**
- **GRANT OF SOFTWARE LICENSE.** This EULA grants you the following license:
  - You may use the SOFTWARE only on the DEVICE.
  - **NOT FAULT TOLERANT.** THE SOFTWARE IS NOT FAULT TOLERANT. FLIR Systems AB HAS INDEPENDENTLY DETERMINED HOW TO USE THE SOFTWARE IN THE DEVICE, AND MS HAS RELIED UPON FLIR Systems AB TO CONDUCT SUFFICIENT TESTING TO DETERMINE THAT THE SOFTWARE IS SUITABLE FOR SUCH USE.
  - **NO WARRANTIES FOR THE SOFTWARE.** THE SOFTWARE is provided "AS IS" and with all faults. THE ENTIRE RISK AS TO SATISFACTORY QUALITY, PERFORMANCE, ACCURACY, AND EFFORT (INCLUDING LACK OF NEGLIGENCE) IS WITH YOU. ALSO, THERE IS NO WARRANTY AGAINST INTERFERENCE WITH YOUR ENJOYMENT OF THE SOFTWARE OR AGAINST INFRINGEMENT. **IF YOU HAVE RECEIVED ANY WARRANTIES REGARDING THE DEVICE OR THE SOFTWARE, THOSE WARRANTIES DO NOT ORIGINATE FROM, AND ARE NOT BINDING ON, MS.**
  - No Liability for Certain Damages. **EXCEPT AS PROHIBITED BY LAW, MS SHALL HAVE NO LIABILITY FOR ANY INDIRECT, SPECIAL, CONSEQUENTIAL OR INCIDENTAL DAMAGES ARISING FROM OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THE SOFTWARE. THIS LIMITATION SHALL APPLY EVEN IF ANY REMEDY FAILS OF ITS ESSENTIAL PURPOSE. IN NO EVENT SHALL MS BE LIABLE FOR ANY AMOUNT IN EXCESS OF U.S. TWO HUNDRED FIFTY DOLLARS (U.S.\$250.00).**
  - **Limitations on Reverse Engineering, Decompilation, and Disassembly.** You may not reverse engineer, decompile, or disassemble the SOFTWARE, except and only to the extent that such activity is expressly permitted by applicable law notwithstanding this limitation.
  - **SOFTWARE TRANSFER ALLOWED BUT WITH RESTRICTIONS.** You may permanently transfer rights under this EULA only as part of a permanent sale or transfer of the Device, and only if the recipient agrees to this EULA. If the SOFTWARE is an upgrade, any transfer must also include all prior versions of the SOFTWARE.
  - **EXPORT RESTRICTIONS.** You acknowledge that SOFTWARE is subject to U.S. export jurisdiction. You agree to comply with all applicable international and national laws that apply to the SOFTWARE, including the U.S. Export Administration Regulations, as well as end-user, end-use and destination restrictions issued by U.S. and other governments. For additional information see <http://www.microsoft.com/exporting/>.



---

# Tables des matières

<b>1</b>	<b>Avertissements et mises en garde</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Remarques à l'attention des utilisateurs</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Aide clientèle</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Mises à jour de la documentation</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>Remarque importante concernant ce manuel</b> .....	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Liste des pièces</b> .....	<b>9</b>
6.1	Portée de la livraison .....	9
6.2	Liste des accessoires et des services .....	9
<b>7</b>	<b>Guide de démarrage rapide</b> .....	<b>12</b>
<b>8</b>	<b>Composants de la caméra</b> .....	<b>13</b>
8.1	Vue de droite .....	13
8.2	Vue de gauche .....	14
8.3	LCD et pavé de navigation .....	15
8.4	Vue du dessous .....	17
8.5	Voyant DEL d'état de la batterie .....	18
8.6	Voyant DEL d'alimentation .....	19
8.7	Pointeur laser .....	20
<b>9</b>	<b>Éléments de l'écran</b> .....	<b>22</b>
<b>10</b>	<b>Navigation dans le système de menus</b> .....	<b>23</b>
<b>11</b>	<b>Connexion des périphériques externes et des supports de stockage</b> .....	<b>24</b>
<b>12</b>	<b>Association de périphériques Bluetooth</b> .....	<b>26</b>
<b>13</b>	<b>Configuration du Wi-Fi</b> .....	<b>27</b>
<b>14</b>	<b>Manipulation de la caméra</b> .....	<b>29</b>
14.1	Mise sous tension de la caméra .....	29
14.2	Mise hors tension de la caméra .....	29
14.3	Réglage manuel de la mise au point de la caméra infrarouge .....	30
14.4	Actionnement du pointeur laser .....	31
<b>15</b>	<b>Traitement des images</b> .....	<b>32</b>
15.1	Sauvegarder une image .....	32
15.2	Aperçu d'une image .....	33
15.3	Ouvrir une image .....	34
15.4	Ajustement d'une image infrarouge .....	35
15.5	Modification de la palette .....	38
15.6	Suppression d'une image .....	39
15.7	Suppression de toutes les images .....	40
15.8	Création d'un rapport PDF dans la caméra .....	41
<b>16</b>	<b>Utilisation des modes d'image PiP (Picture in Picture) et fusion thermique</b> .....	<b>42</b>

<b>17</b>	<b>Utilisation des outils de mesure</b> .....	46
17.1	Définition des outils de mesure : points, zones, etc. ....	46
17.2	Définition d'un outil de mesure : isothermes .....	47
17.3	Déplacement ou redimensionnement d'un outil de mesure .....	49
17.4	Création et configuration d'un calcul de différence .....	50
17.5	Modification des paramètres objet .....	51
<b>18</b>	<b>Recherche des données des appareils de mesure externes Extech</b> .....	53
18.1	Procédures typiques de mesures d'humidité et de documentation .....	55
<b>19</b>	<b>Utilisation des isothermes</b> .....	56
19.1	Isothermes de bâtiment .....	56
<b>20</b>	<b>Annotation d'images</b> .....	58
20.1	Capture d'une photo numérique .....	59
20.2	Création d'une annotation vocale .....	60
20.3	Création d'un texte .....	61
20.4	Création d'une table .....	62
<b>21</b>	<b>Enregistrement de clips vidéo</b> .....	64
<b>22</b>	<b>Modification des paramètres</b> .....	65
<b>23</b>	<b>Nettoyage de la caméra</b> .....	66
23.1	Boîtier de caméra, câbles et autres pièces .....	66
23.2	Objectif infrarouge .....	67
23.3	Détecteur infrarouge .....	68
<b>24</b>	<b>Données techniques</b> .....	69
<b>25</b>	<b>Illustrations</b> .....	70
25.1	Dimensions de la caméra, vue de face (1) .....	70
25.2	Dimensions de la caméra, vue de face (2) .....	71
25.3	Dimensions de la caméra, vue de côté (1) .....	72
25.4	Dimensions de la caméra, vue de côté (2) .....	73
25.5	Dimensions de la caméra, vue de côté (3) .....	74
25.6	Objectif infrarouge (30 mm/15°) .....	75
25.7	Objectif infrarouge (10 mm/45°) .....	76
25.8	Batterie (1) .....	77
25.9	Batterie (2) .....	78
25.10	Batterie (3) .....	79
25.11	Chargeur de batterie (1) .....	80
25.12	Chargeur de batterie (2) .....	81
25.13	Chargeur de batterie (3) .....	82
25.14	Chargeur de batterie (4) .....	83
<b>26</b>	<b>Exemples d'application</b> .....	84
26.1	Dégâts causés par l'humidité et l'eau .....	84
26.2	Contact défectueux dans la prise .....	85
26.3	Prise oxydée .....	86
26.4	Défauts d'isolation .....	87
26.5	Courants d'air .....	88
<b>27</b>	<b>A propos de la société FLIR Systems</b> .....	89



---

27.1	Bien plus qu'une simple caméra infrarouge .....	91
27.2	Communiquer notre savoir .....	91
27.3	L'assistance clientèle .....	91
27.4	Nos installations en image .....	92
<b>28</b>	<b>Glossaire .....</b>	<b>94</b>
<b>29</b>	<b>Techniques de mesure thermographique .....</b>	<b>98</b>
29.1	Introduction .....	98
29.2	Emissivité .....	98
29.2.1	Obtention de l'émissivité d'un échantillon .....	99
29.2.1.1	Etape 1 : Détermination de la température apparente réfléchie .....	99
29.2.1.2	Etape 2 : Détermination de l'émissivité .....	101
29.3	Température apparente réfléchie .....	102
29.4	Distance .....	102
29.5	Humidité relative .....	102
29.6	Autres paramètres .....	102
<b>30</b>	<b>Historique de la technologie infrarouge .....</b>	<b>104</b>
<b>31</b>	<b>Théorie de la thermographie .....</b>	<b>109</b>
31.1	Introduction .....	109
31.2	Spectre électromagnétique .....	109
31.3	Rayonnement d'un corps noir .....	110
31.3.1	Loi de Planck .....	111
31.3.2	Loi de déplacement de Wien .....	113
31.3.3	Loi de Stefan-Boltzmann .....	114
31.3.4	Emetteurs non noirs .....	115
31.4	Matériaux infrarouges semi-transparents .....	117
<b>32</b>	<b>La formule de mesure .....</b>	<b>119</b>
<b>33</b>	<b>Tables des émissivités .....</b>	<b>125</b>
33.1	Références .....	125
33.2	Remarque importante concernant les tables d'émissivité .....	125
33.3	Tables .....	126

---

# Avertissements et mises en garde

## AVERTISSEMENT

- (S'applique uniquement aux appareils numériques de Classe A.) Cet appareil génère, utilise et peut émettre des fréquences radio. S'il n'est pas installé et utilisé conformément aux instructions du manuel, il peut causer des interférences dans les communications radio. Cet équipement a été testé et déclaré conforme aux limites des appareils électriques de Classe A, décrites dans la sous-section J de la section 15 de la réglementation FCC. Ces limites ont été établies pour garantir une protection contre ce type d'interférence lors d'une utilisation dans un environnement commercial. L'utilisation de cet appareil dans une zone résidentielle est susceptible de causer des interférences. Le cas échéant, l'utilisateur devra prendre à sa charge les mesures nécessaires à la correction de ces interférences.
- (S'applique uniquement aux appareils numériques de Classe B.) Cet équipement a été testé et déclaré conforme aux normes relatives au matériel numérique de Classe B, fixées par la section 15 de la réglementation FCC. Ces limitations visent à assurer une protection raisonnable contre les interférences dans le cadre d'une installation résidentielle. Cet équipement génère, utilise et peut émettre de l'énergie de fréquence radio. S'il n'est pas installé et utilisé conformément aux instructions du fabricant, il risque de provoquer des interférences qui affecteront la réception radiophonique. Il n'y a toutefois aucune garantie qu'il ne se produira pas d'interférences dans une installation particulière. Si cet équipement provoque des interférences avec la radio et la télévision (allumez et éteignez vos appareils pour vous en assurer), nous vous conseillons d'essayer de corriger les interférences de la façon suivante :
  - Réorientez ou déplacez l'antenne de réception.
  - Augmentez la distance entre l'équipement et le récepteur.
  - Branchez l'équipement sur une prise de courant faisant partie d'un autre circuit que celui sur lequel est branché le récepteur.
  - Consultez le fournisseur ou un technicien expérimenté en radio/télévision afin d'obtenir de l'assistance.
- (S'applique uniquement aux appareils numériques soumis aux normes 15.19/RSS-210.) **AVERTISSEMENT** : cet appareil est conforme aux normes fixées par la section 15 de la réglementation FCC et à la norme RSS-210 d'Industrie Canada. Son fonctionnement est soumis aux deux conditions suivantes :
  - 1 Cet appareil ne doit pas provoquer d'interférences ;
  - 2 Cet appareil doit accepter les interférences reçues, y compris les interférences susceptibles d'entraîner un fonctionnement non souhaité.
- (S'applique uniquement aux appareils numériques soumis aux normes 15.21.) **AVERTISSEMENT** : les modifications apportées à cet équipement sans l'accord exprès de (nom du fabricant) peuvent annuler l'autorisation de la FCC concernant l'utilisation de cet équipement.
- (S'applique uniquement aux appareils numériques soumis aux normes 2.1091/2.1093/OET Bulletin 65.) **Informations relatives à l'exposition à un rayonnement à fréquence radioélectrique** : la puissance rayonnée de cet appa-

reil est nettement inférieure aux limites d'exposition aux radiofréquences de la FCC. Cet appareil doit néanmoins être utilisé de manière à minimiser les contacts avec les êtres humains en mode de fonctionnement normal.

- (Concerne les caméras dotées d'un pointeur laser uniquement) Ne dirigez pas le faisceau laser vers les yeux. Il pourrait causer des irritations.
- Pour les modèles équipés d'une batterie uniquement :
  - Ne démontez pas la batterie et n'effectuez aucune modification. Elle est munie de dispositifs de sécurité et de protection qui, s'ils sont endommagés, peuvent provoquer une surchauffe, l'explosion ou l'inflammation de la batterie.
  - En cas de fuite provenant de la batterie, si le liquide entre en contact avec vos yeux, ne les frottez surtout pas. Rincez abondamment à l'eau claire et consultez votre médecin. Le liquide de la batterie peut provoquer des lésions.
  - Arrêtez la recharge de la batterie si le temps de chargement spécifié ne lui suffit pas pour se recharger. Si vous n'interrompez pas le processus, la batterie peut surchauffer et exploser ou prendre feu.
  - Utilisez l'équipement adéquat pour décharger la batterie. Sans quoi vous risquez d'en réduire les performances ou la durée de vie. Ne pas utiliser l'équipement approprié peut également générer une mauvaise circulation du courant dans la batterie. Elle est alors susceptible de surchauffer, d'exploser ou de blesser quelqu'un.
- Lisez toutes les FDS (Fiches de données de sécurité) et les mises en garde présentes sur les récipients avant d'utiliser un liquide. Ces liquides peuvent être dangereux.

---

## ATTENTION

- N'orientez pas la caméra infrarouge (avec ou sans cache objectif) vers des sources d'énergie intenses, telles que des rayonnements laser ou des rayons solaires. Cela peut affecter la précision de la caméra. Le détecteur de la caméra pourrait également être endommagé.
- N'utilisez pas la caméra à une température dépassant +50 °C, sauf indications contraires figurant dans le manuel. Les températures élevées peuvent endommager la caméra.
- (Concerne les caméras dotées d'un pointeur laser uniquement) Protégez le pointeur laser avec le cache protecteur si vous ne l'utilisez pas.
- Pour les modèles équipés d'une batterie uniquement :
  - Ne branchez pas les batteries directement sur la prise allume-cigare d'une voiture : utilisez l'adaptateur spécialement conçu pour raccorder les batteries à un allume-cigare fourni par FLIR Systems.
  - Evitez tout contact entre la borne positive et la borne négative de la batterie, en veillant à ne pas placer d'objet métallique entre elles (par exemple, un fil).
  - Evitez tout contact de la batterie avec de l'eau douce ou salée.
  - Ne perforez pas la batterie. Ne frappez pas la batterie avec un marteau. Ne marchez pas sur la batterie et évitez tout impact ou choc violent.
  - Ne placez pas la batterie à proximité du feu ou au soleil. Lorsque la batterie chauffe, le dispositif de sécurité est activé et interrompt le processus de chargement. Lorsque la batterie chauffe, le dispositif de sécurité peut subir des dommages susceptibles de causer une surchauffe encore plus importante, des dommages ou l'inflammation de la batterie.
  - N'exposez pas la batterie à une flamme ou à une source de chaleur.
  - Ne placez pas la batterie en contact ou à proximité de flammes, d'une étuve ou de tout autre environnement à température élevée.

- N'effectuez aucune soudure directement sur la batterie.
  - N'utilisez pas la batterie si elle dégage une odeur inhabituelle, si elle est chaude, si elle change de couleur ou de forme ou présente une anomalie alors que vous l'utilisez, la chargez ou la stockez. Si vous rencontrez l'un de ces problèmes, veuillez contacter votre fournisseur.
  - Lorsque vous rechargez la batterie, utilisez exclusivement le chargeur prévu à cet effet.
  - La batterie peut être chargée à une température comprise entre 0 et +45 °C sauf indications contraires dans le manuel. Si vous chargez la batterie à une température inférieure à 0°C ou supérieure à 45°C, la batterie peut chauffer ou se fissurer. Les performances ou la durée de vie de la batterie peuvent également s'en trouver réduites.
  - La batterie peut être déchargée à une température comprise entre 15 et +50 °C, sauf indications contraires dans le manuel. L'utilisation de la batterie à des températures se situant en dehors de cet intervalle peut réduire les performances ou la durée de vie de la batterie.
  - Lorsque la batterie est usée, isolez les bornes à l'aide de ruban adhésif ou d'un matériau similaire avant de la jeter.
  - Veuillez à sécher l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'insérer.
  - N'appliquez pas de diluant ni tout autre liquide sur la caméra, les câbles ou autres éléments. Cela peut provoquer des dommages.
  - Nettoyez l'objectif infrarouge avec précaution. L'objectif est doté d'un revêtement anti-reflet fragile.
  - Ne nettoyez pas l'objectif infrarouge trop souvent. Cela peut endommager son revêtement anti-reflet.
  - Dans un four ou dans toute autre application à haute température, vous devez monter un bouclier thermique sur la caméra. Si vous utilisez la caméra dans un four ou dans toute autre application à haute température en l'absence de bouclier thermique, vous risquez d'endommager la caméra.
  - (S'applique uniquement aux caméras dotées d'un obstruteur automatique pouvant être désactivé.) Ne désactivez pas l'obstruteur automatique de la caméra durant une période prolongée (en général, pas plus de 30 minutes). La désactivation de l'obstruteur durant une période prolongée peut être dangereuse et endommager le détecteur de manière irréversible.
  - L'évaluation du boîtier est valide uniquement lorsque toutes les ouvertures de la caméra sont hermétiquement fermées par leur couvercle ou trappe respectifs. Cela inclut, entre autres, les compartiments de stockage de données, les batteries et les connecteurs.
-

---

## 2 Remarques à l'attention des utilisateurs

### Conventions typographiques

---

Le présent manuel utilise les conventions typographiques suivantes :

- Le noms des menus, des commandes, des désignations et des boutons des boîtes de dialogue sont indiqués en **demi-gras**.
- Les informations importantes sont indiquées en *italique*.
- Les exemples de codes sont indiqués par une police Monospace.
- Les LETTRES MAJUSCULES sont utilisées pour les noms et les boutons.

### Forums utilisateur à utilisateur

---

Partagez vos idées, problèmes et solutions infrarouges avec les thermographistes du monde entier via nos forums d'utilisateur à utilisateur. Pour accéder aux forums, rendez-vous sur ce site :

<http://www.infraredtraining.com/community/boards/>

### Étalonnage

---

(Cette remarque ne concerne que les caméras dotées de fonctions de mesure.)

Nous vous recommandons de retourner vos caméras pour un étalonnage une fois par an. Contactez votre revendeur le plus proche pour connaître les modalités d'envoi.

### Précision

---

(Cette remarque ne concerne que les caméras dotées de fonctions de mesure.)

Pour des résultats les plus précis possibles, nous vous recommandons d'attendre 5 minutes après le démarrage de la caméra avant de mesurer la température.

Pour les caméras dont le détecteur est refroidi par un refroidisseur mécanique, cette durée exclut le temps nécessaire au refroidissement du détecteur.

### Mise au rebut des déchets électroniques

10742803.a1



Comme pour la plupart des appareils électroniques, cet équipement doit être mis au rebut de manière à préserver l'environnement et conformément aux réglementations existantes en matière de déchets électroniques.

Pour plus de détails, contactez votre représentant FLIR Systems.

### Formation

---

Pour en savoir plus sur nos formations à la technologie infrarouge, rendez-vous sur le site :

- <http://www.infraredtraining.com>

- <http://www.irtraining.com>
  - <http://www.irtraining.eu>
-

---

# 3 Aide clientèle

## Généralités

---

Pour obtenir de l'aide, accédez au site suivant :

<http://support.flir.com>

---

## Envoi d'une question

Pour envoyer une question à l'aide clientèle, vous devez posséder un compte. Vous pouvez vous inscrire en ligne en quelques minutes. Si vous souhaitez simplement effectuer une recherche dans la base de connaissances, votre inscription n'est pas obligatoire.

Si vous souhaitez envoyer une question, veuillez fournir les informations suivantes :

- Modèle de caméra
  - Numéro de série de la caméra
  - Protocole ou méthode de communication entre la caméra et l'ordinateur (par exemple Ethernet, USB™ ou FireWire™)
  - Système d'exploitation installé sur votre ordinateur
  - Version de Microsoft® Office
  - Nom complet, numéro de publication et numéro de révision du manuel
- 

## Téléchargements

Sur le site d'aide clientèle, les téléchargements suivants sont disponibles :

- Mises à jour du micrologiciel de la caméra infrarouge
  - Mises à jour du logiciel installé sur l'ordinateur
  - Documentation utilisateur
  - Exemples d'applications
  - Publications techniques
-



---

# 4

## Mises à jour de la documentation

---

### Généralités

Nos manuels sont mis à jour plusieurs fois par an et nous publions également régulièrement des notifications de produits essentielles à propos des modifications.

Pour accéder aux derniers manuels et notifications, allez dans l'onglet Download sur :

<http://support.flir.com>

Vous pouvez vous inscrire en ligne en quelques minutes. Dans la zone de téléchargement, vous trouverez également les dernières publications des manuels pour nos autres produits, ainsi que les manuels de nos produits historiques et obsolètes.

---

---

# 5

## Remarque importante concernant ce manuel

---

### Généralités

FLIR Systems publie des manuels génériques adaptés pour plusieurs caméras d'une même gamme de modèles.

Cela signifie que ce manuel contient des descriptions et des explications susceptibles de ne pas concerner votre modèle de caméra.

---

### REMARQUE

FLIR Systems se réserve le droit d'interrompre certains modèles, logiciels, accessoires, certaines pièces ou tout autre composant, ou d'en modifier les spécifications et/ou les fonctionnalités à tout moment et sans préavis.

---

---

# 6 Liste des pièces

## 6.1 *Portée de la livraison*

- Caméra infrarouge comprenant un objectif
- Mallette de transport robuste
- Batterie (2\*)
- Chargeur de batterie\*
- Casque\* Bluetooth
- Certificat d'étalonnage
- Brochure Téléchargements
- CD-ROM du logiciel FLIR Tools
- Dragonne
- Cache d'objectif
- Carte mémoire
- Câble d'alimentation, multiprises incluses
- Guide de démarrage (version imprimée)
- Guide imprimé d'informations importantes
- Brochure Service et formation
- Câble USB
- CD-ROM de la documentation utilisateur
- Câble vidéo
- Carte d'extension de garantie ou carte d'inscription

\* Selon le modèle de la caméra/configuration du client.

---

**REMARQUE:** FLIR Systems se réserve le droit d'interrompre la fabrication de certains modèles de produits, de pièces, d'accessoires, ou de tout autre composant, ou d'en modifier les spécifications à tout moment et sans préavis.

---

## 6.2 *Liste des accessoires et des services*

- 1196497 Kit adaptateur allume-cigare, 12 VCC ; 1,2 m.
- 1196960 Objectif infrarouge, f = 10 mm, 45° mallette incluse
- 1196961 Objectif infrarouge, f = 30 mm, 15° mallette incluse
- 1910423 Câble USB Std A <-> mini-B
- 1910582 Câble vidéo
- APP-10000 FLIR Viewer (application iPad/iPhone)
- DSW-10000 FLIR IR Camera Player
- ITC-ADV-3011 ITC Bâtiment avancé – capacité, 1 pers.
- ITC-ADV-3019 ITC Bâtiment avancé – groupe de 10 pers.
- ITC-ADV-3021 ITC Cours avancé de thermographie générale – capacité, 1 pers.
- ITC-ADV-3029 ITC Cours avancé de thermographie générale – groupe de 10 pers.

- ITC-CER-5101 ITC Cours de thermographie Niveau 1 – capacité, 1 pers.
- ITC-CER-5105 ITC Cours de thermographie Niveau 1 – étudiant supplémentaire au cours sur site, 1 pers.
- ITC-CER-5109 ITC Cours de thermographie Niveau 1 – groupe de 10 pers.
- ITC-CER-5201 ITC Cours de thermographie Niveau 2 – capacité, 1 pers.
- ITC-CER-5205 ITC Cours de thermographie Niveau 2 – étudiant supplémentaire au cours sur site, 1 pers.
- ITC-CER-5209 ITC Cours de thermographie Niveau 2 – groupe de 10 pers.
- ITC-EXP-1001 ITC Formation d'une journée – capacité, 1 pers.
- ITC-EXP-1009 ITC Formation d'une journée – groupe de 10 pers. max.
- ITC-EXP-1011 ITC Formation courte d'introduction à la thermographie – capacité, 1 pers. (1 journée)
- ITC-EXP-1019 ITC Formation courte d'introduction à la thermographie – forfait 10 pers. (1 journée)
- ITC-EXP-1021 ITC Formation interne – extension de capacité, 1 pers. (par jour)
- ITC-EXP-1029 ITC Formation interne – groupe de 10 pers. max. (par jour)
- ITC-EXP-2001 ITC Formation de 2 jours – capacité, 1 pers.
- ITC-EXP-2009 ITC Formation de 2 jours – groupe de 10 pers. max.
- ITC-EXP-2011 ITC Formation courte à la thermographie des bâtiments – capacité, 1 pers. (2 jours)
- ITC-EXP-2019 ITC Formation courte à la thermographie des bâtiments – forfait 10 pers. (2 jours)
- ITC-EXP-2061 ITC Formation courte CVC et plomberie – capacité, 1 pers. (2 jours)
- ITC-EXP-2069 ITC Formation courte CVC et plomberie – groupe de 10 pers. max. (2 jours)
- ITC-EXP-3001 ITC Formation de 3 jours – capacité, 1 pers.
- ITC-EXP-3009 ITC Formation de 3 jours – groupe de 10 pers. max.
- ITC-SOW-0001 ITC Formation logicielle – capacité, 1 pers. (par jour)
- ITC-SOW-0009 ITC Formation logicielle – groupe de 10 pers. max. (par jour)
- T127100 Pare-soleil
- T197717 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional
- T197717L10 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional, 10 licences
- T197717L5 FLIR Reporter 8.5 SP3, Professional, 5 licences
- T197752 Batterie
- T197771 Casque Bluetooth
- T197778 FLIR BuildIR 2.1
- T197778L10 FLIR BuildIR 2.1, 10 licences
- T197778L5 FLIR BuildIR 2.1, 5 licences
- T197926 Adaptateur pour trépied
- T197935 Mallette de transport Exx
- T197965 FLIR Tools
- T198125 Chargeur de batterie, bloc d'alimentation avec multiprises inclus Exx

- T199837 Extension de garantie de un an pour la série Exx
- T199839 Maintenance générale de la série Exx
- T910737 Carte mémoire micro-SD avec adaptateurs
- T910814 Câble d'alimentation, multiprises incluses
- T910972 EX845 Pince ampérométrique + Thermomètre IR TRMS 1000A CA/CC
- T910973 MO297 : Hydromètre sans contact à mémoire

---

**REMARQUE:** FLIR Systems se réserve le droit d'interrompre la fabrication de certains modèles de produits, de pièces, d'accessoires, ou de tout autre composant, ou d'en modifier les spécifications à tout moment et sans préavis.

---

---


# 7

## Guide de démarrage rapide

---

### Procédure

Pour une prise en main rapide, procédez comme suit :

1	Introduisez une batterie dans le compartiment.
2	Chargez la batterie pendant 4 heures avant le tout premier démarrage de la caméra ou attendez que le voyant DEL vert d'état de la batterie s'allume en continu.
3	Insérez une carte mémoire dans un logement de carte.
4	Appuyez sur le bouton  pour allumer la caméra.
5	Orientez la caméra vers l'objet cible.
6	Réglez la mise au point en tournant la bague de mise au point.
7	Appuyez complètement sur le déclencheur pour enregistrer directement l'image.
8	Pour déplacer l'image vers un ordinateur, effectuez l'une des opérations suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Retirez la carte mémoire et insérez-la dans un lecteur de carte branché sur un ordinateur.</li><li>■ Branchez un ordinateur à la caméra à l'aide d'un câble USB mini-B.</li></ul>
9	Déplacez l'image de la carte ou de la caméra en effectuant un glisser-déposer.

### REMARQUE

Vous pouvez également déplacer les images vers l'ordinateur à l'aide de FLIR Tools, livré avec votre caméra. FLIR Tools permet d'analyser les images et de créer des rapports au format PDF.

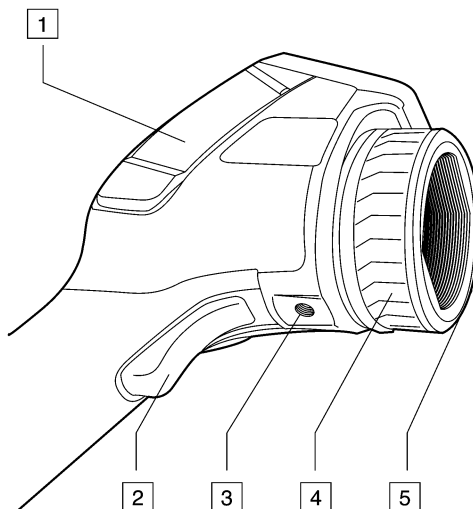
---

# 8 Composants de la caméra

## 8.1 Vue de droite

Figure

T638786.a1



### Explication

Ce tableau explique la figure ci-dessus :

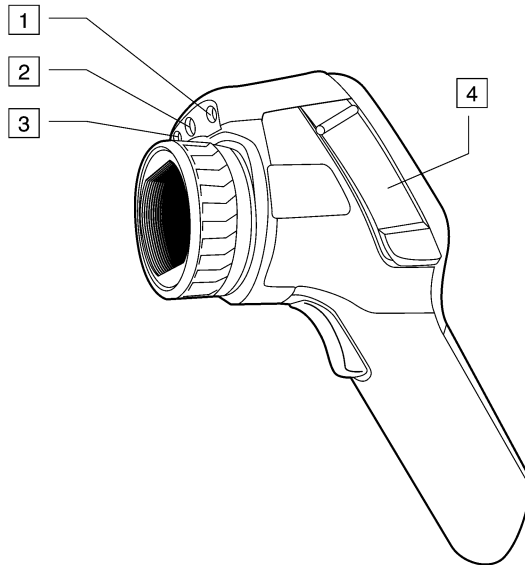
1	Couvercle du compartiment des connecteurs de droite : <ul style="list-style-type: none"><li>■ USB-A.</li><li>■ USB mini-B.</li><li>■ Alimentation.</li></ul> <p><b>Remarque :</b> il existe deux modèles de couvercles, l'un en plastique rigide et l'autre en caoutchouc souple. Cette image ainsi que les suivantes dans le manuel montrent le modèle en plastique rigide.</p>
2	Déclencheur pour afficher un aperçu/enregistrer des images.
3	Montage du trépied. Nécessite un adaptateur (accessoire supplémentaire).
4	Bague de mise au point.
5	Objectif infrarouge.

## 8.2

### Vue de gauche

Figure

T638790:a1



#### Explication

Ce tableau explique la figure ci-dessus :

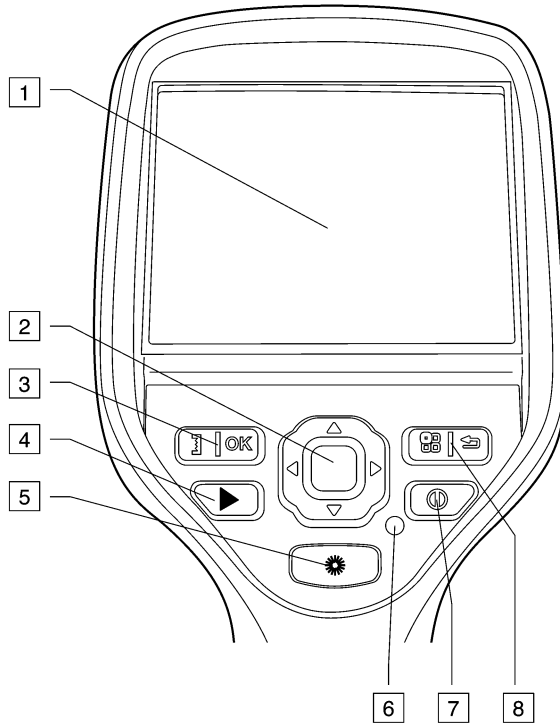
1	Pointeur laser.
2	Lampe pour la caméra numérique.
3	Caméra numérique.
4	Couvercle des connecteurs et supports de stockage : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Carte mémoire.</li><li>■ Sortie vidéo.</li></ul>



## 8.3 LCD et pavé de navigation

Figure

T638787.a2



### Explication

Ce tableau explique la figure ci-dessus :

1	Écran tactile LCD.
2	Pavé de navigation.
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bouton pour confirmer votre choix.</li> <li>▪ Bouton pour basculer entre le mode de réglage automatique et le mode de réglage manuel.</li> </ul>
4	Bouton Images archivées.
5	Bouton d'actionnement du pointeur laser.
6	Indicateur d'alimentation.
7	Bouton Marche/Arrêt.

<b>8</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Bouton pour afficher le menu.</li><li>▪ Bouton Précédent.</li></ul>
----------	---

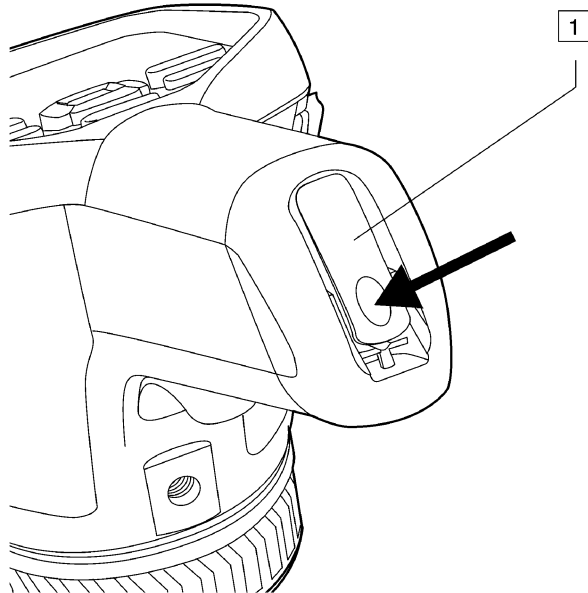
---

## 8.4

## Vue du dessous

Figure

T638785:a3



Explication

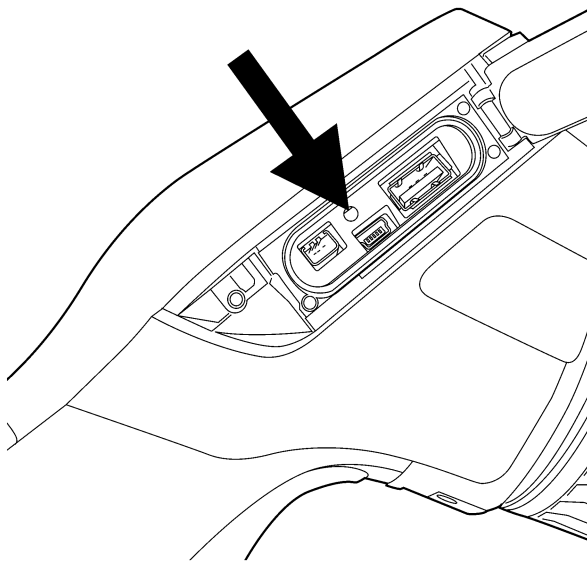
Ce tableau explique la figure ci-dessus :

- |   |   |
|---|---|
| 1 | Poussez le loquet pour ouvrir le couvercle du compartiment réservé à la batterie. |
|---|---|

## 8.5 Voyant DEL d'état de la batterie

Figure

T638791:a1



### Explication

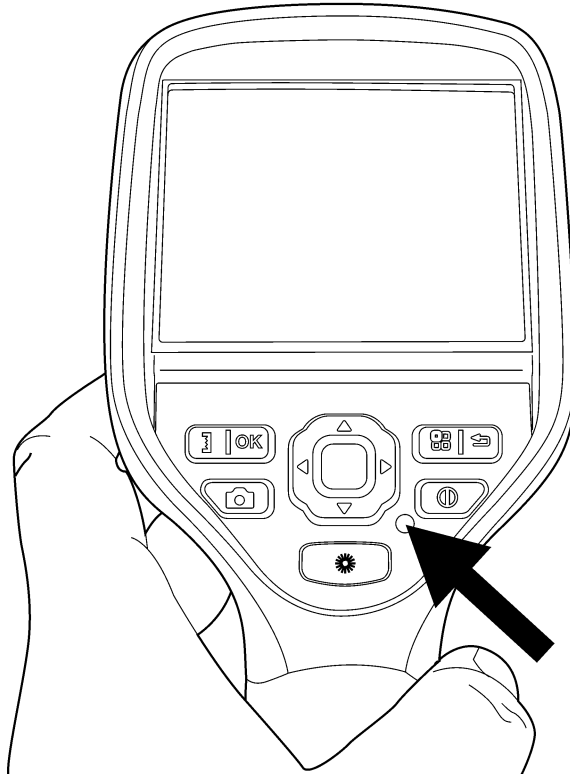
Ce tableau décrit le voyant DEL d'état de la batterie :

Type de signal	Signification
Le voyant DEL vert clignote 2 fois par seconde.	La batterie est en cours de chargement.
Le voyant DEL vert est continuellement allumé.	La batterie est chargée.

## 8.6 Voyant DEL d'alimentation

Figure

T638781.a1



### Explication

Ce tableau décrit le voyant DEL d'alimentation :

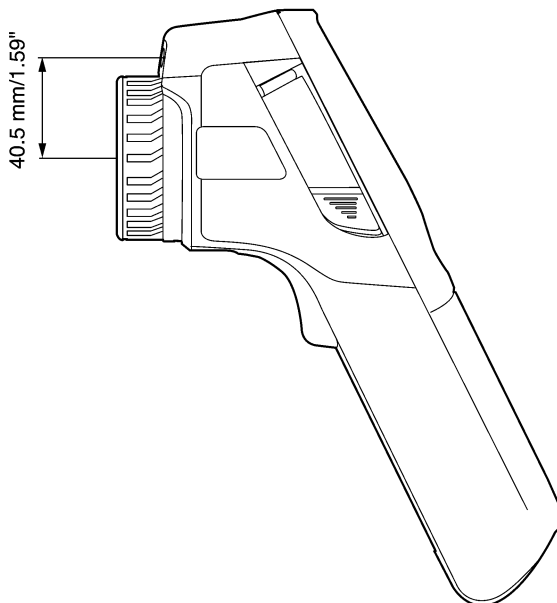
Type de signal	Signification
Le voyant DEL est éteint.	La caméra est éteinte.
Le voyant DEL est bleu.	La caméra est allumée.

## 8.7 Pointeur laser

**Généralités** La caméra est équipée d'un pointeur laser. Lorsque le pointeur laser est activé, un point laser apparaît sur la cible.


**Figure** Cette figure indique la différence de position du pointeur laser et du centre optique de l'objectif infrarouge :

T638771:a1



**AVERTISSEMENT** Ne dirigez pas le faisceau laser vers les yeux. Il pourrait causer des irritations.

**REMARQUE**

- Le symbole  s'affiche à l'écran lorsque le pointeur laser est activé.
- Le pointeur laser n'est peut-être pas adapté pour tous les marchés.

**Vignette de mise en garde (laser)** Une vignette de mise en garde laser contenant les informations suivantes est fixée à la caméra :



**Réglementations  
laser**

Longueur d'onde : 635 nm. Puissance de sortie maximum : 1 mW.

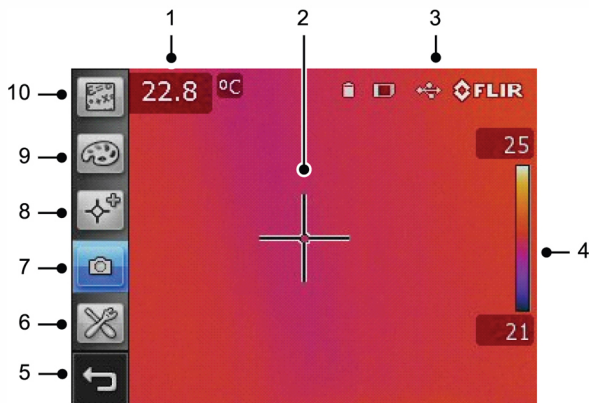
Ce produit est conforme aux normes 21 CFR 1040.10 et 1040.11 à l'exception des écarts décrits dans Laser Notice N°50, du 24 juin 2007.

---

# 9 Éléments de l'écran

Figure

T638713:a4



## Explication

Ce tableau explique la figure ci-dessus :

1	Tableau de résultats de mesure.
2	Outils de mesure (par exemple, point de mesure).
3	Icônes d'état et de mode.
4	Échelle de température.
5	Bouton Précédent.
6	Mode configuration (caméra, vidéo, paramètres)
7	Mode (caméra infrarouge, caméra numérique, fusion thermique, PiP (Picture in Picture)).
8	Outils de mesure.
9	Palettes de couleurs.
10	Paramètres de mesure.

Figure

Touchez l'écran pour afficher le menu.



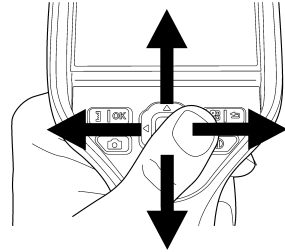
---

# 10 Navigation dans le système de menus

Figure

T638777.a1

T638780.a1



---

## Explication

La figure ci-dessus montre deux manières de parcourir les menus de votre caméra :

- En utilisant un doigt pour parcourir les menus (à gauche).
  - En utilisant le pavé de navigation pour parcourir les menus (à droite).
-

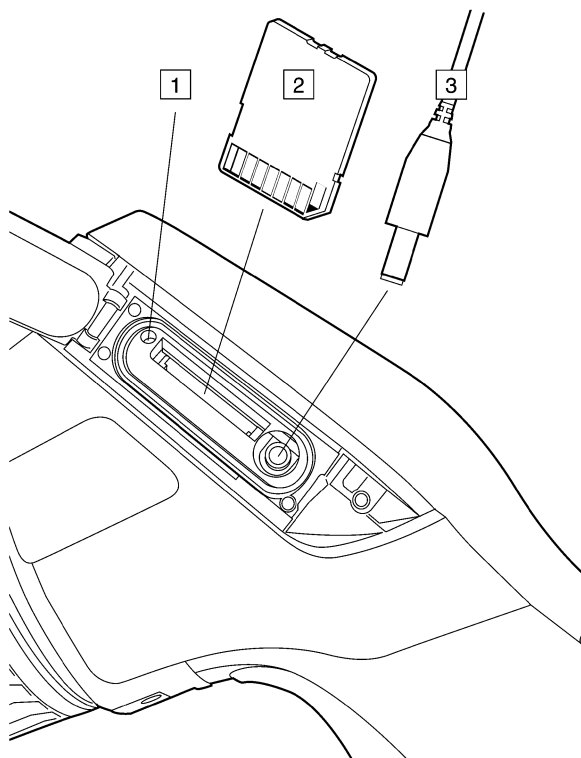
---

# 11 Connexion des périphériques externes et des supports de stockage

---

Figure

T638789,a4



---

## Explication

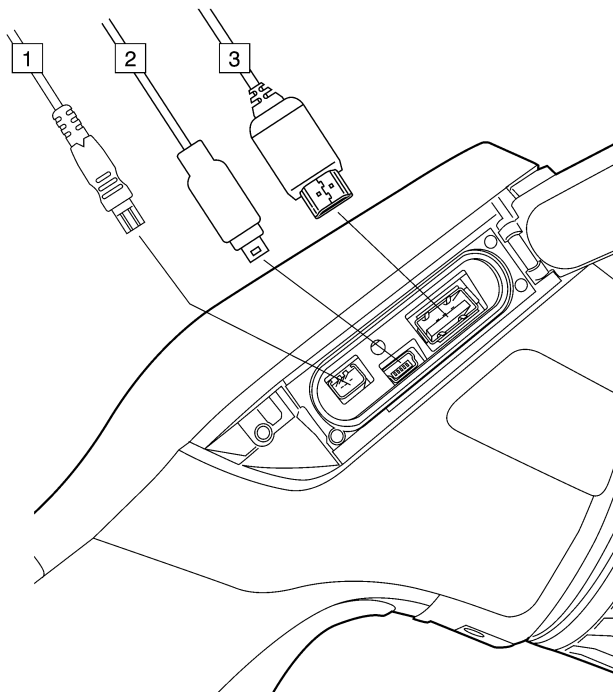
Ce tableau explique la figure ci-dessus :

1	Indicateur précisant si la carte mémoire est en cours d'utilisation. <b>Re-marque</b> : ne retirez pas la carte mémoire lorsque cet indicateur est allumé.
2	Carte mémoire (carte SD)
3	Câble vidéo.

---

Figure

T638788:a1



Explication

Ce tableau explique la figure ci-dessus :

1	Câble d'alimentation.
2	Câble USB mini-B (connecte la caméra à un ordinateur).
3	Câble USB-A (pour brancher la caméra à un périphérique externe, ex. : une clé USB).

---


# 12 Association de périphériques Bluetooth

## Généralités

Avant de pouvoir utiliser un périphérique Bluetooth avec la caméra, vous devez associer les deux périphériques.

## Procédure

Procédez comme suit :

1	Accédez à  (Mode) et choisissez <b>Configuration</b> .
2	Cliquez sur l'onglet <b>Connectivité</b> .
3	Activer <b>Bluetooth</b> . <b>Remarque</b> : Vous devez aussi activer la connectivité Bluetooth sur l'appareil externe.
4	Sélectionnez <b>Ajouter périphérique Bluetooth</b> .
5	Sélectionnez <b>Rechercher les périphériques Bluetooth</b> et patientez jusqu'à ce que les appareils disponibles soient affichés. Ceci prendra environ 15 secondes.
6	Lorsqu'un appareil Bluetooth est détecté, sélectionnez l'appareil pour l'ajouter. L'appareil est maintenant prêt à être utilisé.

## REMARQUE

- Vous pouvez ajouter plusieurs appareils.
  - Vous pouvez retirer un appareil ajouté en sélectionnant l'appareil, puis en sélectionnant **Supprimer**.
  - Après avoir ajouté un appareil MeterLink, comme le Extech MO297 ou EX845, les résultats de l'appareil de mesure apparaîtront dans le tableau des résultats de mesure.
  - Après avoir ajouté un casque Bluetooth, il est prêt à être utilisé dans le mode aperçu de la caméra.
  - Vous pouvez aussi ajouter des valeurs d'image en direct issues d'appareils MeterLink dans le mode aperçu.
-

# 13

## Configuration du Wi-Fi

### Généralités



Selon la configuration de votre caméra, vous pouvez connecter la caméra à un réseau local sans fil (WLAN) en utilisant le Wi-Fi, ou laisser la caméra fournir un accès Wi-Fi à un autre appareil.

Vous pouvez connecter la caméra de deux façons différentes :

- *Technique plus commune* : configurer une connexion d'égal à égal (aussi appelée connexion *homologue* ou *P2P*). Cette méthode est essentiellement utilisée avec d'autres appareils, comme un iPhone ou un iPad.
- *Technique moins commune* : connecter la caméra sur un réseau local sans fil (WLAN).


### Configurer une connexion d'égal à égal (*technique plus commune*)


Procédez comme suit :

1	Accédez à  (Mode) et choisissez <b>Configuration</b> .
2	Cliquez sur l'onglet <b>Connectivité</b> .
3	Sous <b>Wi-Fi</b> , sélectionnez <b>Connecter l'appareil</b> .
4	Sélectionnez <b>Paramètres du Wi-Fi</b> .
5	Saisissez les valeurs pour les paramètres suivants : <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>SSID</b> (le nom du réseau).</li><li>■ <b>Canal</b> (le canal sur lequel émet l'autre appareil).</li><li>■ <b>Chiffrement</b> (l'algorithme de chiffrement, ex. : Aucun ou WEP).</li><li>■ <b>Clé</b> (la clé d'accès au réseau).</li><li>■ <b>Adresse</b> (l'adresse IP du réseau).</li><li>■ <b>Passerelle</b> (l'adresse IP de la passerelle du réseau).</li></ul> <p><b>Remarque</b> : ces paramètres sont établis pour le réseau de votre caméra. Ils sont utilisés par l'appareil externe pour établir une connexion au réseau.</p>
6	Appuyez sur  pour confirmer le choix.

### Connexion de la caméra à un réseau local sans fil (*technique moins commune*)

Procédez comme suit :

1	Accédez à  (Mode) et choisissez <b>Configuration</b> .
2	Cliquez sur l'onglet <b>Connectivité</b> .
3	Sous <b>Wi-Fi</b> , sélectionnez <b>Connexion WLAN</b> .
4	Sélectionnez <b>Paramètres du Wi-Fi</b> .
5	Sélectionnez l'un des réseaux disponibles.  Les réseaux protégés par mot de passe sont identifiés à l'aide d'une icône en forme de cadenas et nécessitent une clé d'accès.

<b>6</b>	Appuyez sur  pour confirmer le choix.
----------	--

**REMARQUE**

Certains réseaux n'émettent pas leur présence. Pour vous connecter à un réseau de ce genre, sélectionnez **Ajouter manuellement** et configurez manuellement tous les paramètres de ce réseau.


---

---

# 14 Manipulation de la caméra

## 14.1 *Mise sous tension de la caméra*


---

Procédure Pour allumer la caméra, appuyez sur le bouton , puis relâchez-le.

---

## 14.2 *Mise hors tension de la caméra*

---

Procédure Pour éteindre la caméra, appuyez sur le bouton  pendant plus de 0,2 seconde.

---

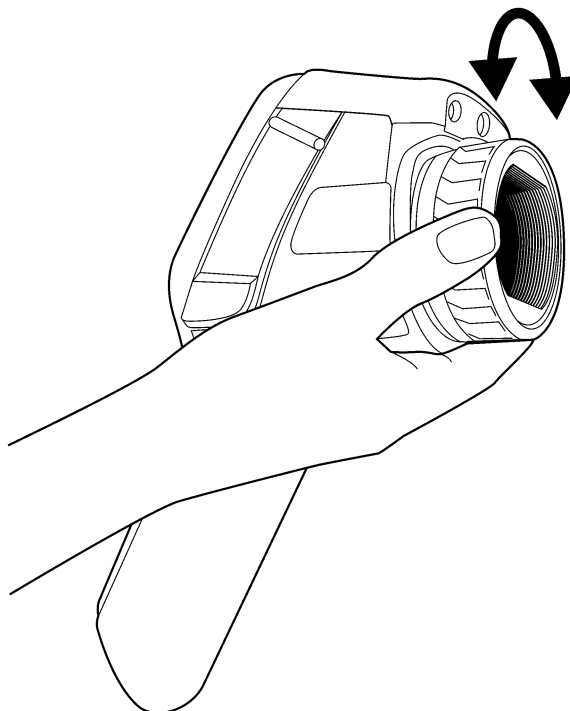
## 14.3 Réglage manuel de la mise au point de la caméra infrarouge

### REMARQUE

- Ne touchez pas la surface de l'objectif lors du réglage manuel de la mise au point de la caméra infrarouge. Si vous touchez par mégarde la surface de l'objectif, nettoyez-la en suivant les instructions contenues dans la section 23.2 – Objectif infrarouge à la page 67.
- 

### Figure

T638779.a1



### Procédure

Effectuez l'une des opérations suivantes :

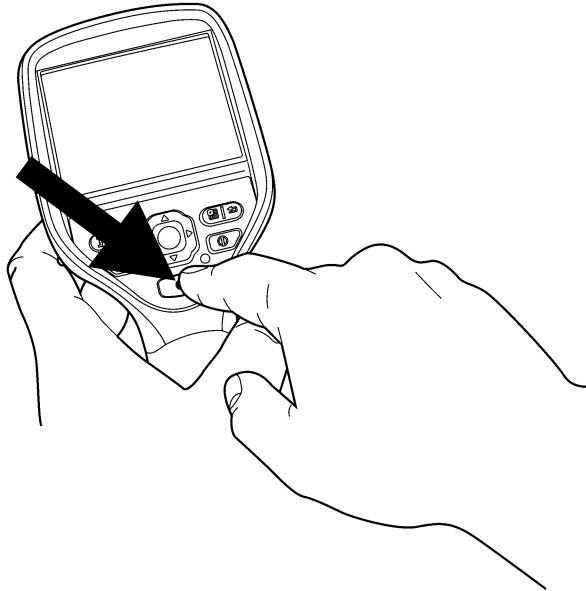
- Pour une mise au point éloignée, faites tourner la bague de mise au point dans le sens horaire (en faisant face à l'écran tactile LCD).
  - Pour une mise au point rapprochée, faites tourner la bague de mise au point dans le sens contre-horaire (en faisant face à l'écran tactile LCD).
-



## 14.4 Actionnement du pointeur laser

Figure

T638778.a1



### Procédure

Pour actionner le pointeur laser, procédez comme suit :

1	Pour activer le pointeur laser, appuyez sur le bouton laser en le maintenant enfoncé.
2	Pour désactiver le pointeur laser, relâchez le bouton laser.

### REMARQUE

- Un indicateur d'avertissement s'affiche sur l'écran lorsque le pointeur laser est activé.
- La position du point laser est indiquée sur l'image infrarouge (selon le modèle de la caméra).

---

# 15 Traitement des images

## 15.1 Sauvegarder une image

---

**Généralités** Vous pouvez enregistrer directement une image, sans la visualiser préalablement.

---

**Capacité d'image** Ce tableau contient des informations sur le nombre *approximatif* d'images infrarouge (IR) et caméra numérique (DC) pouvant être sauvegardées sur des cartes mémoire :

Taille de carte	IR uniquement	IR + DC	IR + DC + Annotation vocale de 30 secondes
1 Go	5500	850	600
2 Go	11 000	1700	1200


---

**Conventions de nom** La convention d'appellation des images est IR\_xxxx.jpg, où xxxx est un compteur unique.

---

**Procédure** Pour enregistrer directement une image, appuyez sur le déclencheur, puis relâchez.

---

**REMARQUE** Vous pouvez changer la fonction du déclencheur sous  (Mode) > Configuration > Préférences. Cette fonction peut être configurée sur l'un des choix suivants :

- Aperçu/Enregistrer (appui bref = Aperçu ; appui prolongé = Enregistrer)
- Enregistrer directement (paramètre par défaut)
- Aperçu systématique

---

---

## 15.2 Aperçu d'une image

---

### Généralités

Vous pouvez afficher un aperçu d'une image infrarouge (infrarouge seul, fusion, PiP (Picture in Picture)) ou d'une photo numérique avant de la sauvegarder sur une carte mémoire. Cette fonction permet de voir si l'image ou la photo contient les informations souhaitées avant sa sauvegarde.

En mode aperçu, vous pouvez également traiter l'image et l'annoter avant de la sauvegarder, pour simplifier la génération de rapport.


---

### Procédure

Pour afficher l'aperçu d'une image, appuyez brièvement sur le déclencheur, puis relâchez. (Il ne s'agit pas du paramètre par défaut de la caméra, vous devez donc modifier le comportement du bouton. Voir les instructions ci-dessous.)

---

### REMARQUE

Vous pouvez changer la fonction du déclencheur sous  (Mode) > Configuration > Préférences. Cette fonction peut être configurée sur l'un des choix suivants :

- Aperçu/Enregistrer (appui bref = Aperçu ; appui prolongé = Enregistrer)
  - Enregistrer directement (paramètre par défaut)
  - Aperçu systématique
-





## 15.3 Ouvrir une image

### Généralités

Lorsque vous sauvegardez une image, elle est mémorisée dans la carte mémoire. Pour afficher à nouveau l'image, ouvrez la à partir de la carte.

### Procédure


Pour ouvrir une image, procédez comme suit :

<b>1</b>	Appuyez sur  .
<b>2</b>	Appuyez sur les boutons droite/gauche ou haut/bas du pavé de navigation pour sélectionner l'image que vous souhaitez visualiser.
<b>3</b>	Appuyez sur  . Ceci affichera l'image à sa pleine taille.
<b>4</b>	<p>Effectuez l'une des actions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pour éditer l'image affichée, appuyez sur le bouton , ce qui commandera l'ouverture d'un menu.</li> <li>▪ Déplacez le joystick vers la gauche/la droite pour afficher l'image précédente/suivante.</li> <li>▪ Appuyez sur  pour revenir à la vue d'ensemble des images.</li> </ul>

## 15.4 Ajustement d'une image infrarouge

### Généralités

Une image infrarouge peut être ajustée *automatiquement* ou *manuellement*. Utilisez

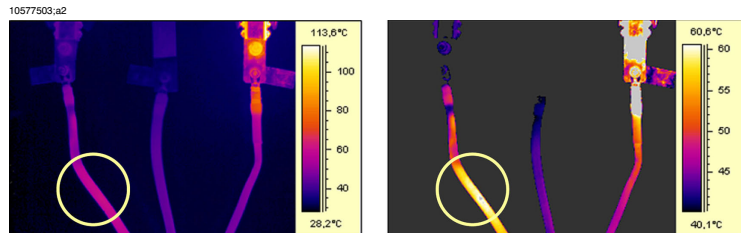
le bouton  pour basculer entre ces deux modes. Cela fonctionne seulement en mode réel, et non en mode aperçu/archive.

### Exemple 1

Cette figure illustre deux images infrarouges de connexions de câbles. Dans l'image de gauche, le câble de gauche est difficile à analyser correctement en réglage automatique. Vous pouvez analyser le câble de gauche en détail si vous

- modifiez le niveau d'échelle de température ;
- modifiez le gain d'échelle de température.

L'image de gauche a été réglée automatiquement. Les niveaux de température minimum et maximum de l'image de droite ont été modifiés pour des niveaux proches des températures de l'objet. Vous pouvez constater les modifications des niveaux de température en observant l'échelle de température située à droite de chaque image.



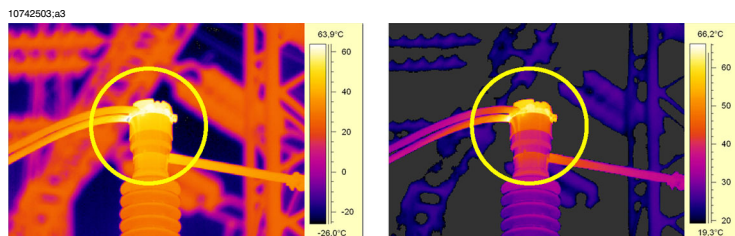
A (automatic)

M (manual)

Exemple 2

Cette figure montre deux images infrarouges d'un isolateur de ligne électrique.

Dans l'image de gauche, le ciel froid et la structure de la ligne électrique ont été enregistrés à une température minimale de  $-26,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $-14,8^{\circ}\text{F}$ ). Les niveaux de température minimum et maximum de l'image de droite ont été ajustés à des valeurs proches de celles de l'isolateur. De cette manière, les variations de température de l'isolateur sont plus faciles à analyser.






A (automatic)

M (manual)



### Modification du niveau d'échelle de température

Pour modifier le niveau d'échelle de température, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  .
2	Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner  (Manuel).
3	Pour modifier le niveau de l'échelle, appuyez sur les boutons haut/bas du pavé de navigation.
4	(Étape facultative) Effectuez l'une des actions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Appuyez sur le joystick pour réaliser une séquence de réglage instantané.</li> <li>■ Appuyez de nouveau sur  et sélectionnez <b>Auto</b> pour revenir au mode automatique.</li> </ul>

### Modification du gain d'échelle de température

Pour modifier le gain d'échelle de température, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  .
2	Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner  (Manuel).
3	Pour modifier le gain d'échelle, appuyez sur les boutons gauche/droite du pavé de navigation.





## 15.5 Modification de la palette

### Généralités

Vous pouvez modifier la palette de couleurs que la caméra utilise pour afficher différentes températures. L'utilisation d'une palette différente peut simplifier l'analyse d'une image.

### Procédure

Pour modifier la palette, procédez comme suit :




1	Appuyez sur  pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
3	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
4	Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner une palette différente.
5	Appuyez sur  .



## 15.6 Suppression d'une image

**Généralités** Vous pouvez supprimer une ou plusieurs images.

**Procédure** Pour supprimer une image, procédez comme suit :




<b>1</b>	Appuyez sur  .
<b>2</b>	Appuyez sur les boutons haut/bas ou gauche/droite du pavé de navigation pour sélectionner l'image que vous souhaitez supprimer.
<b>3</b>	Appuyez sur  pour afficher l'image.
<b>4</b>	Appuyez sur  pour afficher un menu.
<b>5</b>	Dans le menu, sélectionnez <b>Supprimer</b> et confirmez votre choix.

**REMARQUE** Notez que toutes les images du même groupe, comme les photos numériques, seront supprimées au même moment.

## 15.7 *Suppression de toutes les images*

**Généralités** Vous pouvez supprimer toutes les images.

**Procédure** Pour supprimer une image, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  .
2	Appuyez sur les boutons haut/bas ou gauche/droite du pavé de navigation pour sélectionner une image.
3	Appuyez sur  pour afficher l'image.
4	Appuyez sur  pour afficher un menu.
5	Dans le menu, sélectionnez <b>Supprimer tout</b> et confirmez votre choix.




## 15.8 Création d'un rapport PDF dans la caméra

### Généralités

Vous pouvez créer un rapport PDF dans la caméra. Vous pouvez ensuite transférer le rapport PDF dans un ordinateur, iPhone ou iPad en utilisant l'application FLIR Viewer, et envoyer le rapport à un client.

### Procédure

Procédez comme suit pour créer un rapport PDF :

1	Appuyez sur  .
2	Appuyez sur les boutons haut/bas ou gauche/droite du pavé de navigation pour sélectionner une image.
3	Appuyez sur  pour afficher l'image.
4	Appuyez sur  pour afficher un menu.
5	<p>Dans le menu, sélectionnez <b>Créer une page de rapport</b>.</p> <p>Ceci affichera un menu à partir duquel vous pouvez modifier l'une des opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ En-tête.</li> <li>■ Pied de page.</li> <li>■ Logo. (L'emplacement du logo doit être /report/logo/ sur la carte mémoire. Le format de fichier doit être *.jpg. La largeur maximale doit être de 134 pixels au format de page A4 et de 139 pixels au format de page Lettre US.)</li> </ul>
6	Dans le menu, sélectionnez <b>Créer une page de rapport</b> .

---

# 16 Utilisation des modes d'image PiP (Picture in Picture) et fusion thermique

---

**Qu'est-ce que picture-in-picture ?** Picture-in-picture est semblable à fusion thermique puisqu'elle permet d'afficher une partie d'une photo numérique sous forme d'image infrarouge.

Toutefois, picture-in-picture affiche une image infrarouge au-dessus d'une photo numérique.

---

**Qu'est-ce que la fusion thermique ?** La fusion thermique est la fonction qui permet d'afficher une partie d'une photo numérique sous forme d'image infrarouge.

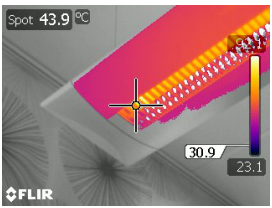
Par exemple, vous pouvez régler la caméra pour afficher toutes les zones d'une image ayant une certaine température en infrarouge, et toutes les autres zones sous forme de photo numérique.


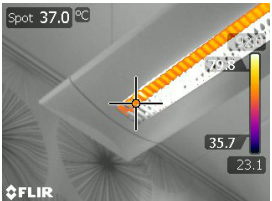
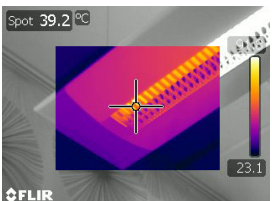
---

**Types** Selon le modèle de la caméra, jusqu'à quatre types sont disponibles. Il s'agit de :

- **Supérieur** : toutes les zones de la photo numérique correspondant à une température supérieure à la température sélectionnée s'affichent sous forme infrarouge.
  - **Inférieur** : toutes les zones de la photo numérique correspondant à une température inférieure à la température sélectionnée s'affichent sous forme infrarouge.
  - **Intervalle** : toutes les zones de la photo numérique correspondant à une température comprise entre deux températures sélectionnées s'affichent sous forme infrarouge.
  - **PiP (Picture in Picture)** : une image infrarouge s'affiche sur la photo numérique.
- 




**Exemples d'image** Ce tableau décrit les quatre types :

Type de fusion	Image
Supérieur	 The image shows a thermal fusion of a scene. A color scale on the right indicates temperatures from 23.1°C (blue) to 53.9°C (red). A spot measurement shows 43.9°C. The FLIR logo is visible in the bottom left corner.

Type de fusion	Image
Inférieur	
Intervalle	
PiP (Picture in Picture)	







Procédure pour configurer picture-in-picture

Procédez comme suit :

<b>1</b>	Appuyez sur   pour afficher le menu.
<b>2</b>	Dans le menu, sélectionnez  . Un sous-menu s'affiche alors.
<b>3</b>	Dans le sous-menu, sélectionnez <b> PiP (Picture in Picture)</b> . Un cadre d'image infrarouge s'affichera au-dessus d'une photo numérique. Vous pourrez alors déplacer et redimensionner le cadre d'image à l'aide de l'écran tactile LCD.

Procédure pour configurer la fusion thermique

Procédez comme suit :

<b>1</b>	Appuyez sur  pour afficher le menu.
<b>2</b>	Dans le menu, sélectionnez  . Un sous-menu s'affiche alors.
<b>3</b>	Dans le sous-menu, sélectionnez <b>Fusion thermique</b> .
<b>4</b>	Appuyez sur  .
<b>5</b>	<p>Pour changer la portion d'infrarouge dans l'image, effectuez l'une des opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Déplacez le joystick vers la gauche/droite pour sélectionner , puis déplacez le joystick vers le haut/bas pour changer le niveau de température minimale.</li> <li>■ Déplacez le joystick vers la gauche/droite pour sélectionner , puis déplacez le joystick vers le haut/bas pour changer le niveau de température maximale.</li> <li>■ Déplacez le joystick vers la gauche/droite pour sélectionner , puis déplacez le joystick vers le haut/bas pour changer les niveaux maximal et minimal de température au même moment, et vers la gauche/droite pour changer le gain de température.</li> </ul>

**REMARQUE**

L'utilisation de la fusion thermique en *mode manuel* est décrite ci-dessus.

Lors de l'utilisation de la fusion thermique en *mode automatique*, les niveaux de température pour la fusion thermique sont basés sur les niveaux de température dans le *cadre de visée* affiché au milieu de l'image.

---

# 17 Utilisation des outils de mesure





## 17.1 Définition des outils de mesure : points, zones, etc.

---

**Généralités** Un ou plusieurs outils de mesure (par exemple, un point de mesure ou une boîte) permettent de mesurer une température.

---

**Procédure** Procédez comme suit pour définir un outil de mesure :

1	Appuyez sur  ou touchez l'écran pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
3	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
4	Utilisez le pavé de navigation pour vous rendre à un outil de mesure.
5	Appuyez sur  . L'outil de mesure s'affiche alors.

---



## 17.2 Définition d'un outil de mesure : isothermes






### Généralités

La commande isotherme applique une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température supérieure, inférieure ou comprise entre deux températures données.

L'utilisation des isothermes est une bonne méthode pour la détection facile d'anomalies dans une image infrarouge.

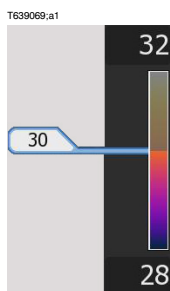
### Procédure

Procédez comme suit définir un isotherme :

1	Appuyez sur  ou touchez l'écran pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
3	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
4	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
5	Appuyez sur  . Un sous-menu s'affiche alors.

- 6 Dans le sous-menu, sélectionnez l'une des options suivantes :
- **Supérieur.** Ceci appliquera une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température supérieure d'un ou plusieurs niveaux de température donnés.
  - **Inférieur.** Ceci appliquera une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température inférieure d'un ou plusieurs niveaux de température donnés.
  - **Intervalle.** Ceci appliquera une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température entre deux ou plusieurs niveaux de température donnés.
  - **Humidité.** Ceci appliquera une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température inférieure à un seuil calculé selon les paramètres d'humidité.
  - **Isolation.** Ceci appliquera une couleur de contraste à tous les pixels situés à une température inférieure à un seuil calculé selon les paramètres d'isolation.

Un marqueur s'affiche alors dans l'échelle de température. Pour modifier le niveau de température, toucher et glisser le marqueur vers le haut/bas. Voir l'image ci-dessous.



## 17.3 Déplacement ou redimensionnement d'un outil de mesure

### Généralités







Vous pouvez déplacer ou redimensionner un outil de mesure.

### REMARQUE

- Cette procédure suppose que vous avez préalablement défini un outil de mesure à l'écran.
- Vous pouvez également déplacer et redimensionner l'outil de mesure en vous servant de votre doigt directement sur l'écran tactile LCD.

### Procédure

Pour déplacer ou redimensionner un outil de mesure, procédez comme suit :







1	Appuyez sur   ou touchez l'écran pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  (Outils).
3	Appuyez sur  OK pour afficher un sous-menu.
4	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  (Régler les outils).
5	Appuyez sur  OK et sélectionnez l'outil de mesure que vous souhaitez déplacer ou redimensionner.
6	Utilisez le pavé de navigation pour déplacer ou redimensionner l'outil de mesure.

## 17.4 Création et configuration d'un calcul de différence

**Généralités** Un calcul de différence fournit la différence entre les valeurs de deux résultats de mesure donnés.

**REMARQUE** Cette procédure suppose que vous avez préalablement défini au moins deux outils de mesure à l'écran.

**Procédure** Pour créer et configurer un calcul de différence, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  ou touchez l'écran pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  (Outils).
3	Appuyez sur  OK pour afficher un sous-menu.
4	Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner  (Ajouter différence).
5	Appuyez sur  OK. Un boîte de dialogue s'affiche alors, dans laquelle vous pouvez sélectionner les outils de mesure que vous voulez utiliser lors du calcul de différence.
6	Appuyez sur  OK. Les résultats du calcul de différence s'affiche alors dans le tableau de résultats.

## 17.5 *Modification des paramètres objet*

### Généralités

Pour des mesures précises, vous devez définir les paramètres de l'objet.

### Types de paramètres

La caméra peut utiliser les paramètres objet suivants :

- **Emissivité** : quantité de rayonnement émise par un objet par rapport au rayonnement d'un objet de référence théorique ayant la même température (appelé "corps noir"). Le contraire de l'émissivité est le pouvoir de réflexion. L'émissivité détermine la quantité de rayonnement qui provient de l'objet (par opposition aux rayonnements réfléchis par l'objet).
- **Température réfléchie** : permet de compenser le rayonnement de l'environnement, réfléchi par l'objet vers la caméra. Cette propriété de l'objet est appelée pouvoir de réflexion.
- **Distance de l'objet** : distance qui sépare la caméra et l'objet en question.
- **Température atmosphérique** : température de l'air entre la caméra et l'objet en question.
- **Humidité relative** : humidité relative de l'air entre la caméra et l'objet en question.
- **Compensation fenêtre IR externe** : température des fenêtres de protection, etc., installées entre la caméra et l'objet en question. Si aucune fenêtre de protection ou cache protecteur n'est utilisé, cette valeur n'est pas pertinente et devrait demeurer inactive.





### Valeurs recommandées

Si vous ne connaissez pas les valeurs, nous vous conseillons les suivantes :

Distance de l'objet	1,0 m
Emissivité	0,95
Humidité relative	50 %
Température apparente réfléchie	+20 °C
Température atmosphérique	+20 °C

Procédure

Procédez comme suit pour modifier les paramètres objet :

<b>1</b>	Appuyez sur  ou touchez l'écran pour afficher le menu.
<b>2</b>	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
<b>3</b>	Appuyez sur  pour afficher une boîte de dialogue.
<b>4</b>	Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner et modifier le paramètre objet.
<b>5</b>	Appuyez sur  . Ceci fermera la boîte de dialogue.

REMARQUE

Parmi les paramètres décrits ci-dessus, l'*émissivité* et la *température apparente réfléchie* sont les deux paramètres les plus importants à bien définir sur la caméra.

Sujets reliés

Pour des informations détaillées sur les paramètres et le mode de définition approprié de l'émissivité et de la température apparente réfléchie, reportez-vous à la section 29 – Techniques de mesure thermographique à la page 98.

---

# 18 Recherche des données des appareils de mesure externes Extech

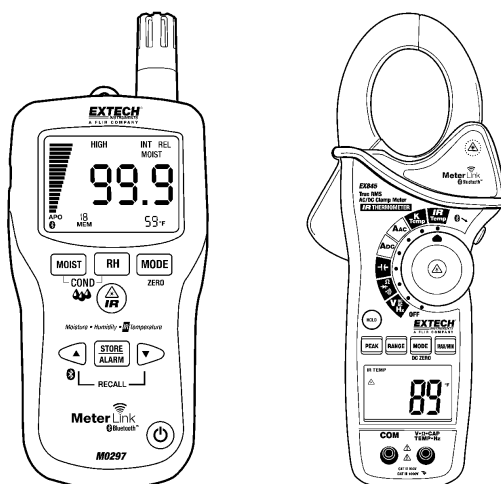
## Généralités

Vous pouvez rechercher les données d'un appareil de mesure externe Extech et les fusionner avec le tableau de résultats de l'image infrarouge.

---

## Figure

T638370:a1



---

## Appareils de mesure Extech pris en charge

- Extech Moisture Meter MO297
- Extech Clamp Meter EX845

---

## Appareils de mesure Extech pris en charge

support@extech.com

Ce support technique traite uniquement les demandes relatives aux appareils de mesure Extech. Afin d'obtenir un support technique pour les caméras infrarouges, consultez le site <http://support.flir.com>.

---

## REMARQUE

- Cette procédure suppose que vous avez associé les périphériques Bluetooth et configuré la fonction du bouton Enregistrer sur Aperçu/Enregistrer.
- Pour plus d'informations sur les produits Extech Instruments, reportez-vous au site Web <http://www.extech.com/instruments/>.

Procédure

Procédez comme suit :

<b>1</b>	Allumez la caméra.
<b>2</b>	Allumez l'appareil de mesure Extech.
<b>3</b>	Dans l'appareil de mesure, activez le mode Bluetooth. Reportez-vous au manuel de l'appareil de mesure pour obtenir plus d'informations sur cette procédure.
<b>4</b>	Dans l'appareil de mesure, sélectionnez les unités de mesure que vous souhaitez utiliser (tension, courant, résistance, etc.). Reportez-vous au manuel du capteur pour obtenir plus d'informations sur cette procédure.  Les résultats de l'appareil de mesure s'afficheront désormais automatiquement dans le tableau de résultats situé dans le coin supérieur gauche de l'écran de la caméra infrarouge.
<b>5</b>	Effectuez l'une des actions suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Pour afficher une image en mode aperçu, appuyez sur le bouton Aperçu/Enregistrer. Vous pouvez alors ajouter des valeurs supplémentaires. Pour ce faire, prenez une nouvelle mesure avec l'appareil de mesure et sélectionnez <b>Ajouter</b> sur l'écran de la caméra infrarouge.</li> <li>■ Pour enregistrer une image sans la prévisualiser, appuyez sur le bouton Aperçu/Enregistrer en le maintenant enfoncé.</li> <li>■ (Selon le modèle de la caméra) Pour ajouter une valeur à une image rappelée, allumez l'appareil de mesure après avoir rappelé l'image, puis sélectionnez <b>Ajouter</b> sur l'écran de la caméra infrarouge. Vous pouvez ajouter jusqu'à huit valeurs, mais notez que certaines valeurs sont réparties sur deux lignes.</li> </ul>



## 18.1 Procédures typiques de mesures d'humidité et de documentation

**Généralités** La procédure suivante peut servir de référence pour les autres procédures utilisant les appareils de mesure Extech et les caméras infrarouges.

**Procédure** Procédez comme suit :

<b>1</b>	La caméra infrarouge vous permet de détecter les zones humides derrière les murs et les plafonds.
<b>2</b>	L'humidimètre vous permet de déterminer le niveau d'humidité selon les différents emplacements suspects qui ont été découverts.
<b>3</b>	Lorsque vous avez repéré un endroit particulièrement intéressant, enregistrez le relevé d'humidité dans la mémoire de l'hydromètre. Puis, identifiez l'endroit à l'aide d'une empreinte manuelle ou d'un autre marqueur d'identification thermique.
<b>4</b>	Sélectionnez à nouveau le relevé dans la mémoire de l'appareil de mesure. L'hydromètre transmet désormais en continu ce relevé à la caméra infrarouge.
<b>5</b>	La caméra vous permet de prendre une image thermique de la zone avec le marqueur d'identification. Les données stockées dans l'hydromètre seront également enregistrées sur l'image.

# 19 Utilisation des isothermes

## 19.1 Isothermes de bâtiment

### Généralités

La caméra est équipée d'isothermes spécialement conçues pour les bâtiments. Votre caméra peut déclencher ces différents types d'isothermes :

- **Humidité** : Se déclenche lorsqu'un outil de mesure détecte une surface dont l'humidité relative dépasse la valeur prédéfinie.
- **Isolation** : Se déclenche en présence d'un défaut d'isolation dans un mur.

### A propos de l'isotherme Humidité

Pour détecter les zones où l'humidité relative est inférieure à 100 %, vous pouvez utiliser l'isotherme **Humidité**, qui vous permet de définir l'humidité relative au-dessus de laquelle l'isotherme colorisera l'image.







### A propos de l'isotherme Isolation

L'isotherme **Isolation** détecte les zones risquant de présenter un défaut d'isolation dans le bâtiment. L'alarme se déclenche lorsque le niveau d'isolation (appelé index thermique dans la caméra) descend en dessous de la valeur prédéfinie de perte d'énergie à travers un mur.

Chaque code de bâtiment recommande des valeurs différentes pour le niveau d'isolation. Toutefois, les valeurs les plus courantes sont comprises entre 60 et 80 % pour les bâtiments neufs. Reportez-vous à votre code national pour plus de précisions.







### Configuration d'une alarme d'humidité

Procédez comme suit :

1	Appuyez sur  pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
3	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
4	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
5	Appuyez sur  . Un sous-menu s'affiche alors.
6	Dans le sous-menu, sélectionnez <b>Humidité</b> . Une boîte de dialogue s'affiche alors, dans laquelle vous pouvez établir les paramètres nécessaires. <ul style="list-style-type: none"><li>■ <b>Température atmosphérique</b>: la température atmosphérique actuelle.</li><li>■ <b>Humidité relative</b>: l'humidité relative actuelle.</li><li>■ <b>Limite de l'humidité relative</b>: le niveau d'humidité relative auquel l'alarme doit se déclencher. À 100 %, l'humidité devient un ruissellement d'eau.</li></ul>
7	Appuyez sur  . La configuration est complétée, et une isotherme s'affichera quand les paramètres seront atteints.

### Configuration d'une alarme d'isolation

Procédez comme suit :

1	Appuyez sur  pour afficher le menu.
2	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
3	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
4	Le pavé de navigation vous permet de vous rendre à  .
5	Appuyez sur  . Un sous-menu s'affiche alors.
6	<p>Dans le sous-menu, sélectionnez <b>Isolation</b>. Une boîte de dialogue s'affiche alors, dans laquelle vous pouvez établir les paramètres nécessaires.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Température extérieure:</b> la température extérieure actuelle.</li> <li>▪ <b>Température intérieure:</b> la température intérieure actuelle.</li> <li>▪ <b>% index thermique:</b> le niveau d'isolation, un nombre entier compris entre 0 et 100 %.</li> </ul>
7	<p>Appuyez sur .</p> <p>La configuration est complétée, et une isotherme s'affichera quand les paramètres seront atteints.</p>

## Généralités

---

Cette section décrit la marche à suivre pour sauvegarder des informations supplémentaires avec une image infrarouge au moyen d'annotations.

Les annotations accroissent les performances de la création de rapports et du traitement en fournissant des informations importantes sur l'image, telles que les conditions, des photos et des informations sur le lieu de prise d'une image.

---

## 20.1 Capture d'une photo numérique

### Généralités






Lors de la sauvegarde d'une image infrarouge, vous pouvez également prendre une photo numérique de l'objet qui vous intéresse. La photo numérique est groupée automatiquement avec l'image infrarouge, ce qui simplifie le traitement et la création de rapports.

### REMARQUE

Cette procédure suppose que la caméra n'est pas configurée pour prendre une photo numérique au même moment que l'image infrarouge.

### Procédure

Procédez comme suit :

<b>1</b>	Assurez-vous que la caméra est configurée pour générer un aperçu des images avant leur sauvegarde. Dans le cas contraire, utilisez le joystick pour accéder à  (Mode) > Configuration >  (Préférences) > Bouton Enregistrer.
<b>2</b>	Pour afficher l'aperçu d'une image infrarouge, appuyez brièvement sur le déclencheur, puis relâchez.
<b>3</b>	Sélectionnez l'option  à l'aide du pavé de navigation.
<b>4</b>	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
<b>5</b>	Sélectionnez l'option <b>Photo de la caméra numérique</b> à l'aide du pavé de navigation.
	Appuyez sur  pour prendre la photo numérique. La photo numérique sera ajoutée à un « groupe » et associée à l'image infrarouge dans l'archive d'images, de même que lors du déplacement des fichiers de la caméra vers un logiciel de rapport sur l'ordinateur.

## 20.2 Création d'une annotation vocale












### Généralités

Une annotation vocale est un enregistrement audio stocké dans un fichier image infrarouge.

L'annotation vocale est enregistrée à l'aide d'un casque microphone Bluetooth. L'enregistrement peut être lu sur la caméra ainsi que dans le logiciel d'analyse et de rapport d'images de FLIR Systems.

### Procédure

Pour créer une annotation vocale, procédez comme suit :

<b>1</b>	Assurez-vous que la caméra est configurée pour générer un aperçu des images avant leur sauvegarde. Dans le cas contraire, utilisez le joystick pour accéder à  (Mode) > Configuration >  (Préférences) > Bouton Enregistrer.
<b>2</b>	Pour obtenir un aperçu d'une image, appuyez sur le déclencheur.
<b>3</b>	Sélectionnez l'option  à l'aide du pavé de navigation.
<b>4</b>	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
<b>5</b>	Dans le sous-menu, sélectionnez Voix.
<b>6</b>	<p>Effectuez une ou plusieurs des opérations suivantes et appuyez sur le joystick pour confirmer chaque sélection. Certains boutons possèdent plusieurs fonctions.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pour lancer un enregistrement, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour interrompre momentanément un enregistrement et le reprendre, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour arrêter un enregistrement, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour écouter un enregistrement, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour interrompre momentanément l'écoute d'une annotation vocale, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour se placer au début d'un enregistrement, sélectionnez .</li> <li>▪ Pour supprimer un enregistrement, déplacez le joystick vers la gauche/droite ou vers le haut/bas, puis sélectionnez .</li> <li>▪ Pour enregistrer un enregistrement, sélectionnez <b>Enregistrer</b>.</li> </ul>





## 20.3 Création d'un texte

### Généralités

Un texte est groupé avec un fichier image. Cette fonction permet d'annoter des images en saisissant du texte libre. Ce texte peut ensuite être révisé.

### Procédure

Pour créer un texte, procédez comme suit :

1	Assurez-vous que la caméra est configurée pour générer un aperçu des images avant leur sauvegarde. Dans le cas contraire, utilisez le joystick pour accéder à  (Mode) > Configuration >  (Préférences) > Bouton Enregistrer.
2	Pour obtenir un aperçu d'une image, appuyez sur le déclencheur.
3	Sélectionnez l'option  à l'aide du pavé de navigation.
4	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
5	Dans le sous-menu, sélectionnez Texte. Le clavier qui s'affiche à l'écran permet de saisir le texte à enregistrer.
6	Cliquez sur OK.

### REMARQUE

Pour sélectionner des caractères spéciaux, maintenez appuyée la touche correspondante du clavier virtuel.

## 20.4 Création d'une table

### Généralités

Une table s'apparente à un formulaire dans lequel vous ajoutez des libellés et des valeurs sur l'élément que vous inspectez. Voici un exemple :

Etiquette (exemples)	Valeur (exemples)
Company	Company A Company B Company C
Building	Workshop 1 Workshop 2 Workshop 3
Section	Room 1 Room 2 Room 3
Equipment	Tool 1 Tool 1 Tool 3
Recommendation	Recommendation 1 Recommendation 2 Recommendation 3





Cette fonction est particulièrement utile lorsque vous sauvegardez des informations sur une image en cas d'inspection d'un nombre important d'objets similaires. Les annotations de texte évitent le remplissage manuel de formulaires ou de protocoles d'inspection.

### REMARQUE


- Cette procédure suppose que la caméra n'est configurée pour ajouter automatiquement une annotation texte.
- Pour sélectionner des caractères spéciaux, maintenez appuyée la touche correspondante du clavier virtuel.

### Procédure

Procédez comme suit :

1	Assurez-vous que la caméra est configurée pour générer un aperçu des images avant leur sauvegarde. Dans le cas contraire, utilisez le joystick pour accéder à  (Mode) > Configuration >  (Préférences) > Bouton Enregistrer.
2	Pour obtenir un aperçu d'une image, appuyez sur le déclencheur.
3	Sélectionnez l'option  à l'aide du pavé de navigation.
4	Appuyez sur  pour afficher un sous-menu.
5	Dans le sous-menu, sélectionnez <b>Tableau</b> .



6	<div data-bbox="394 155 1052 561"> </div> <p>Dans cette boîte de dialogue, vous pouvez effectuer l'une des opérations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Utilisez un modèle de table existant ou créez-en un.</li> <li>■ Créer un nouveau champ.</li> <li>■ Saisissez de nouvelles valeurs de texte pour les champs.</li> </ul> <p>La table sera ajoutée à un <i>groupe</i> et associée à l'image infrarouge dans l'archive d'images, de même que lors du déplacement des fichiers de la caméra vers un logiciel de rapport sur l'ordinateur.</p>
7	<p>(Les étapes 6 à 9 expliquent comment ajouter des valeurs à des libellés existants.)</p> <p>Utilisez le pavé de navigation pour sélectionner un libellé dans la liste (ex. : Emplacement ou Objet).</p>
8	<p>Appuyez sur  <b>OK</b> pour afficher une boîte de dialogue.</p>
9	<p>Dans ce dialogue, suivez les instructions suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sélectionnez l'une des descriptions prédéfinies (ex. : moteur ou conduit).</li> <li>■ Cliquez sur <b>Nouveau</b> pour créer une nouvelle description.</li> <li>■ Cliquez sur <b>Modifier</b> pour modifier une description prédéfinie.</li> <li>■ Cliquez sur <b>Supprimer</b> pour supprimer une description prédéfinie.</li> </ul>
10	<p>Cliquez sur OK.</p>

---

# 21 Enregistrement de clips vidéo

---



## Généralités

Vous pouvez enregistrer des clips vidéo non radiométriques infrarouges ou visuels. Dans ce mode, la caméra peut être considérée comme une caméra vidéo numérique ordinaire.

Les clips vidéo peuvent être lus dans Microsoft Windows Media Player. Toutefois, il ne sera pas possible d'extraire les informations radiométriques de ces clips.

## Procédure

Pour enregistrer des clips vidéo non radiométriques infrarouges ou visuels, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  pour afficher le menu.
2	Utilisez le joystick pour accéder à  (Mode), puis sélectionnez Vidéo.
3	Procédez comme suit : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Pour débiter un enregistrement, appuyez brièvement sur le bouton Aperçu/Enregistrer, puis relâchez.</li><li>■ Pour interrompre un enregistrement, appuyez brièvement sur le bouton Aperçu/Enregistrer, puis relâchez.</li></ul>
4	Lorsque l'enregistrement est interrompu, une barre d'outils s'affiche et vous permet de procéder à une ou plusieurs des tâches suivantes : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Enregistrer l'enregistrement.</li><li>■ Annuler l'enregistrement.</li><li>■ Lire l'enregistrement.</li><li>■ Ajouter annotation texte.</li><li>■ Ajoutez une table.</li></ul>

---

## 22

# Modification des paramètres

### Généralités






De nombreux paramètres de la caméra peuvent être modifiés :

- Réglages de la caméra, comme l'intensité d'affichage, la gestion de l'énergie, la calibration de l'écran tactile et les réglages par défaut.
- Préférences, comme les réglages des annotations et superpositions.
- Connectivité, comme les réglages Wi-Fi et Bluetooth.
- Réglages régionaux, comme la langue, la date et l'heure, les formats de date et d'heure et les unités de température et de distance.

Cette section contient aussi des informations non modifiables de la caméra, comme le numéro de série, la version du micrologiciel et le niveau d'alimentation de la batterie.

### Procédure

Pour modifier les paramètres, procédez comme suit :

1	Appuyez sur  pour afficher le menu.
2	Utilisez le pavé de navigation pour accéder à  (Mode), puis sélectionnez <b>Configuration</b> .
3	Appuyez sur  . Ceci affichera une boîte de dialogue.
4	Procédez comme suit : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Utilisez le pavé de navigation pour basculer entre les onglets et pour aller de haut en bas dans les onglets.</li><li>■ Utilisez le bouton  pour modifier le réglage sélectionné.</li><li>■ Utilisez le bouton  pour confirmer vos choix.</li></ul>

---

# 23

# Nettoyage de la caméra

## 23.1

## *Boîtier de caméra, câbles et autres pièces*

---

### Liquides

Utilisez un de ces liquides :

- Eau chaude
  - Détergent doux
- 

### Equipement

Tissu doux

---

### Procédure

Procédez comme suit :

1	Trempez le tissu dans le liquide.
2	Essorez-le pour en éliminer l'excédent de liquide.
3	Nettoyez la pièce à l'aide du tissu.

---

### ATTENTION

N'appliquez pas de diluant ni tout autre liquide sur la caméra, les câbles ou autres éléments. Cela peut provoquer des dommages.

---

## 23.2 Objectif infrarouge

**Liquides** Utilisez un de ces liquides :

- alcool isopropylique (96 %).
- Liquide de nettoyage d'objectifs vendu dans le commerce et contenant plus de 30 % d'alcool isopropylique.

**Equipement** Ouate

**Procédure** Procédez comme suit :

1	Imbibez le coton de liquide.
2	Essorez le coton pour en éliminer l'excédent de liquide.
3	Nettoyez l'objectif une seule fois et jetez le coton.

**AVERTISSEMENT** Lisez toutes les FDS (Fiches de données de sécurité) et les mises en garde présentes sur les récipients avant d'utiliser un liquide. Ces liquides peuvent être dangereux.

**ATTENTION**

- Nettoyez l'objectif infrarouge avec précaution. L'objectif est doté d'un revêtement anti-reflet fragile.
- Ne nettoyez pas l'objectif infrarouge trop souvent. Cela peut endommager son revêtement anti-reflet.

## 23.3 *Détecteur infrarouge*

---

**Généralités** La moindre poussière sur le détecteur infrarouge peut sérieusement endommager la qualité de l'image. Pour supprimer toute poussière du détecteur, appliquez la procédure ci-après.

---

**REMARQUE**

- Cette section concerne uniquement les caméras dont le détecteur infrarouge apparaît lorsque vous retirez l'objectif.
- Dans certains cas, il n'est pas possible de supprimer la poussière en suivant cette procédure : il faut nettoyer le détecteur infrarouge mécaniquement. Ce nettoyage mécanique doit être effectué par un partenaire de service agréé.

---

**ATTENTION** Dans l'étape 2 ci-après, n'utilisez pas de l'air pressurisé de circuits d'air pneumatique dans un atelier, etc., car généralement, cet air contient de la vapeur d'huile pour lubrifier les outils pneumatiques.

---

**Procédure** Procédez comme suit :

<b>1</b>	Retirez l'objectif de la caméra.
<b>2</b>	Utilisez de l'air pressurisé d'absorbeur d'air comprimé pour supprimer la poussière.

---

---

## 24 Données techniques

Pour les données techniques, reportez-vous au catalogue des données techniques du manuel du CD-ROM livré avec la caméra.

Des données techniques sont également disponibles sur le site <http://support.flir.com>.

---

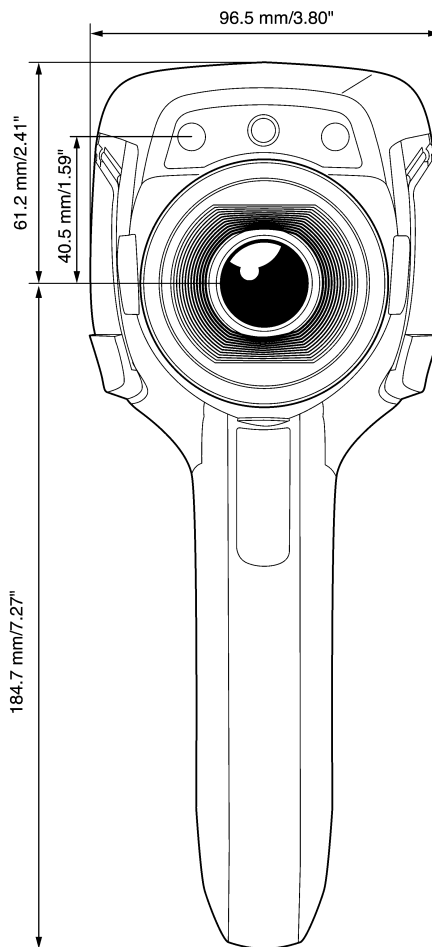
# 25 Illustrations

## 25.1 *Dimensions de la caméra, vue de face (1)*

---

Figure

T638765:a1



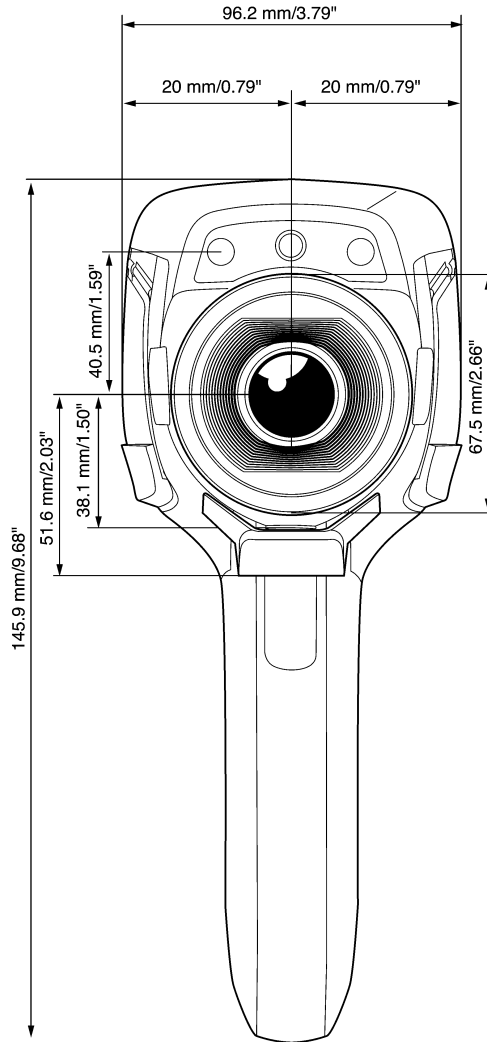


## 25.2

*Dimensions de la caméra, vue de face (2)*

Figure

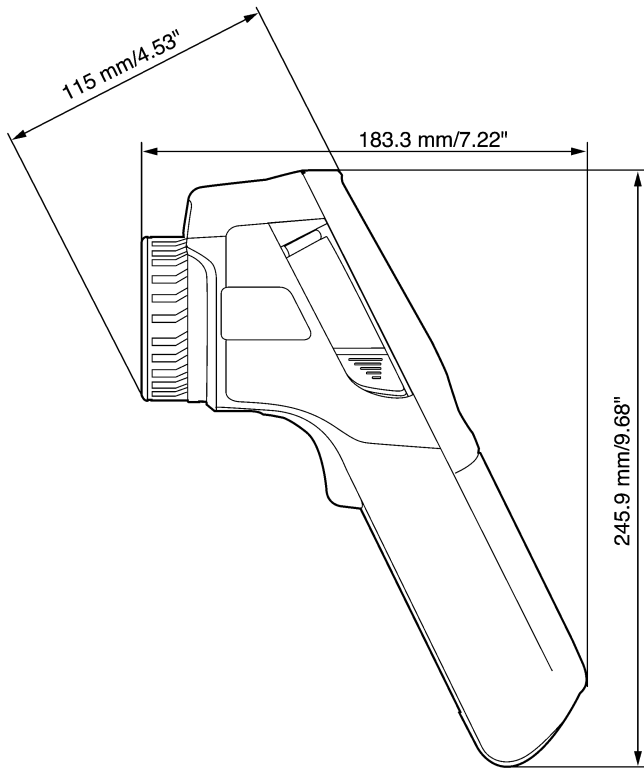
T638766.a1



## 25.3 Dimensions de la caméra, vue de côté (1)

Figure

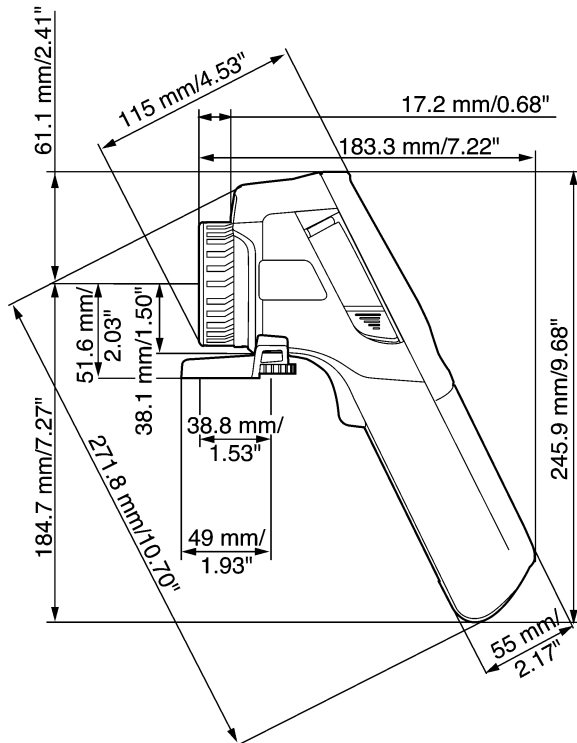
T638772.a1



## 25.4 Dimensions de la caméra, vue de côté (2)

Figure

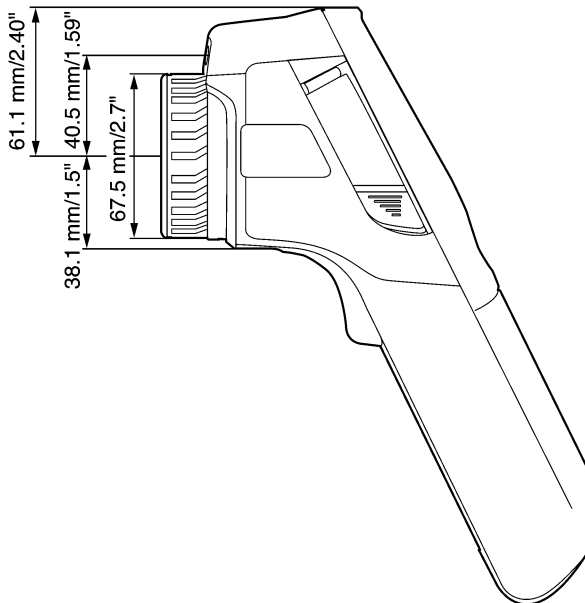
T638773.a1



## 25.5 Dimensions de la caméra, vue de côté (3)

Figure

T638774.a1

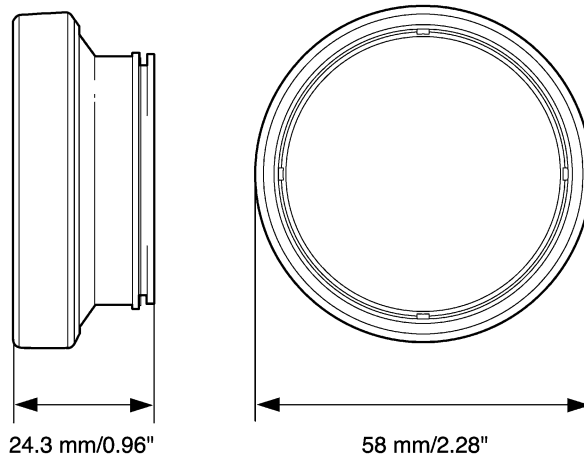


25.6

*Objectif infrarouge (30 mm/15°)*

Figure

10762503.a1



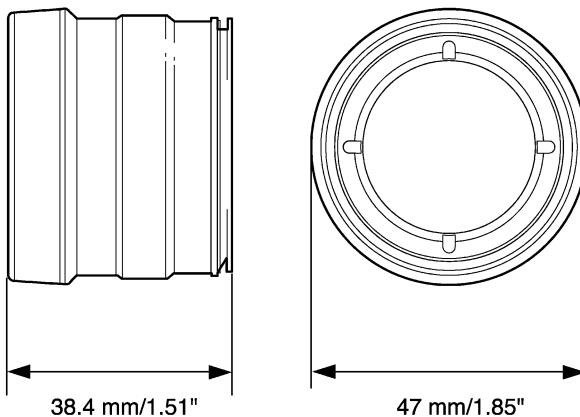
---

## 25.7 *Objectif infrarouge (10 mm/45°)*

---

Figure

10762403.a1



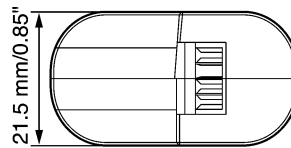
---

## 25.8 Batterie (1)

---

Figure

T638782:a1



---

REMARQUE

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'insérer.

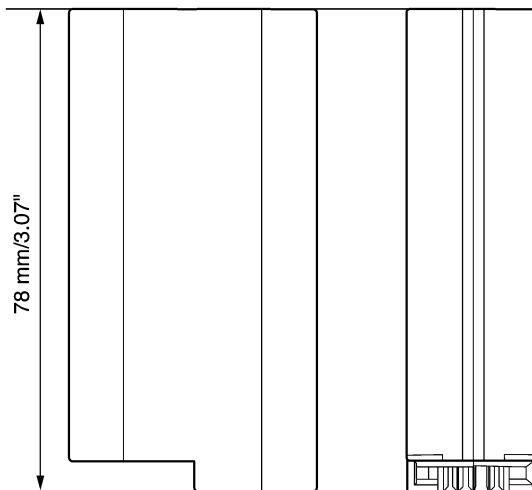
---

## 25.9 Batterie (2)

---

Figure

T638783.a1



---

**REMARQUE**

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'insérer.

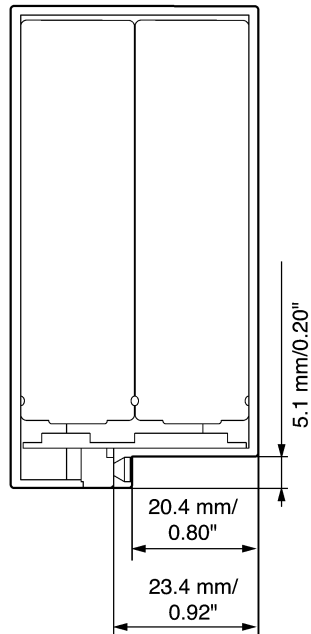
---



## 25.10 Batterie (3)

Figure

T638784.a1



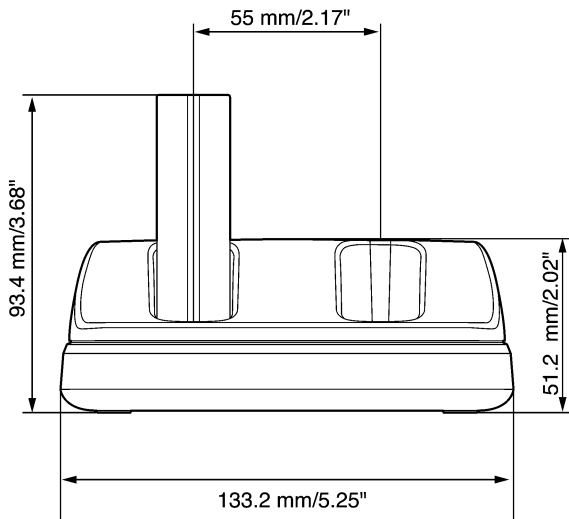
### REMARQUE

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'insérer.

## 25.11 Chargeur de batterie (1)

Figure

T638767.a1



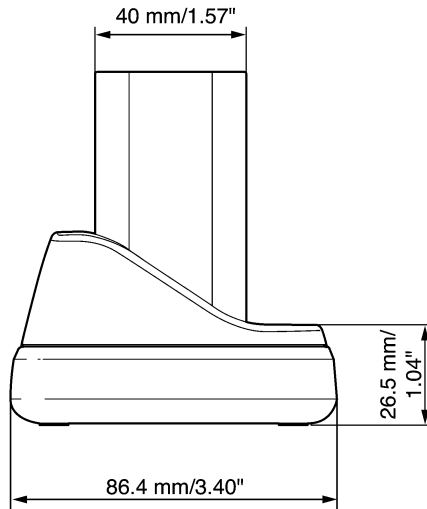
**REMARQUE**

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'installer dans le chargeur.

## 25.12 Chargeur de batterie (2)

Figure

T638768.a1



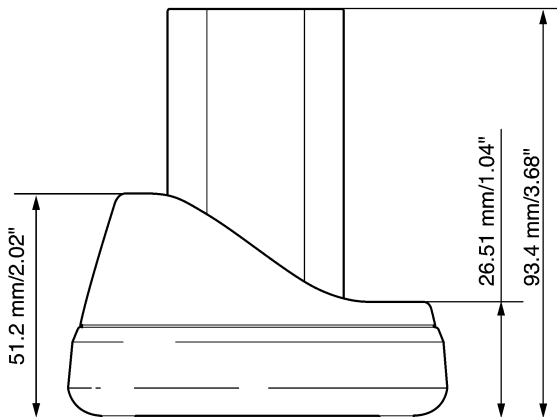
### REMARQUE

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'installer dans le chargeur.

## 25.13 Chargeur de batterie (3)

Figure

T638769.a1



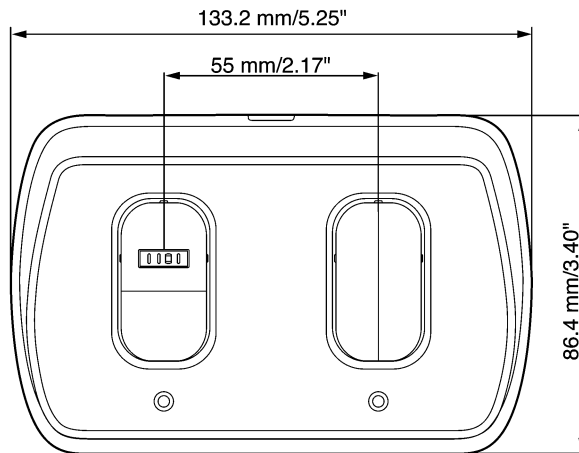
### REMARQUE

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'installer dans le chargeur.

## 25.14 Chargeur de batterie (4)

Figure

T638770.a1



### REMARQUE

Utilisez un tissu propre et sec pour essuyer l'eau ou les traces d'humidité sur la batterie avant de l'installer dans le chargeur.

---

## 26

# Exemples d'application

### 26.1

## *Dégâts causés par l'humidité et l'eau*

---

#### Généralités

Il est souvent possible de détecter des dégâts dus à l'humidité et à l'infiltration d'eau dans une maison à l'aide d'une caméra infrarouge. Ceci est d'une partie dû au fait que la zone endommagée possède des propriétés de conduction thermique différentes et d'autre part, au fait qu'elle présente une capacité thermique distincte pour stocker la chaleur par rapport aux matériaux environnants.

---

#### REMARQUE

De nombreux facteurs entrent en ligne de compte pour déterminer l'apparence des dégâts causés par l'humidité ou l'eau sur une caméra infrarouge.

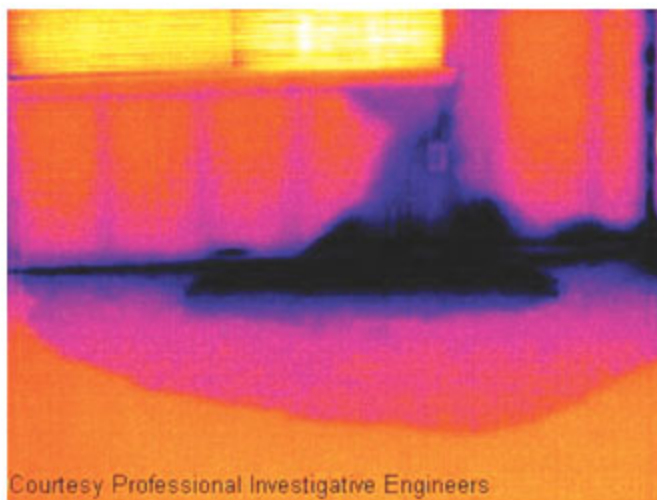
Par exemple, le réchauffement et le refroidissement de ces composants s'effectuent à différentes vitesses selon le matériau et l'heure de la journée. Pour cette raison, il est important d'employer d'autres méthodes pour vérifier la présence de dégâts dus à l'humidité ou l'eau.

---

#### Figure

L'image ci-dessous illustre des dégâts des eaux étendus sur un mur externe où l'eau s'est infiltrée dans la façade extérieure en raison d'une mauvaise installation d'un rebord de fenêtre.

10739503.a1



## 26.2 Contact défectueux dans la prise

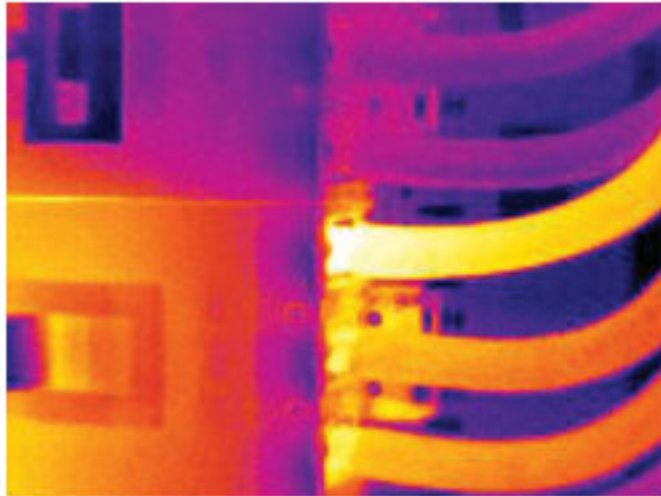
**Généralités** Selon le type de raccord d'une prise, un fil mal branché peut provoquer une augmentation de la température locale. Cette augmentation de température est causée par la réduction de la zone de contact entre le point de raccord du fil entrant et la prise, et peut provoquer un feu électrique.

**REMARQUE** La structure d'une prise peut varier considérablement d'un fabricant à un autre. Pour cette raison, différents défauts d'une prise peuvent engendrer la même apparence type dans une image infrarouge.

Une augmentation de la température locale peut également provenir d'un mauvais contact entre le fil et la prise, ou d'une différence de charge.

**Figure** L'image ci-dessous illustre le raccordement d'un câble à une prise où un mauvais contact a provoqué une augmentation de la température locale.

10739603\_a1



## 26.3 *Prise oxydée*

---

**Généralités** Selon le type de prise utilisé et l'environnement dans lequel cette dernière est installée, une oxydation peut se produire au niveau des surfaces de contact de la prise. Cette oxydation peut engendrer une augmentation de la résistance locale lors du chargement de la prise, visible dans une image infrarouge à mesure que la température locale augmente.

---

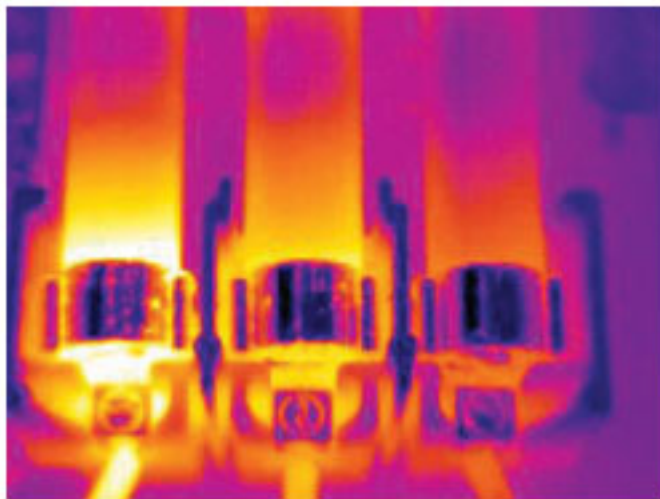
**REMARQUE** La structure d'une prise peut varier considérablement d'un fabricant à un autre. Pour cette raison, différents défauts d'une prise peuvent engendrer la même apparence type dans une image infrarouge.

Une augmentation de la température locale peut également provenir d'un mauvais contact entre un fil et la prise, ou d'une différence de charge.

---

**Figure** L'image ci-dessus illustre une série de fusibles dont un présente une température élevée sur les surfaces de contact avec le porte-fusible. En raison du métal blanc du porte-fusible, l'augmentation de la température n'est pas visible sur ce dernier, contrairement au matériau en céramique du fusible.

10739703\_a1





## 26.4 Défauts d'isolation

### Généralités

Des défauts d'isolation peuvent résulter d'une perte du volume d'isolation au fil du temps, laissant ainsi la cavité d'un mur à ossature partiellement vide.

Une caméra infrarouge vous permet de repérer ces défauts d'isolation car ils possèdent des propriétés de conduction thermique différentes par rapport aux parties correctement isolées, et/ou montrent clairement la zone d'infiltration de l'air dans l'ossature du bâtiment.

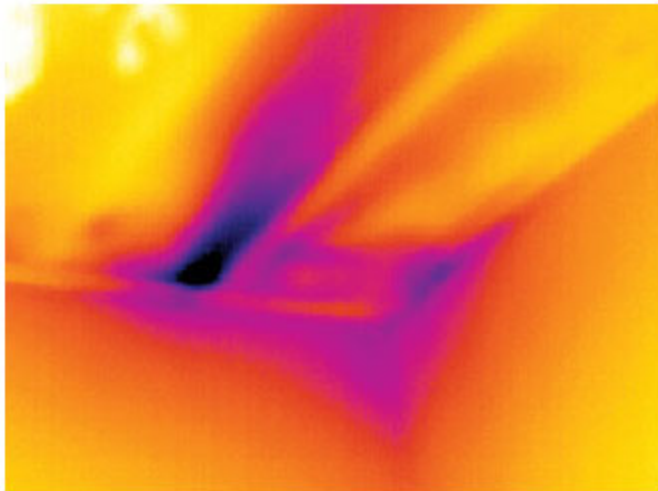
### REMARQUE

Lorsque vous inspectez un bâtiment, l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur doit être d'au moins 10 °C. Les poteaux, les canalisations d'eau, les poteaux en béton et autres composants similaires peuvent s'apparenter à un défaut d'isolation dans une image infrarouge. Des différences d'ordre mineur peuvent également se produire naturellement.

### Figure

Dans l'image ci-dessous, l'isolation de la charpente du toit est manquante. Dû à l'absence d'isolation, de l'air a pénétré dans la structure du toit, prenant ainsi une apparence caractéristique différente dans l'image infrarouge.

10739803\_a1



## 26.5 Courants d'air

---

### Généralités

Des courants d'air peuvent être observés sous les plinthes, autour des encadrements de portes et de fenêtres et au-dessus de la garniture du toit. Ce type de courant d'air est souvent visible avec une caméra infrarouge lorsqu'un flux d'air frais refroidit la surface environnante.

---

### REMARQUE

Lorsque vous recherchez des courants d'air dans une maison, une dépression doit exister dans cette dernière. Fermez l'ensemble des portes, des fenêtres et des conduits de ventilation, et actionnez le ventilateur de la cuisine pendant quelques instants avant de capturer les images infrarouges.

L'image infrarouge d'un courant d'air révèle souvent un motif de courant d'air type. Ce dernier apparaît clairement dans l'image ci-dessous.

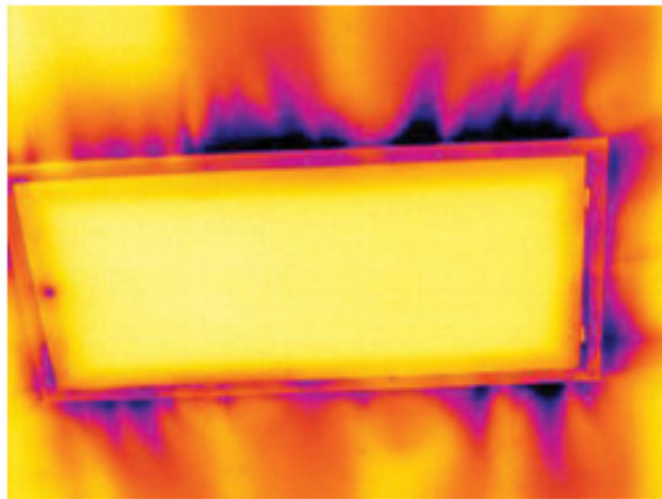
En outre, rappelez-vous que les courants d'air peuvent être masqués par la chaleur émanant des circuits de chauffage du sol.

---

### Figure

L'image ci-dessous illustre une trappe d'accès dont la mauvaise installation a engendré un fort courant d'air.

10739903.a1



# 27 A propos de la société FLIR Systems

FLIR Systems a été fondée en 1978 comme pionnier du développement de systèmes d'imagerie infrarouge haute performance et est aujourd'hui leader mondial dans le domaine de la conception, de la fabrication et de la commercialisation de systèmes d'imagerie thermique destinés à un vaste champ d'applications commerciales, industrielles et gouvernementales. Aujourd'hui, FLIR Systems inclut l'historique de cinq grandes sociétés jalonné de réalisations exceptionnelles dans le domaine de la technologie infrarouge depuis 1958—la société suédoise AGEMA Infrared Systems (auparavant nommée AGA Infrared Systems), et les trois sociétés américaines Indigo Systems, FSI et Inframetrics ainsi que la société française Cedip. En novembre 2007, Extech Instruments a été achetée par FLIR Systems.

T638608.1

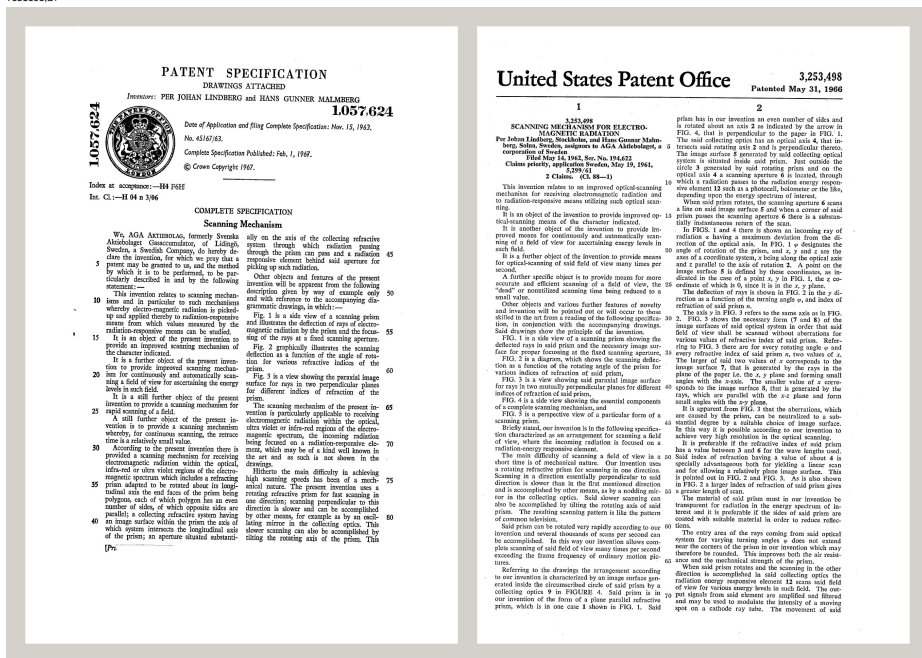


Figure 27.1 Documents brevetés du début des années 1960

La société a vendu plus de 140,000 caméras infrarouges dans le monde, destinées à des applications telles que la maintenance conditionnelle, la recherche et le développement, les essais non destructifs, la surveillance et l'automatisation, la vision industrielle, etc.

FLIR Systems possède trois sites de fabrication implantés aux Etats-Unis (Portland, OR, Boston, MA, Santa Barbara, CA) et un en Suède (Stockholm). Depuis 2007, un site de fabrication est également implanté à Tallinn, en Estonie. La société possède également des antennes commerciales en Allemagne, en Belgique, au Brésil, en Chine, en Corée, aux Etats-Unis, en France, en Grande-Bretagne, à Hong Kong, en Italie, au Japon et en Suède,— dotées d'un réseau mondial d'agents et de distributeurs, qui permettent—de servir nos clients partout dans le monde.

FLIR Systems fait preuve d'une innovation leader dans le secteur des caméras infrarouges. Nous anticipons la demande du marché en améliorant les caméras déjà proposées et en développant de nouveaux modèles. La société fut la première à développer une caméra portable fonctionnant sur batterie et destinée aux inspections industrielles, ainsi qu'une caméra infrarouge non refroidie, pour ne mentionner qu'elles.

10722703.a2



**Figure 27.2 A GAUCHE :** Thermovision® modèle 661 de 1969. La caméra pesait environ 25 kg, l'oscilloscope 20 kg et le trépied 15 kg. L'opérateur a également utilisé un groupe électrogène de 220 V CA et un récipient de 10 l d'azote liquide. A gauche de l'oscilloscope, on distingue le Polaroid (6 kg). **A DROITE :** FLIR i7 de 2009. Poids : 0,34 kg, batterie comprise.

FLIR Systems gère elle-même la fabrication de tous les composants électroniques et mécaniques de ses caméras. De la conception et de la fabrication du détecteur jusqu'au tests finaux et à l'étalonnage, en passant par les objectifs et les systèmes électroniques, toutes les étapes de la production s'effectuent sur site et sont supervi-

sées par nos propres ingénieurs. Nos spécialistes ont une parfaite maîtrise de la technologie infrarouge, ce qui permet de garantir une précision et une fiabilité totales de tous les principaux composants qu'abrite une caméra infrarouge.

### **27.1** *Bien plus qu'une simple caméra infrarouge*

Chez FLIR Systems, nous savons que notre travail ne s'arrête pas à la fabrication de systèmes de caméras infrarouges, aussi performants soient-ils. L'intégration d'un logiciel au système de caméra infrarouge permet de stimuler la productivité de leurs détenteurs. Des logiciels spécialement conçus pour la maintenance conditionnelle, la recherche et le développement et la surveillance ont été développés par nos ingénieurs. La plupart des logiciels sont disponibles en plusieurs langues.

Nos caméras infrarouges sont fournies avec des accessoires pour que votre équipement puisse s'adapter aux applications infrarouges les plus pointues.

### **27.2** *Communiquer notre savoir*

Nos caméras sont conçues pour offrir un maximum de convivialité à leurs utilisateurs. Malgré tout, la thermographie est plus complexe que la simple manipulation d'une caméra. C'est pourquoi, FLIR Systems a créé l'ITC (Infrared Training Center), un service de l'entreprise qui dispense une formation certifiée. En participant à nos cours de formation, vous pourrez réellement améliorer vos connaissances.

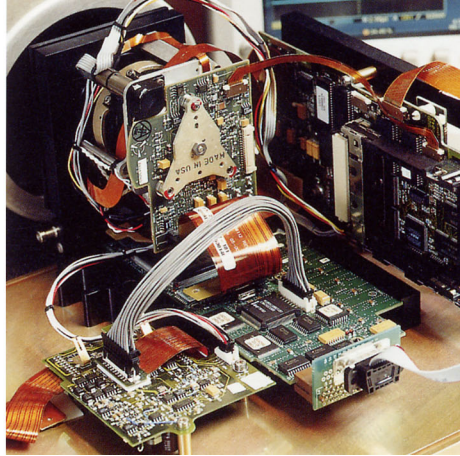
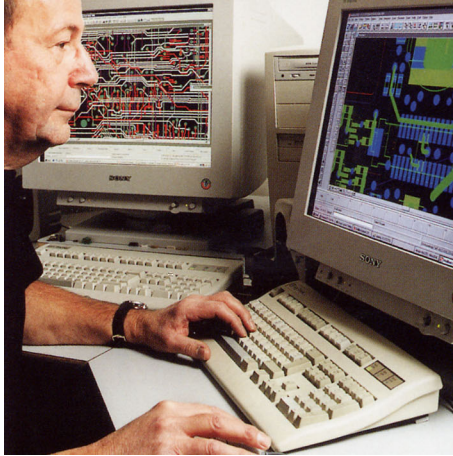
L'équipe de l'ITC se met également à votre disposition pour vous assister lorsque vous passez de la théorie à la pratique.

### **27.3** *L'assistance clientèle*

FLIR Systems gère un réseau international de services pour garantir le fonctionnement de votre caméra. En cas de problème, le centre de services le plus proche mobilisera toutes ses ressources matérielles et intellectuelles pour résoudre l'incident le plus vite possible. Nul besoin de renvoyer votre caméra à l'autre bout du monde ou d'essayer de résoudre votre problème avec quelqu'un qui ne parle pas votre langue.

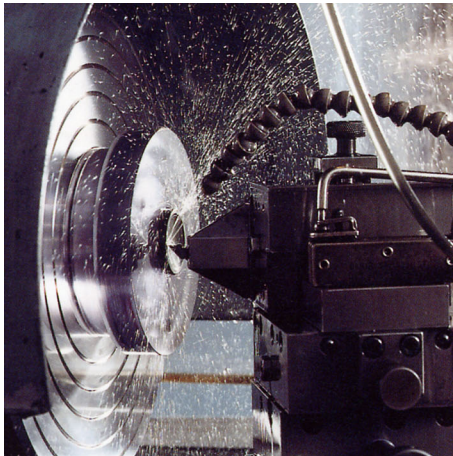
## 27.4 Nos installations en image

10401303.a1



**Figure 27.3 GAUCHE :** Développement de systèmes électroniques ; **DROITE :** Test d'un détecteur FPA

10401403.a1



**Figure 27.4 GAUCHE :** Machine avec outil diamanté ; **DROITE :** Polissage de lentilles

10401503.a1



**Figure 27.5 GAUCHE** : Test de caméras infrarouge en chambre climatique ; **DROITE** : Robot utilisé pour le test et l'étalonnage des caméras

Terme ou expression	Signification
Absorption (facteur d'absorption)	Quantité de rayonnement absorbé par un objet par rapport à la quantité de rayonnement reçu. La valeur est comprise entre 0 et 1.
Atmosphère	Gaz situés entre l'objet mesuré et la caméra, en principe de l'air.
Bruit	Petite perturbation non désirée dans l'image infrarouge.
Cavité isotherme	Radiateur en forme de bouteille avec une température uniforme vue par un goulot.
Cavité rayonnante	Radiateur en forme de bouteille dont l'intérieur, accessible par un goulot, est absorbant.
Champ de vision horizontal	Champ de vision (Field Of View) : angle horizontal pouvant être visualisé à travers un objectif infrarouge.
Conduction	Processus permettant à la chaleur de se diffuser dans la matière.
Convection	La convection est un mode de transfert de chaleur pour lequel un fluide est mis en mouvement, par le biais de la gravité ou d'une autre force, transférant ainsi la chaleur d'un lieu à un autre.
Corps gris	Objet émettant une fraction fixe de la quantité d'énergie d'un corps noir pour chaque longueur d'onde.
Corps noir	Objet non réfléchissant. Tout le rayonnement qu'il émet provient de sa propre température.
Correction de l'image (interne ou externe)	Moyen permettant de compenser les différences de sensibilité dans différentes parties d'images en direct et permettant également de stabiliser la caméra.
Couleur de saturation	Les zones dont la température est située en dehors des paramètres de niveau/de sensibilité sont colorées avec les couleurs de saturation. Les couleurs de saturation contiennent une couleur 'excédentaire' et une couleur 'déficiente'. Il existe également une troisième couleur de saturation rouge qui marque tout ce qui est saturé par le détecteur, ce qui signifie que la plage doit probablement être modifiée.
différence de température.	Valeur résultant de la soustraction de deux valeurs de température.
Echelle de température	Façon dont une image infrarouge est actuellement affichée. Exprimée par deux valeurs de température délimitant les couleurs.



Terme ou expression	Signification
Emissivité (facteur d'émissivité)	Quantité de rayonnement provenant d'un objet, comparé à celui d'un corps noir. La valeur est comprise entre 0 et 1.
environnement	Objets et gaz émettant des rayonnements vers l'objet mesuré.
Exitance	Quantité d'énergie émise par un objet par unité de temps et de surface ( $W/m^2$ ).
Exitance énergétique (spectrale)	Quantité d'énergie émise par un objet par unité de temps, de surface et de longueur d'onde ( $W/m^2/\mu m$ ).
Facteur de transmission	Les gaz et les matériaux peuvent être plus ou moins transparents. La transmission est la quantité de rayonnement Infrarouge les traversant. La valeur est comprise entre 0 et 1.
Filtre	Matériau qui est transparent pour certaines longueurs d'ondes infrarouges.
FPA	Matrice à plan focal : type de détecteur infrarouge.
Gain	Intervalle de l'échelle de température, généralement exprimée comme valeur de signal.
Humidité relative	L'humidité relative représente le rapport entre la masse actuelle de la vapeur d'eau dans l'air et la valeur maximale pouvant être contenue dans l'air en cas de saturation.
IFOV	Champ de vision instantané : mesure de la résolution géométrique d'une caméra infrarouge.
Infrarouge	Rayonnement invisible, ayant une longueur d'onde comprise entre 2 et 13 $\mu m$ .
IR	Infrarouge
Isotherme	Fonction permettant de mettre en valeur des parties de l'image se situant au-dessus, en dessous d'un ou entre plusieurs intervalles de température.
Isotherme double	Isotherme possédant deux bandes de couleur au lieu d'une.
Isotherme transparent	Isotherme indiquant une répartition linéaire des couleurs au lieu de couvrir les parties mises en valeur de l'image.
Laser LocatIR	Source lumineuse alimentée électriquement sur la caméra émettant un rayonnement laser sous forme de faisceau fin et concentré pour pointer sur certaines parties de l'objet se trouvant devant la caméra.
Luminance énergétique	Quantité d'énergie émise par un objet par unité de temps, de surface et d'angle ( $W/m^2/sr$ ).

Terme ou expression	Signification
NETD (résolution thermique)	Résolution thermique de mesure (Noise equivalent temperature difference). Mesure de la résolution thermique de mesure d'une caméra infrarouge.
Niveau	Valeur centrale de l'échelle de température, généralement exprimée comme valeur de signal.
Optique externe	Lentilles, filtres, écrans thermiques supplémentaires pouvant être placés entre la caméra et l'objet mesuré.
Palette	Palette de couleurs utilisée pour afficher une image infrarouge.
Palette automatique	L'image infrarouge est affichée avec une répartition non linéaire des couleurs permettant de faire mieux ressortir simultanément les objets froids et chauds.
Paramètres objet	Ensemble de valeurs décrivant les conditions dans lesquelles un objet a été mesuré et décrivant l'objet lui-même (telles que l'émissivité, la température apparente réfléchie, la distance, etc.).
Pixel	Signifie <i>élément d'image (pictural élément)</i> . Point sur une image.
Plage	Limites de la mesure de température générale d'une caméra de thermographie infrarouge. Les caméras disposent de plusieurs plages. Exprimée par deux valeurs de température de corps noir délimitant l'étalonnage en cours.
Plage de températures	Limites de la mesure de température générale d'une caméra de thermographie infrarouge. Les caméras disposent de plusieurs plages. Exprimée par deux valeurs de température de corps noir délimitant l'étalonnage en cours.
Pointeur laser	Source lumineuse alimentée électriquement sur la caméra émettant un rayonnement laser sous forme de faisceau fin et concentré pour pointer sur certaines parties de l'objet se trouvant devant la caméra.
Puissance rayonnante	Quantité d'énergie émise par un objet par unité de temps (W).
Radiateur	Equipement infrarouge rayonnant.
Radiateur (corps noir)	Equipement de rayonnement infrarouge avec les propriétés d'un corps noir, permettant d'étalonner les caméras de thermographie infrarouge.
Rayonnement	Processus par lequel de l'énergie électromagnétique est émise par un objet ou un gaz.
Réflexion	Quantité de rayonnement reflété par un objet par rapport à la quantité de rayonnement reçu. La valeur est comprise entre 0 et 1.

Terme ou expression	Signification
Réglage automatique	Fonction permettant à la caméra d'effectuer une correction interne de l'image.
Réglage continu	Fonction réglant l'image. Cette fonction est toujours activée et règle en continu le contraste et la luminosité selon le contenu de l'image.
Réglage manuel	Moyen permettant de régler l'image en modifiant certains paramètres manuellement.
Signal d'un objet	Valeur non étalonnée se rapportant à la quantité de rayonnement émis par l'objet et reçu par la caméra.
Température de couleur	Température à laquelle la couleur d'un corps noir correspond à une couleur spécifique.
Température de référence	Température à laquelle les valeurs normalement mesurées peuvent être comparées.
Thermogramme	Image infrarouge
Transmission atmosphérique calculée	Valeur de transmission calculée en fonction de la température, de l'humidité relative de l'air et de la distance jusqu'à l'objet.
Transmission atmosphérique estimée	Valeur de transmission fournie par un utilisateur, remplaçant une valeur calculée.
TV	Relatif au mode vidéo d'une caméra de thermographie infrarouge, par opposition au mode thermographique normal. Lorsque la caméra est en mode TV, elle capture des images vidéo, au lieu des images thermographiques capturées en mode IR (infrarouge).

---

# 29      Techniques de mesure thermographique

## 29.1      *Introduction*

La caméra infrarouge mesure et visualise le rayonnement infrarouge d'un objet. La caméra peut calculer et afficher cette température, car le rayonnement est une fonction de la température de surface des objets.

Cependant, le rayonnement mesuré par la caméra dépend non seulement de la température de l'objet, mais également de l'émissivité. Le rayonnement provenant du milieu environnant est également réfléchi dans l'objet. Le rayonnement émanant de l'objet et le rayonnement réfléchi sont également influencés par l'absorption de l'atmosphère.

Pour mesurer la température avec précision, il est donc nécessaire de compenser les effets des différentes sources de rayonnement. Cela est effectué automatiquement en ligne par la caméra. Les paramètres suivants relatifs à l'objet doivent cependant être fournis à la caméra :

- Emissivité de l'objet
- Température apparente réfléchie
- Distance entre l'objet et la caméra
- Humidité relative
- Température de l'atmosphère

## 29.2      *Emissivité*

L'émissivité étant le paramètre le plus important, elle doit être définie avec précision. Elle représente la mesure du rayonnement émis par un objet par rapport à celui émis par un corps noir parfait de même température.

Normalement, l'émissivité des matériaux des objets et des traitements de surface est comprise approximativement entre 0,1 et 0,95. Une surface très polie (miroir) a une émissivité inférieure à 0,1, alors qu'une surface oxydée ou peinte a une émissivité plus élevée. Les peintures à base d'huile, quelle que soit leur couleur dans le spectre visible, ont une émissivité supérieure à 0,9 dans l'infrarouge. La peau humaine a une émissivité comprise entre 0,97 et 0,98.

Les métaux non oxydés représentent un cas extrême d'opacité parfaite et de réflectivité élevée qui ne varient pas beaucoup avec la longueur d'onde. Par conséquent, l'émissivité des métaux est faible : elle n'augmente qu'avec la température. L'émissivité des objets non métalliques tend à être élevée et diminue avec la température.

## 29.2.1 Obtention de l'émissivité d'un échantillon

### 29.2.1.1 Etape 1 : Détermination de la température apparente réfléchie

L'une des deux méthodes suivantes permet de déterminer la température apparente réfléchie :

#### 29.2.1.1.1 Méthode 1 : Méthode directe

- 1 Rechercher des sources de réflexion possibles en tenant compte du fait que angle d'incidence = angle de réflexion ( $a = b$ ).

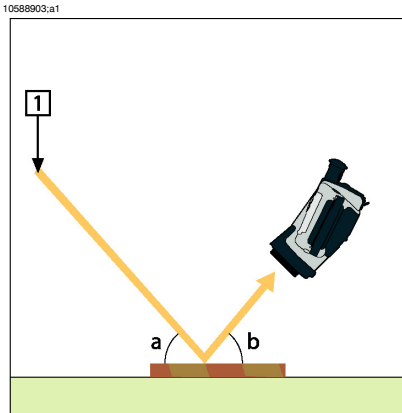


Figure 29.1 1 = Source de réflexion

- 2 Si la source de réflexion est un point, modifiez la source en l'obstruant avec une pièce de carton.

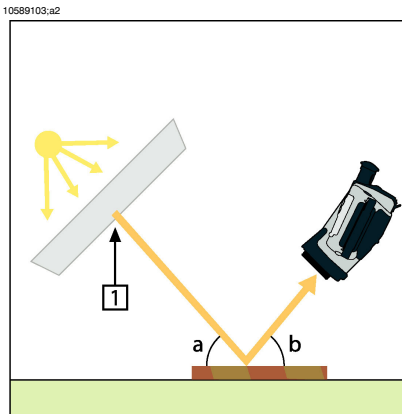


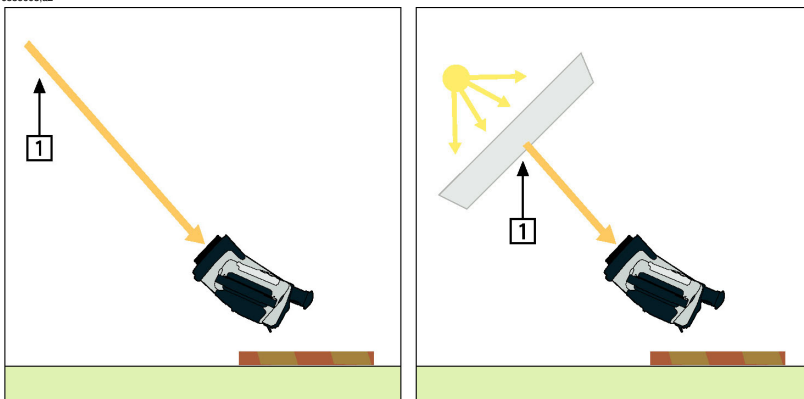
Figure 29.2 1 = Source de réflexion

**3** Mesurez l'intensité de radiation (= température apparente) à partir de la source de réflexion en utilisant les paramètres suivants :

- Emissivité : 1,0
- $D_{obj}$  : 0

Vous pouvez mesurer l'intensité de radiation à l'aide d'une des deux méthodes suivantes :

10589003.a2



**Figure 29.3** 1 = Source de réflexion

**Remarque** : l'utilisation d'un thermocouple pour mesurer la température apparente réfléchi n'est pas recommandée pour deux raisons :

- Un thermocouple ne mesure pas l'intensité de radiation.
- Un thermocouple nécessite un excellent contact thermique avec la surface, souvent par collage ou couverture du capteur avec un isolant thermique.

### 29.2.1.1.2 Méthode 2 : Méthode par réflexion

1	Froissez un grand morceau de papier aluminium.
2	Défroissez-le et fixez-le à un morceau de carton de même taille.
3	Placez ce morceau de carton en face de l'objet dont vous souhaitez mesurer la température. Assurez-vous que le côté couvert d'aluminium est bien orienté vers la caméra.
4	Définissez l'émissivité à 1,0.

5 Mesurez la température apparente de la feuille d'aluminium et consignez-la.

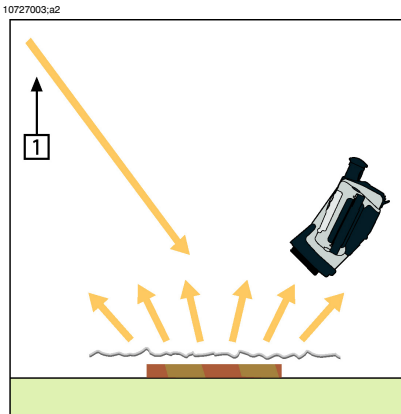


Figure 29.4 Mesure de la température apparente de la feuille d'aluminium

### 29.2.1.2 Etape 2 : Détermination de l'émissivité

1	Sélectionnez un emplacement pour l'échantillon.
2	Déterminez et définissez la température apparente réfléchie en fonction de la procédure précédente.
3	Fixez de la bande adhésive isolante à haute émissivité sur l'échantillon.
4	Chauffez l'échantillon à au moins 20 K au dessus de la température ambiante. Le chauffage doit être relativement homogène.
5	Effectuez la mise au point et ajustez automatiquement la caméra, puis figez l'image.
6	Ajustez le niveau et le gain pour une meilleure luminosité et un meilleur contraste au niveau des images.
7	Définissez l'émissivité de façon à ce qu'elle soit identique à celle de la bande adhésive (généralement 0,97).
8	Mesurez la température de la bande adhésive en utilisant l'une des fonctions de mesures suivantes : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Isotherme (vous permet de déterminer la température et l'homogénéité du chauffage de l'échantillon)</li> <li>■ Point (plus simple)</li> <li>■ Boîte Moy (adapté aux surfaces ayant une émissivité variable)</li> </ul>
9	Notez la température.
10	Déplacez votre fonction de mesure vers la surface de l'échantillon.
11	Modifiez le paramètre d'émissivité jusqu'à ce que la température soit la même que celle obtenue lors de la précédente mesure.

**Remarque :**

- Il faut éviter la convection forcée.
- Recherchez un environnement thermiquement stable qui ne génère pas de réflexion de points.
- Utilisez de la bande adhésive de haute qualité non transparent et à haute émissivité.
- Cette méthode part du principe que la température de votre bande adhésive et de la surface de l'échantillon sont identiques. Dans le cas contraire, vos mesures d'émissivité seront faussées.

### 29.3 *Température apparente réfléchie*

Ce paramètre permet de compenser le rayonnement réfléchi dans l'objet. Si l'émissivité est faible et la température de l'objet relativement éloignée de la température réfléchie, il est important de définir et de compenser correctement la température apparente réfléchie.

### 29.4 *Distance*

La distance correspond à la distance entre l'objet et l'objectif avant de la caméra. Ce paramètre permet de compenser les deux faits suivants :

- Le rayonnement de la cible est absorbé par l'atmosphère entre l'objet et la caméra.
- Le rayonnement de l'atmosphère elle-même vient s'ajouter aux rayonnements détectés par la caméra.

### 29.5 *Humidité relative*

La caméra peut également compenser la légère variation du facteur de transmission résultant de l'humidité relative de l'atmosphère. Pour permettre cette compensation, attribuez une valeur correcte à l'humidité relative. Pour les courtes distances et l'humidité normale, la valeur par défaut de l'humidité relative peut être conservée, soit 50 %.

### 29.6 *Autres paramètres*

En outre, certaines caméras et programmes d'analyse de FLIR Systems permettent de compenser les paramètres suivants :

- Température atmosphérique (température moyenne de l'atmosphère entre la caméra et la cible).
- Température optique externe, *c'est-à-dire* la température des objectifs ou fenêtres externes utilisé(e)s devant la caméra.



- Transmission d'optique externe – *c'est-à-dire* la transmission des objectifs ou fenêtres externes utilisé(e)s devant la caméra

---

# 30 Historique de la technologie infrarouge

Avant l'année 1800, l'existence de la partie infrarouge du spectre électromagnétique était totalement inconnue. Le spectre infrarouge, ou plus simplement « l'infrarouge », défini à l'origine comme une forme de rayonnement thermique est certainement moins abstrait aujourd'hui qu'à l'époque de sa découverte par Herschel en 1800.

10398703.a1



**Figure 30.1** Sir William Herschel (1738–1822)

Cette découverte a été faite par hasard lors de recherches sur un nouveau matériel optique. Sir William Herschel (astronome auprès du Roi d'Angleterre Georges III et également célèbre pour avoir découvert la planète Uranus) était à la recherche d'un filtre optique permettant de réduire la luminosité produite par le soleil dans les télescopes lors d'observations solaires. Alors qu'il procédait à divers essais avec des échantillons de verre permettant d'obtenir une réduction de luminosité similaire, il fut intrigué par le fait que certains échantillons laissaient passer peu de chaleur solaire tandis que d'autres en laissaient passer tellement que des dommages oculaires pouvaient se produire après seulement quelques secondes d'observation.

Herschel fut rapidement convaincu de la nécessité de mettre en place une expérience méthodique, susceptible de mettre en évidence le matériau permettant d'obtenir la réduction de luminosité voulue ainsi qu'une réduction maximale de la chaleur. Il basa d'abord son expérience sur celle du prisme de Newton, mais en se concentrant plus sur l'effet de la chaleur que sur la diffusion visuelle de l'intensité au sein du spectre. Il noircit le tube d'un thermomètre au mercure avec de l'encre pour l'utiliser en tant que détecteur de rayonnement et procéda ainsi à des tests sur les effets de la chaleur produits sur une table par les diverses couleurs du spectre en laissant passer les rayons du soleil par un prisme de verre. D'autres thermomètres placés en dehors des rayons du soleil servaient de contrôle.

Lorsqu'il déplaçait lentement le thermomètre noirci le long des couleurs du spectre, la température indiquait une augmentation constante de l'extrémité violette à l'extrémité rouge. Ce qui n'était pas totalement inattendu puisque le chercheur italien, Landriani observa le même effet lors d'une expérience similaire en 1777. Ce fut pourtant Herschel qui mit le premier en évidence l'existence supposée d'un point auquel la production de chaleur est au maximum, mais les mesures confinées à la partie visible du spectre ne permettaient pas de localiser celui-ci.

10398903.a.1



**Figure 30.2** Marsilio Landriani (1746–1815)

En déplaçant le thermomètre dans la région sombre située après l'extrémité rouge, Herschel constata encore une augmentation de chaleur. Le point maximum, une fois découvert, se situait bien après l'extrémité rouge : dans ce qui est aujourd'hui connu sous le nom de « longueur d'onde infrarouge ».

Lorsque Herschel révéla cette découverte, il fit mention de « spectre thermométrique » pour parler de cette nouvelle portion du spectre électromagnétique. Il se référait au rayonnement en lui-même en l'appelant parfois « chaleur noire », ou plus simplement « rayons invisibles ». Ironiquement, et contrairement à la croyance populaire, ce n'est pas Herschel qui est à l'origine du terme « infrarouge ». Ce terme n'est apparu dans les écrits que 75 ans plus tard, et son auteur n'est toujours pas clairement déterminé aujourd'hui.

Le fait qu'Herschel utilise du verre dans le prisme souleva rapidement des controverses chez ses contemporains qui mirent en doute la réelle existence de la longueur d'onde infrarouge. Divers experts utilisèrent plusieurs types de verre pour tenter de confirmer le travail d'Herschel et obtenaient d'autres transparences dans l'infrarouge. Grâce à ses anciennes expériences, Herschel connaissait la transparence limitée du verre par rapport au rayonnement thermique fraîchement découvert, et fut bien obligé d'en conclure que les dispositifs optiques pour l'infrarouge seraient probablement réservés exclusivement aux éléments réfléchissants (par exemple, miroirs plan ou courbe). Fort heureusement, cela ne s'avéra vrai que jusqu'en 1830. C'est à cette époque que le chercheur italien découvrit que le chlorure de sodium naturel (NaCl), présent dans

un nombre suffisant de cristaux naturels pour pouvoir en faire des lentilles et des prismes, était remarquablement transparent à l'infrarouge. Le chlorure de sodium devint de ce fait le principal matériau utilisé dans l'optique infrarouge durant tout le siècle qui suivit et ne fut détrôné que dans les années 30 par les cristaux synthétiques dont on maîtrisait de mieux en mieux la croissance.

10389103.a1



**Figure 30.3** Macedonio Melloni (1798–1854)

Les thermomètres restèrent l'instrument de détection du rayonnement par excellence jusqu'en 1829, année lors de laquelle Nobili inventa le thermocouple. Le thermomètre de Herschel pouvait indiquer des variations de température allant jusqu'à 0,2 °C (0,036 °F), et les modèles ultérieurs pouvaient indiquer des variations allant jusqu'à 0,05 °C (0,09 °F). Un palier majeur fut franchi lorsque Melloni brancha plusieurs thermocouples en série pour former la première pile thermoélectrique. Ce nouvel appareil était au moins 40 fois plus sensible que les meilleurs thermomètres de l'époque destinés à la détection du rayonnement calorifique et était en mesure de détecter la chaleur émise par une personne dans un rayon de trois mètres.

La première image thermique a pu être prise en 1840, suite aux recherches de Sir John Herschel, fils de l'inventeur de l'infrarouge et lui-même célèbre astronome. Basé sur l'évaporation différentielle d'une fine pellicule d'huile exposée à une forme de chaleur concentrée sur celle-ci, l'image thermique est rendue visible par la réflexion de la lumière à l'endroit où les effets d'interférence de la pellicule d'huile permettent à l'oeil humain de distinguer une image. Sir John tenta également d'obtenir le premier enregistrement d'une image thermique sur papier, ce qu'il appela un « thermographe ».

10399003.a2



**Figure 30.4** Samuel P. Langley (1834–1906)

Peu d'améliorations furent apportées à la sensibilité des détecteurs infrarouges. Un autre palier décisif fut franchi par Langley en 1880, avec l'invention du bolomètre. Celui-ci est formé par un mince ruban de platine noirci branché au connecteur d'un pont de Wheatstone sur lequel le rayonnement infrarouge est concentré et un galvanomètre sensible branché sur l'autre connecteur. Cet instrument était sensé détecter le rayonnement émis par une vache dans un rayon de 400 mètres.

Un scientifique anglais, Sir James Dewar, fut le premier à utiliser les gaz liquéfiés comme agents refroidissant (comme par exemple, l'azote liquide avec une température de  $-196\text{ °C}$  ( $-320,8\text{ °F}$ )) dans le domaine de la recherche sur les basses températures. En 1892, il inventa un récipient isolant unique dans lequel il était possible de stocker des gaz liquéfiés pendant des jours. Notre « bouteille thermos », utilisée pour stocker des boissons chaudes ou froides, est fondée sur le principe de cette invention.

Entre 1900 et 1920, les inventeurs du monde entier « découvrent » l'infrarouge. De nombreux brevets furent déposés pour des appareils permettant de détecter les personnes, l'artillerie, les avions, les bateaux et même les icebergs. Les premiers systèmes opérationnels, au sens moderne du terme, furent développés durant la guerre 1914–18, lorsque les programmes de recherche des belligérants étaient concentrés sur l'exploitation militaire de l'infrarouge. Ces programmes comprenaient des systèmes expérimentaux pour la détection d'intrusions ennemies, l'analyse de la température à distance, la protection des transmissions et le guidage de roquettes. Un système de recherche infrarouge testé durant cette période était en mesure de détecter un avion à une distance de 1,5 km (0,94 miles) et une personne à plus de 300 mètres (984 pieds).

Les systèmes les plus sensibles de l'époque étaient tous basés sur diverses variantes du bolomètre, mais la période de l'entre-deux-guerres vit le développement de deux nouveaux détecteurs infrarouges révolutionnaires : le convertisseur d'images et le détecteur photoélectrique. Dans un premier temps, le convertisseur d'images retint

l'attention des militaires car il permettait pour la première fois à un observateur de voir littéralement dans le noir. Cependant, la sensibilité du convertisseur d'images était limitée aux ondes infrarouges proches, et les cibles militaires les plus intéressantes (par exemple, des soldats ennemis) devaient être éclairées par des faisceaux de recherche infrarouges. Cette dernière opération induisant le risque de donner la position de l'observateur à un poste d'observation ennemi équipé de façon similaire, il est fort compréhensible que l'intérêt des militaires pour le convertisseur d'images ait pu fléchir.

Les désavantages militaires tactiques liés à l'utilisation des systèmes d'imagerie thermique dits « actifs » (notamment équipés de faisceaux de recherche) donnèrent naissance après la guerre 1939–45 à un élan d'intensifs programmes de recherche militaires secrets autour de l'infrarouge afin de développer des systèmes « passifs » (sans faisceaux de recherche) autour du détecteur photoélectrique extrêmement sensible. Durant cette période les prescriptions en matière de secret militaire empêchèrent totalement la divulgation de l'état de développement de la technologie d'imagerie infrarouge. Ce secret ne fut levé qu'au milieu des années 50. A partir de cette époque, les appareils d'imagerie thermique appropriés purent enfin être exploités par la science et l'industrie civile.

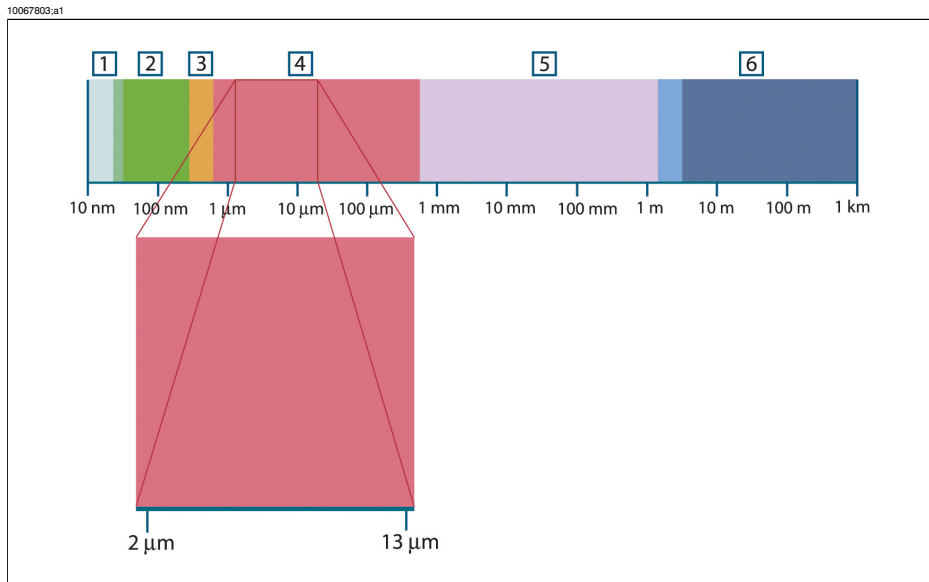
# 31 Théorie de la thermographie

## 31.1 Introduction

Le domaine du rayonnement infrarouge et les techniques de thermographie associées sont souvent méconnus des nouveaux utilisateurs de caméra infrarouge. Cette section aborde la théorie de la thermographie.

## 31.2 Spectre électromagnétique

Le spectre électromagnétique est divisé arbitrairement en plusieurs zones de longueurs d'onde, appelées *bandes*, identifiées par les méthodes utilisées pour produire et détecter le rayonnement. Il n'existe aucune différence fondamentale entre le rayonnement des différentes bandes du spectre électromagnétique. Elles sont toutes régies par les mêmes lois et la seule différence réside dans la longueur d'onde.



**Figure 31.1** Spectre électromagnétique. 1 : rayons X ; 2 : UV ; 3 : Visible ; 4 : IR ; 5 : Micro-ondes ; 6 : Ondes radio.

La thermographie utilise la bande spectrale infrarouge. A l'extrémité gauche de la longueur d'onde courte, la limite correspond à celle de la perception visuelle, dans le rouge intense. A l'extrémité droite de la longueur d'onde longue, cette limite fusionne avec les longueurs d'onde radio à micro-ondes, dans la plage des millimètres.

La bande infrarouge est elle-même divisée en quatre petites bandes, également délimitées de façon arbitraire. Elle inclut : le *proche infrarouge* (0,75 - 3  $\mu\text{m}$ ), l'*infrarouge central* (3 - 6  $\mu\text{m}$ ), l'*infrarouge lointain* (6 - 15  $\mu\text{m}$ ) et l'*infrarouge extrême* (15 - 100  $\mu\text{m}$ ). Bien que les longueurs d'onde soient indiquées en  $\mu\text{m}$  (micromètres), d'autres unités sont souvent utilisées pour mesurer la longueur d'onde dans cette zone spectrale, *par exemple* le nanomètre (nm) et l'Ångström (Å).

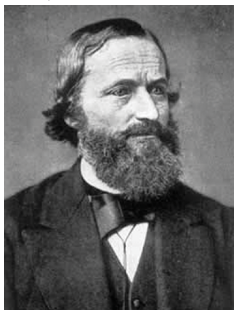
Voici la correspondance entre les différentes mesures de longueur d'onde :

$$10\,000\ \text{Å} = 1\,000\ \text{nm} = 1\ \mu = 1\ \mu\text{m}$$

### 31.3 Rayonnement d'un corps noir

Un corps noir désigne un objet qui absorbe le rayonnement qu'il reçoit, quelle que soit la longueur d'onde et l'angle d'incidence. L'appellation *noir* associée à un objet qui émet un rayonnement est expliqué par la loi de Kirchhoff (de *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824–1887), selon laquelle un corps capable d'absorber le rayonnement à n'importe quelle longueur d'onde est également capable d'émettre un rayonnement de la même façon.

10398803.a1



**Figure 31.2** Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887)

La conception d'une source de corps noir est en principe très simple. Les caractéristiques du rayonnement d'un trou dans une cavité isotherme constituée d'un matériau absorbant opaque représentent presque exactement les propriétés d'un corps noir. Une application pratique du principe de construction d'un absorbeur parfait de rayonnement est une boîte étanche à la lumière qui comporte une petite ouverture sur l'un des côtés. Le rayonnement qui passe par cette ouverture est alors diffusé et absorbé par des réflexions répétées. Par conséquent, seule une fraction infinitésimale peut éventuellement s'échapper. La « noirceur » obtenue à l'ouverture est presque identique à celle d'un corps noir et quasiment parfaite pour toutes les longueurs d'onde.



En chauffant cette boîte isotherme de manière adéquate, celle-ci devient alors une *cavité rayonnante*. Une cavité isotherme chauffée avec une température uniforme génère un rayonnement de corps noir, dont les caractéristiques sont déterminées uniquement par sa température. Ce type de cavité rayonnante est couramment utilisé comme source de rayonnement de référence dans les laboratoires d'étalonnage des instruments de thermographie, tels que les caméras FLIR Systems.

Si la température du rayonnement d'un corps noir dépasse 525 °C, la source commence à être visible de telle sorte qu'elle n'apparaît plus noire à l'œil. Il s'agit de la couleur rouge correspondant à la chaleur initiale du radiateur, qui devient ensuite orange ou jaune au fur et à mesure que la température augmente. En fait, la définition de la *température de couleur* d'un objet est la température à laquelle un corps noir devrait être chauffé pour avoir la même apparence dans le spectre visible.

Considérons maintenant trois expressions qui décrivent le rayonnement émis par un corps noir.

### 31.3.1 Loi de Planck

10399203.a1



**Figure 31.3** Max Planck (1858–1947)

*Max Planck* (1858–1947) a déterminé la distribution spectrale du rayonnement d'un corps noir à l'aide de la formule suivante :

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \left( e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1 \right)} \times 10^{-6} [\text{Watt} / \text{m}^2, \mu\text{m}]$$

où :

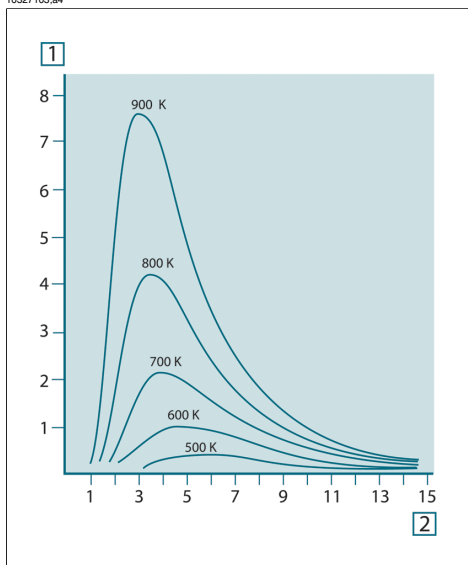
$W_{\lambda b}$	Exitance énergétique spectrale du corps noir à la longueur d'onde $\lambda$ .
-----------------	---

c	Vitesse de la lumière = $3 \times 10^8$ m/s
h	Constante de Planck = $6,6 \times 10^{-34}$ Joule s
k	Constante de Boltzmann = $1,4 \times 10^{-23}$ Joule/K
T	Température absolue (K) d'un corps noir
$\lambda$	Longueur d'onde ( $\mu\text{m}$ )

☛ Le facteur  $10^{-6}$  est utilisé car l'émissivité spectrale dans les courbes est exprimé en Watt/m<sup>2</sup>,  $\mu\text{m}$ .

La formule de Planck, lorsqu'elle est représentée sous forme graphique pour différentes températures, génère une famille de courbes. Suivant une courbe de Planck particulière, l'exitance spectrale est égale à zéro à  $\lambda = 0$ , puis elle atteint rapidement un maximum à une longueur d'onde  $\lambda_{\text{max}}$  et après l'avoir dépassée, elle s'approche à nouveau de zéro sur les longueurs d'onde très longues. Plus la température est élevée, plus la longueur d'onde où le maximum sera atteint est courte.

10327103.a4



**Figure 31.4** Exitance énergétique spectrale du corps noir selon la loi de Planck, représentée pour différentes températures absolues. **1** : Exitance énergétique spectrale ( $\text{W}/\text{cm}^2 \times 10^3(\mu\text{m})$ ) ; **2** : Longueur d'onde ( $\mu\text{m}$ )

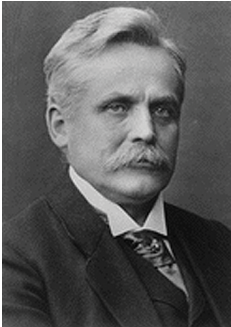
### 31.3.2 Loi de déplacement de Wien

En différenciant la formule de Planck par rapport à  $\lambda$  et en cherchant le maximum, nous obtenons :

$$\lambda_{\max} = \frac{2898}{T} [\mu\text{m}]$$

Il s'agit de la formule de Wien (*Wilhelm Wien*, 1864–1928). Elle exprime sous forme mathématique l'observation courante selon laquelle la couleur visible d'un corps rayonnant passe du rouge à l'orange ou au jaune au fur et à mesure que sa température augmente. La longueur d'onde de la couleur est identique à celle calculée pour  $\lambda_{\max}$ . Une bonne approximation de la valeur de  $\lambda_{\max}$  pour la température d'un corps noir est obtenue en appliquant la méthode empirique de  $3\,000/T \mu\text{m}$ . Ainsi, une étoile très chaude telle que Sirius (11 000 K), qui émet une lumière blanc-argenté, rayonne avec le pic de l'exitance énergétique dans le spectre ultraviolet invisible, à une longueur d'onde de  $0,27 \mu\text{m}$ .

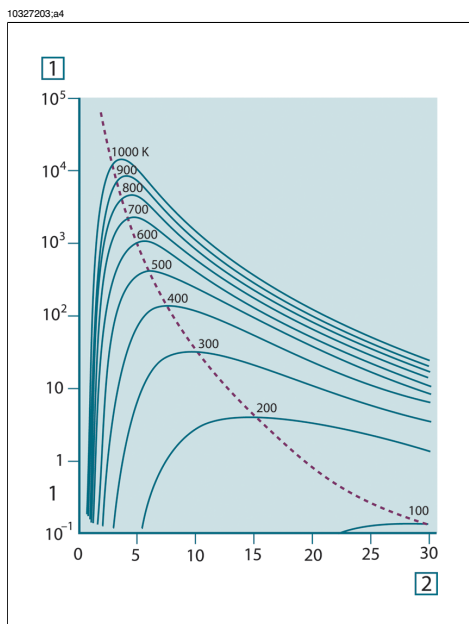
10389403.a1



**Figure 31.5** Wilhelm Wien (1864–1928)

Le soleil (environ 6000 K) émet une lumière jaune, dont le pic est d'environ  $0,5 \mu\text{m}$  au milieu du spectre de lumière visible.

A la température ambiante (300 K), le pic de l'exitance énergétique est de  $9,7 \mu\text{m}$ , dans l'infrarouge lointain, alors qu'à la température de l'azote liquide (77 K) le maximum de la quantité presque insignifiante de l'exitance énergétique se produit à  $38 \mu\text{m}$  dans l'infrarouge extrême.



**Figure 31.6** Courbes de Planck représentées sur des échelles semi-logarithmiques de 100 K à 1000 K. La ligne en pointillés relie les maxima des courbes comme l'indique la loi de déplacement de Wien. **1** : Exittance énergétique spectrale ( $W/cm^2 (\mu m)$ ) ; **2** : Longueur d'onde ( $\mu m$ ).

### 31.3.3 Loi de Stefan-Boltzmann

En intégrant la formule de Planck de  $\lambda = 0$  à  $\lambda = \infty$ , nous obtenons l'exittance énergétique totale ( $W_b$ ) d'un corps noir :

$$W_b = \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

Il s'agit de la formule de Stefan-Boltzmann (*Josef Stefan*, 1835–1893 et *Ludwig Boltzmann*, 1844–1906). Elle indique que le pouvoir émissif total d'un corps noir est proportionnel à sa température absolue à la puissance quatre. Du point de vue graphique,  $W_b$  représente la zone située en dessous de la courbe de Planck pour une température particulière. Il est possible de démontrer que l'exittance énergétique de l'intervalle  $\lambda = 0$  à  $\lambda_{max}$  n'est égale qu'à 25 % du total, ce qui représente le rayonnement solaire qui se trouve dans le spectre de la lumière visible.

10399303.a1



**Figure 31.7** Josef Stefan (1835–1893) et Ludwig Boltzmann (1844–1906)

Si nous calculons la puissance rayonnée par le corps humain à l'aide de la formule de Stefan-Boltzmann, à une température de 300 K et sur une surface externe d'environ 2 m<sup>2</sup>, nous obtenons 1 kW. Cette perte de puissance ne pourrait pas être supportée par un humain si elle n'était pas compensée a) par l'absorption de rayonnement des surfaces environnantes, à des températures ambiantes qui ne sont pas trop différentes de la température du corps, b) par l'ajout de vêtement.

### 31.3.4 Emetteurs non noirs

Jusqu'à présent, nous avons abordé uniquement le rayonnement des corps noirs. Cependant, dans la plupart des cas, les objets réels ne sont pas compatibles avec ces concepts dans une région de longueur d'onde étendue, même s'ils peuvent s'en approcher dans certains intervalles spectraux réduits. Par exemple, la peinture blanche semble parfaitement *blanche* dans le spectre de la lumière visible, mais elle devient distinctement *grise* à environ 2 μm, et au-delà de 3 μm, elle est presque *noire*.

Trois processus peuvent empêcher un objet réel d'agir comme un corps noir : une fraction du rayonnement incident  $\alpha$  peut être absorbée, une fraction  $\rho$  peut être réfléchie et une fraction  $\tau$  peut être transmise. Etant donné que tous ces facteurs dépendent plus ou moins de la longueur d'onde, l'indice  $\lambda$  est utilisé pour impliquer la dépendance spectrale de leur définition. Par conséquent :

- Le facteur spectral d'absorption  $\alpha_\lambda$  = le rapport de la puissance énergétique spectrale absorbée par un objet par rapport à son incident.
- Le facteur spectral de réflexion  $\rho_\lambda$  = le rapport de la puissance énergétique réfléchie par un objet par rapport à son incident.
- Le facteur spectral de transmission  $\tau_\lambda$  = le rapport de la puissance énergétique transmise par un objet par rapport à son incident.

La somme de ces trois facteurs est toujours égale à 1, quelle que soit la longueur d'onde. Ainsi, nous obtenons la relation :

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda + \tau_\lambda = 1$$

Pour les matériaux opaques  $\tau_\lambda = 0$  et la relation est simplifiée à :

$$\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Un autre facteur, appelé émissivité, est requis pour décrire la fraction  $\varepsilon$  de l'exitance énergétique d'un corps noir produit par un objet à une température spécifique. Par conséquent, nous avons la définition :

Le facteur spectral d'émissivité  $\varepsilon_\lambda$  = le rapport de la puissance énergétique d'un objet à la même température et la même longueur d'onde.

Exprimé sous forme mathématique, ce rapport peut être écrit comme celui du facteur spectral d'émissivité de l'objet sur celui d'un corps noir comme suit :

$$\varepsilon_\lambda = \frac{W_{\lambda o}}{W_{\lambda b}}$$

Généralement, il existe trois types de source de rayonnement, distingués par les façons dont le facteur spectral d'émissivité de chacun varie avec la longueur d'onde.

- Un corps noir, pour lequel  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$
- Un corps gris, pour lequel  $\varepsilon_\lambda = \varepsilon =$  constante inférieure à 1
- Un radiateur sélectif, pour lequel  $\varepsilon$  varie avec la longueur d'onde

Selon la loi de Kirchoff, pour n'importe quel matériau, les facteurs d'émissivité et d'absorption spectrales d'un corps sont égaux aux températures et longueurs d'onde définies. C'est-à-dire :

$$\varepsilon_\lambda = \alpha_\lambda$$

Nous obtenons pour un matériau opaque (puisque  $\alpha_\lambda + \rho_\lambda = 1$ ) :

$$\varepsilon_\lambda + \rho_\lambda = 1$$

Pour les matériaux très polis  $\varepsilon_\lambda$  est proche de zéro, de sorte que pour un matériau parfaitement réfléchissant (*par exemple* un miroir parfait) nous obtenons :

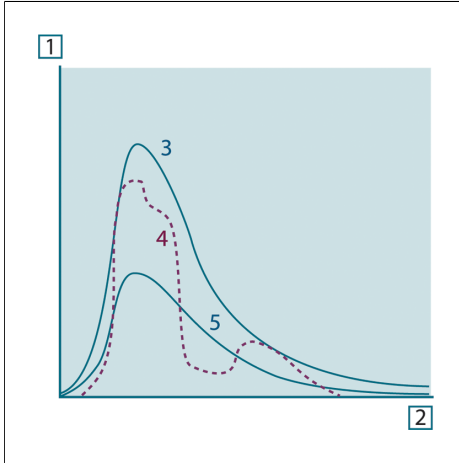
$$\rho_\lambda = 1$$

Pour un corps gris, la formule de Stefan-Boltzmann devient :

$$W = \varepsilon \sigma T^4 \text{ [Watt/m}^2\text{]}$$

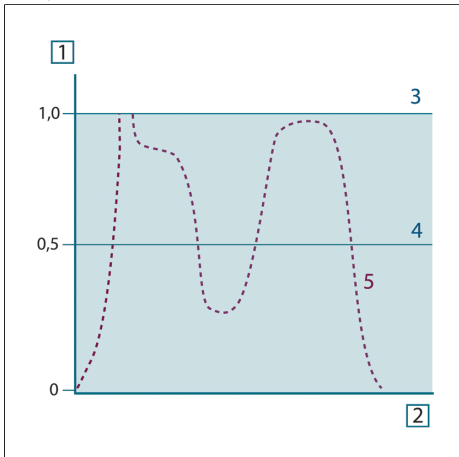
Cela signifie que la puissance émissive totale d'un corps gris est identique à celle d'un corps noir à la même température réduite proportionnellement à la valeur  $\varepsilon$  du corps gris.

10401203.a2



**Figure 31.8** Exitance énergétique et facteur spectral d'émissivité de trois types de radiateur. 1 : Exitance énergétique spectrale ; 2 : Longueur d'onde ; 3 : Corps noir ; 4 : Radiateur sélectif ; 5 : Corps gris.

10327303.a4



**Figure 31.9** Facteur spectral d'émissivité de trois types de radiateur. 1 : Facteur spectral d'émissivité ; 2 : Longueur d'onde ; 3 : Corps noir ; 4 : Corps gris ; 5 : Radiateur sélectif.

### 31.4 Matériaux infrarouges semi-transparents

Considérons maintenant un corps non métallique et semi-transparent, par exemple une plaque en plastique épaisse. Lorsque la plaque est chauffée, le rayonnement généré dans son volume doit se diriger vers les surfaces par l'intermédiaire du matériau dans lequel il est partiellement absorbé. De plus, lorsqu'il arrive à la surface, une partie est réfléchi à l'intérieur. Le rayonnement réfléchi à l'intérieur est de nouveau

partiellement absorbé, mais une partie arrive à l'autre surface, par laquelle la plus grande partie s'échappe ; une partie du rayonnement est de nouveau réfléchi. Bien que les réflexions progressives soient de plus en plus faibles, elles doivent être additionnées lorsque l'exitance totale de la plaque est calculée. Lorsque la série géométrique résultante est obtenue, le facteur d'émissivité réel d'un matériau semi-transparent est obtenu par la formule suivante :

$$\varepsilon_{\lambda} = \frac{(1 - \rho_{\lambda})(1 - \tau_{\lambda})}{1 - \rho_{\lambda}\tau_{\lambda}}$$

Lorsque la plaque devient opaque, la formule est réduite à :

$$\varepsilon_{\lambda} = 1 - \rho_{\lambda}$$

Cette dernière relation est particulièrement utile car il est souvent plus facile de mesurer la réflexion que de mesurer directement l'émissivité.

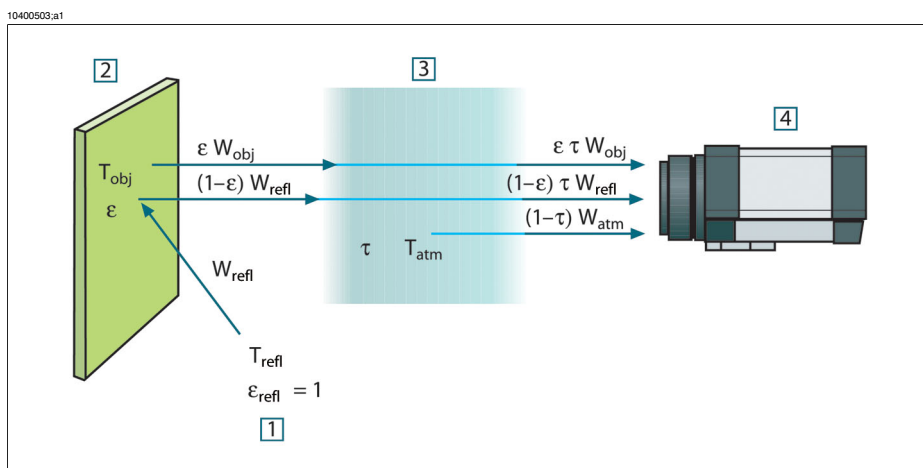


## 32 La formule de mesure

Comme cela a été dit précédemment, lorsque la caméra visualise un objet, elle reçoit également des rayonnements autres que ceux propres à l'objet. Elle perçoit également des rayonnements provenant du milieu environnant réfléchis par la surface de l'objet. Ces deux types de rayonnements sont quelque peu atténués par l'atmosphère du chemin de mesure. Un troisième type de rayonnement vient s'ajouter aux deux précédents : celui de l'atmosphère elle-même.

La description de la situation de mesure illustrée dans la figure ci-dessous, constitue une description des conditions réelles relativement fidèle. Ne sont pas pris en considération, par exemple, la lumière du soleil pénétrant dans l'atmosphère ou les rayonnements parasites provenant de sources de rayonnement intenses extérieures au champ de vision. Il est difficile de quantifier de telles interférences ; toutefois, elles sont généralement suffisamment faibles pour pouvoir être ignorées. Dans le cas où elles seraient trop importantes, la configuration de la mesure serait telle que le risque d'interférence serait manifeste, pour un spécialiste en tout cas. Il lui incombe donc de modifier la situation de la mesure de façon à supprimer toute interférence, par exemple en modifiant la direction du champ de vision, en faisant écran aux sources de rayonnement trop intenses, etc.

En partant de la description ci-dessus, il est possible d'utiliser la figure ci-dessous pour en dériver une formule de calcul de la température de l'objet à partir de la sortie de la caméra étalonnée.



**Figure 32.1** Une représentation schématique de la situation de mesure thermographique générale. 1 : Milieu environnant ; 2 : Objet ; 3 : Atmosphère ; 4 : Caméra

Si l'on part du principe que la puissance du rayonnement perçu  $W$  provenant de la source d'un corps noir d'une température  $T_{source}$  génère sur une courte distance un signal de sortie de caméra  $U_{source}$  qui est proportionnel à la puissance d'entrée (caméra à puissance linéaire). On peut alors écrire (Equation 1) :

$$U_{source} = CW(T_{source})$$

ou, en notation simplifiée :

$$U_{source} = CW_{source}$$

$C$  étant une constante.

Si la source doit être un corps gris avec exitance  $\varepsilon$ , le rayonnement reçu sera donc la  $\varepsilon W_{source}$ .

Nous sommes maintenant en mesure d'énoncer les trois formules de puissance de rayonnement obtenues :

1. – *Emission provenant de l'objet* =  $\varepsilon\tau W_{obj}$ ,  $\varepsilon$  l'exitance de l'objet et  $\tau$  étant le facteur de transmission de l'atmosphère. La température de l'objet est  $T_{obj}$ .

2 – *Emission réfléchie provenant de sources ambiantes* =  $(1 - \varepsilon)\tau W_{refl}$ ,  $(1 - \varepsilon)$  étant le facteur de réflexion de l'objet. Les sources ambiantes ont la température  $T_{refl}$ .

Nous sommes partis du principe que la température  $T_{refl}$  est identique pour toutes les surfaces qui émettent un rayonnement dans une demi-sphère à partir d'un point de la surface de l'objet. Bien sûr, cela correspond parfois une simplification de la réalité. Toutefois, il s'agit d'une simplification nécessaire pour dériver une formule exploitable, et  $T_{refl}$  peut, du moins en théorie, se voir attribuer une valeur représentant une température efficace dans un milieu environnant complexe.

Notez également que nous sommes partis du principe que l'exitance du milieu environnant = 1. Ce qui, selon la loi de Kirchhoff est correct : tout rayonnement venant frapper les surfaces des milieux environnants peut être absorbé par ces mêmes surfaces. Ainsi l'exitance = 1. (Notez également que la dernière discussion requiert la prise en compte de la totalité de la sphère autour de l'objet.)

3 – *Emission provenant de l'atmosphère* =  $(1 - \tau)\tau W_{atm}$   $(1 - \tau)$  étant l'exitance de l'atmosphère. La température de l'atmosphère est  $T_{atm}$ .

Le total de la puissance de rayonnement reçu peut alors être énoncé comme suit (Equation 2) :

$$W_{tot} = \varepsilon\tau W_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau W_{refl} + (1 - \tau) W_{atm}$$

On multiplie chaque terme par la constante C de l'Equation 1 et on remplace les produits CW par la valeur U correspondante selon la même équation, et on obtient (Equation 3) :

$$U_{tot} = \varepsilon\tau U_{obj} + (1 - \varepsilon)\tau U_{refl} + (1 - \tau)U_{atm}$$

Résoudre l'Equation 3 pour  $U_{obj}$  (Equation 4) :

$$U_{obj} = \frac{1}{\varepsilon\tau} U_{tot} - \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} U_{refl} - \frac{1 - \tau}{\varepsilon\tau} U_{atm}$$

Ceci est la formule de mesure générale utilisée dans tout équipement thermographique de FLIR Systems. Les voltages de la formule sont :

**Figure 32.2** Voltages

$U_{obj}$	Voltage de sortie de la caméra calculé pour un corps noir d'une température $T_{obj}$ , par ex. un voltage pouvant être directement converti en une température d'objet réelle.
$U_{tot}$	Voltage de sortie de caméra mesuré pour le cas présent.
$U_{refl}$	En théorie, le voltage de sortie de caméra pour un corps noir d'une température $T_{refl}$ selon l'étalonnage.
$U_{atm}$	En théorie, le voltage de sortie de caméra pour un corps noir d'une température $T_{atm}$ selon l'étalonnage.

L'utilisateur doit fournir un certain nombre de valeurs de paramètres pour le calcul :

- exittance de l'objet  $\varepsilon$ ,
- humidité relative,
- $T_{atm}$
- distance de l'objet ( $D_{obj}$ ),
- température (réelle) du milieu environnant de l'objet, ou la température ambiante réfléchie  $T_{refl}$ , et
- température de l'atmosphère  $T_{atm}$ .

Cette tâche peut parfois s'avérer difficile pour l'utilisateur étant donné qu'il n'existe aucun moyen d'obtenir facilement des valeurs précises de l'exittance et du facteur de transmission pour le cas présent. Les deux températures sont normalement moins difficiles à établir, à condition que le milieu environnant ne contienne pas de sources de rayonnement trop intenses ni trop importantes.

Une question se pose alors : Est-il primordial de connaître les valeurs exactes de ces paramètres ? A ce stade, il est intéressant de se pencher sur le problème en se référant aux différents cas de figure et de comparer les magnitudes relatives de trois termes de rayonnement. Vous verrez alors dans quels cas il est important d'utiliser des valeurs correctes pour ces paramètres.

Les figures ci-dessous illustrent les magnitudes relatives dans trois exemples de rayonnement pour trois températures d'objet différentes, deux exitances et deux gammes spectrales : SW et LW. Les autres paramètres ont les valeurs suivantes, lesquelles restent inchangées :

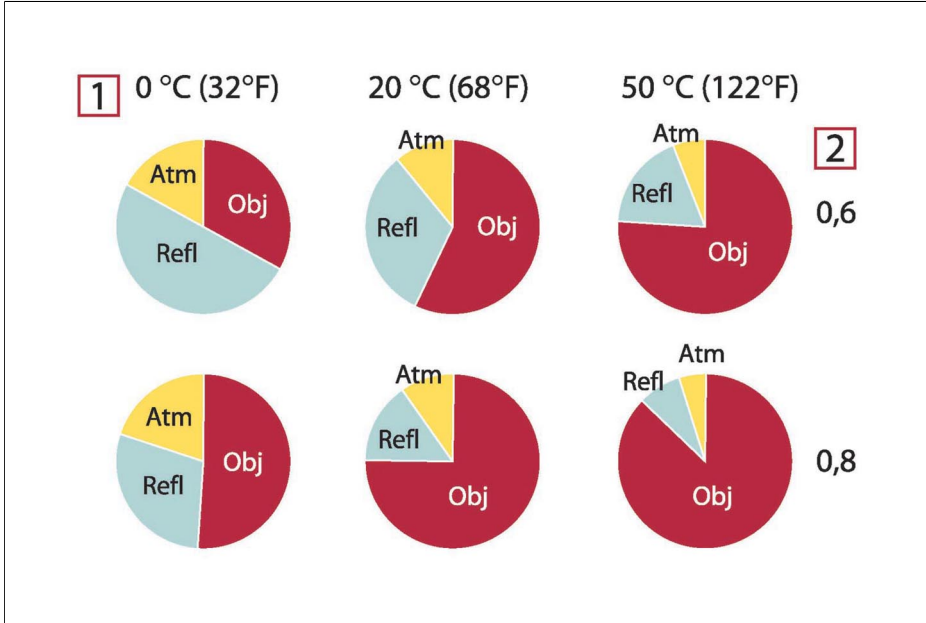
- $\tau = 0,88$
- $T_{\text{refl}} = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $T_{\text{atm}} = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Il est évident que les mesures de températures d'objet basses posent plus problèmes que les mesures de températures élevées étant donné que les sources de rayonnement « perturbatrices » sont plus importantes dans le premier cas. Si l'exitance de l'objet est basse, la situation s'en trouvera encore plus compliquée.

Il ne nous reste plus qu'à répondre à la question de l'importance d'autoriser la courbe d'étalonnage au delà du point maximum d'étalonnage, ce que nous appelons extrapolation. Supposons que dans un cas de mesure nous obtenions  $U_{\text{tot}} = 4,5$  volts. Le point d'étalonnage maximal pour la caméra était de l'ordre de 4,1 volts, une valeur inconnue de l'utilisateur. Ainsi, même si l'objet devait être un corps noir, par ex.  $U_{\text{obj}} = U_{\text{tot}}$ , en convertissant les 4,5 volts en température, nous procédons en réalité à l'extrapolation de la courbe de l'étalonnage.

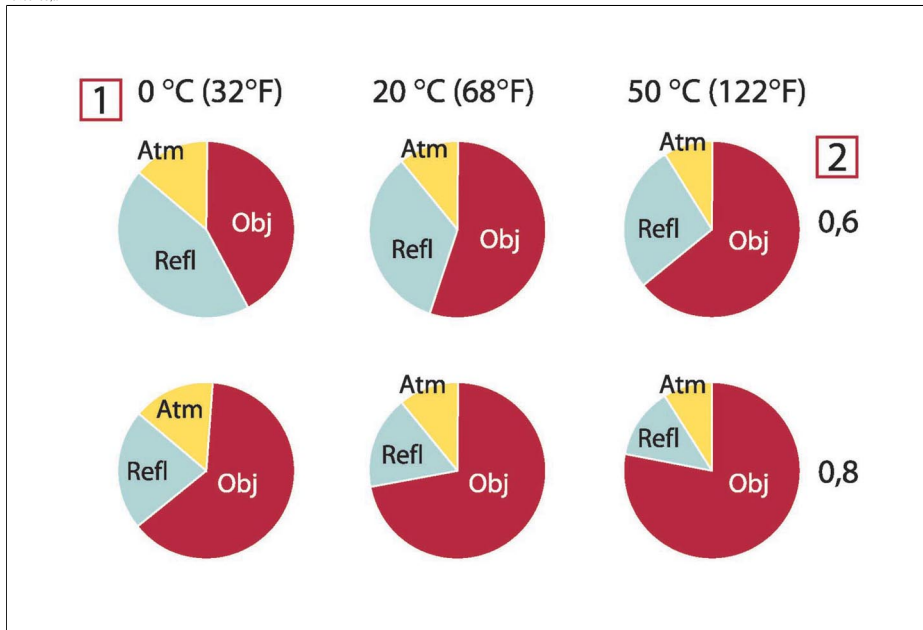
Supposons à présent que l'objet ne soit pas noir, mais qu'il ait une exitance de 0,75 et un facteur de transmission de 0,92. Supposons également que les deux seconds termes de l'Equation 4 atteignent environ 0,5 volts à eux-deux. En calculant  $U_{\text{obj}}$  à l'aide de l'Equation 4, on obtient alors  $U_{\text{obj}} = 4,5 / 0,75 / 0,92 - 0,5 = 6,0$ . Il s'agit là d'une extrapolation extrême, si l'on considère que l'amplificateur vidéo limite probablement la sortie à 5 volts ! Notez, cependant, que l'application de la courbe d'étalonnage reste un procédé théorique, qui ne fait pas état de limitations électroniques ou autres. Nous pensons que si la caméra ne présente aucune limitation de signal, et si l'étalonnage est largement supérieur à 5 volts, la courbe résultante serait identique à la courbe réelle extrapolée supérieure à 4,1volts, à condition que l'agorithme d'étalonnage soit basé sur la radiophysique, comme l'algorithmme de FLIR Systems. Naturellement il doit y avoir une limite à de telles extrapolations.

10400603.a2



**Figure 32.3** Magnitudes relatives de sources de rayonnement sous différentes conditions de mesure (caméra SW). **1** : Température de l'objet ; **2** : Exitance ; **Obj** : Rayonnement d'objet ; **Refl** : Rayonnement réfléchi ; **Atm** : rayonnement de l'atmosphère. Paramètres fixes :  $\tau = 0,88$  ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$  ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$ .

10400703.a2



**Figure 32.4** Magnitudes relatives de sources de rayonnement sous différentes conditions de mesure (caméra LW). **1** : Température de l'objet ; **2** : Exitance ; **Obj** : Rayonnement d'objet ; **Refl** : Rayonnement réfléchi ; **Atm** : rayonnement de l'atmosphère. Paramètres fixes :  $\tau = 0,88$  ;  $T_{\text{refl}} = 20 \text{ °C}$  ;  $T_{\text{atm}} = 20 \text{ °C}$ .

---

# 33 Tables des émissivités

Cette section rassemble les données d'émissivité issues des publications relatives à l'infrarouge et des mesures issues des systèmes FLIR Systems.

## 33.1 Références

1	Mikaél A. Bramson : <i>Infrared Radiation, A Handbook for Applications</i> . Plenum press, N.Y.
2	William L. Wolfe, George J. Zissis : <i>The Infrared Handbook</i> , Office of Naval Research, Department of Navy. Washington, D.C.
3	Madding, R. P. : <i>Thermographic Instruments and systems</i> . Madison, Wisconsin : University of Wisconsin - Extension, Department of Engineering and Applied Science.
4	William L. Wolfe : <i>Handbook of Military Infrared Technology</i> , Office of Naval Research, Department of Navy. Washington, D.C.
5	Jones, Smith, Probert : <i>External thermography of buildings...</i> Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers, vol. 110, Industrial and Civil Applications of Infrared Technology. London, June 1977.
6	Paljak, Pettersson : <i>Thermography of Buildings</i> . Swedish Building Research Institute. Stockholm, 1972.
7	Vlcek, J : <i>Determination of emissivity with imaging radiometers and some emissivities at <math>\lambda = 5 \mu\text{m}</math></i> . Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.
8	Kern : <i>Evaluation of infrared emission of clouds and ground as measured by weather satellites</i> . Defence Documentation Center, AD 617 417.
9	Öhman, Claes : <i>Emittansmätningar med AGEMA E-Box</i> . Teknisk rapport, AGEMA 1999. (Emittance measurements using AGEMA E-Box. Technical report, AGEMA 1999.)
10	Matteï, S., Tang-Kwor, E : <i>Emissivity measurements for Nextel Velvet coating 811-21 between <math>-36^{\circ}\text{C}</math> AND <math>82^{\circ}\text{C}</math></i> .
11	Lohrengel & Todtenhaupt (1996)
12	ITC Technical publication 32.
13	ITC Technical publication 29.

## 33.2 Remarque importante concernant les tables d'émissivité

Les valeurs d'émissivité du tableau ci-dessous sont enregistrées à l'aide d'une caméra ondes courtes (SW). Ces valeurs ne sont que des recommandations et sont à utiliser avec précaution.

### 33.3 Tables

**Figure 33.1 T** : Spectre total ; **SW** : 2–5  $\mu\text{m}$  ; **LW** : 8–14  $\mu\text{m}$  ; **LLW** : 6,5–20  $\mu\text{m}$  ; **1** : Matériau ; **2** : Caractéristiques ; **3** : Température en  $^{\circ}\text{C}$  ; **4** : Spectre ; **5** : Emissivité ; **6** : Référence

1	2	3	4	5	6
3M type 35	Ruban adhésif isolant vinyle (plusieurs couleurs)	< 80	LW	Environ 0,96	13
3M type 88	Ruban adhésif isolant vinyle noir	< 105	LW	Environ 0,96	13
3M type 88	Ruban adhésif isolant vinyle noir	< 105	MW	< 0,96	13
3M type Super 33+	Ruban adhésif isolant vinyle noir	< 80	LW	Environ 0,96	13
Acier inoxydable	alliage, 8 % Ni, 18 % Cr	500	T	0,35	1
Acier inoxydable	feuille, polie	70	LW	0,14	9
Acier inoxydable	feuille, polie	70	SW	0,18	9
Acier inoxydable	feuille non traitée, légèrement grattée	70	LW	0,28	9
Acier inoxydable	feuille non traitée, légèrement grattée	70	SW	0,30	9
Acier inoxydable	laminé	700	T	0,45	1
Acier inoxydable	sablé	700	T	0,70	1
Acier inoxydable	type 18–8, poncé	20	T	0,16	2
Acier inoxydable	type 18-8, oxydé à 800 $^{\circ}\text{C}$	60	T	0,85	2
Aluminium	anodisé, gris clair, mat	70	LW	0,97	9
Aluminium	anodisé, gris clair, mat	70	SW	0,61	9
Aluminium	anodisé, noir, mat	70	LW	0,95	9
Aluminium	anodisé, noir, mat	70	SW	0,67	9
Aluminium	déposé sous vide	20	T	0,04	2



1	2	3	4	5	6
Aluminium	feuille	27	3 $\mu\text{m}$	0,09	3
Aluminium	feuille	27	10 $\mu\text{m}$	0,04	3
Aluminium	feuille, 4 échantillons grattés de façons différentes	70	LW	0,03–0,06	9
Aluminium	feuille, 4 échantillons grattés de façons différentes	70	SW	0,05–0,08	9
Aluminium	feuille anodisée	100	T	0,55	2
Aluminium	fonte, nettoyée sous pression	70	LW	0,46	9
Aluminium	fonte, nettoyée sous pression	70	SW	0,47	9
Aluminium	fortement patiné	17	SW	0,83–0,94	5
Aluminium	oxydé, fortement	50–500	T	0,2–0,3	1
Aluminium	plaque polie	100	T	0,05	4
Aluminium	poli	50–100	T	0,04–0,06	1
Aluminium	poli, feuille	100	T	0,05	2
Aluminium	rugosifié	27	3 $\mu\text{m}$	0,28	3
Aluminium	rugosifié	27	10 $\mu\text{m}$	0,18	3
Aluminium	surface brute	20–50	T	0,06–0,07	1
Aluminium	tel quel, feuille	100	T	0,09	2
Aluminium	tel quel, plaque	100	T	0,09	4
Aluminium	trempe dans du HNO <sub>3</sub> , plaque	100	T	0,05	4
Amiante	ardoise	20	T	0,96	1
Amiante	Carrelage pour sol	35	SW	0,94	7
Amiante	panneau	20	T	0,96	1
Amiante	papier	40–400	T	0,93–0,95	1
Amiante	poudre		T	0,40–0,60	1
Amiante	toile		T	0,78	1

1	2	3	4	5	6
Argent	poli	100	T	0,03	2
Argent	pur, poli	200–600	T	0,02–0,03	1
Argile	cuite	70	T	0,91	1
Asphalte routier		4	LLW	0,967	8
Béton		20	T	0,92	2
Béton	allée	5	LLW	0,974	8
Béton	brut	17	SW	0,97	5
Béton	sec	36	SW	0,95	7
Bois		17	SW	0,98	5
Bois		19	LLW	0,962	8
Bois	blanc, humide	20	T	0,7–0,8	1
Bois	chêne raboté	20	T	0,90	2
Bois	chêne raboté	70	LW	0,88	9
Bois	chêne raboté	70	SW	0,77	9
Bois	contreplaqué, finition lisse, sec	36	SW	0,82	7
Bois	contreplaqué, non traité	20	SW	0,83	6
Bois	pin, 4 échantillons différents	70	LW	0,81–0,89	9
Bois	pin, 4 échantillons différents	70	SW	0,67–0,75	9
Bois	poli		T	0,5–0,7	1
Bois	raboté	20	T	0,8–0,9	1
Brique	alumine	17	SW	0,68	5
Brique	argile réfractaire	20	T	0,85	1
Brique	argile réfractaire	1000	T	0,75	1
Brique	argile réfractaire	1200	T	0,59	1
Brique	brique réfractaire	17	SW	0,68	5
Brique	commune	17	SW	0,86–0,81	5

1	2	3	4	5	6
Brique	hydrofuge	17	SW	0,87	5
Brique	maçonnerie	35	SW	0,94	7
Brique	maçonnerie, plâtrée	20	T	0,94	1
Brique	réfractaire, corindon	1000	T	0,46	1
Brique	réfractaire, faiblement rayonnante	500–1000	T	0,65–0,75	1
Brique	réfractaire, fortement rayonnante	500–1000	T	0,8–0,9	1
Brique	réfractaire, magnésite	1000–1300	T	0,38	1
Brique	rouge, brut	20	T	0,88–0,93	1
Brique	rouge, commune	20	T	0,93	2
Brique	silice, 95 % SiO <sub>2</sub>	1230	T	0,66	1
Brique	silice de dinas, émaillée, brute	1100	T	0,85	1
Brique	silice de dinas, non émaillée, brute	1000	T	0,80	1
Brique	silice de dinas, réfractaire	1000	T	0,66	1
Brique	sillimanite, 33 % SiO <sub>2</sub> , 64 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1500	T	0,29	1
Bronze	bronze de phosphore	70	LW	0,06	9
Bronze	bronze de phosphore	70	SW	0,08	9
Bronze	poli	50	T	0,1	1
Bronze	poreux, brut	50–150	T	0,55	1
Bronze	poudre		T	0,76–0,80	1
Bronze d'aluminium		20	T	0,60	1

1	2	3	4	5	6
Caoutchouc	dur	20	T	0,95	1
Caoutchouc	souple, gris, brut	20	T	0,95	1
Carbone	noir de fumée	20–400	T	0,95–0,97	1
Carbone	poudre de charbon de bois		T	0,96	1
Carbone	poudre de graphite		T	0,97	1
Carbone	suie de bougie	20	T	0,95	2
Carbone	surface graphite, limée	20	T	0,98	2
Chaux			T	0,3–0,4	1
Chrome	poli	50	T	0,10	1
Chrome	poli	500–1000	T	0,28–0,38	1
Ciment		17	SW	0,87	5
Ciment	sec	36	SW	0,94	7
Cuir	tanné		T	0,75–0,80	1
Cuivre	commercial, lustré	20	T	0,07	1
Cuivre	électrolytique, poli	–34	T	0,006	4
Cuivre	électrolytique, soigneusement poli	80	T	0,018	1
Cuivre	en fusion	1100–1300	T	0,13–0,15	1
Cuivre	oxydé	50	T	0,6–0,7	1
Cuivre	oxydé, fortement	20	T	0,78	2
Cuivre	oxydé, noir	27	T	0,78	4
Cuivre	oxydé en noir		T	0,88	1
Cuivre	poli	50–100	T	0,02	1
Cuivre	poli	100	T	0,03	2
Cuivre	poli, commercial	27	T	0,03	4
Cuivre	poli, par moyen mécanique	22	T	0,015	4

1	2	3	4	5	6
Cuivre	pur, surface soignée soigneusement préparée	22	T	0,008	4
Cuivre	raclé	27	T	0,07	4
Cuivre jaune	feuille, laminée	20	T	0,06	1
Cuivre jaune	feuille, poncée avec de la toile émeri	20	T	0,2	1
Cuivre jaune	mat, terni	20–350	T	0,22	1
Cuivre jaune	oxydé	70	SW	0,04–0,09	9
Cuivre jaune	oxydé	70	LW	0,03–0,07	9
Cuivre jaune	oxydé	100	T	0,61	2
Cuivre jaune	oxydé à 600 °C	200–600	T	0,59–0,61	1
Cuivre jaune	poli	200	T	0,03	1
Cuivre jaune	poli, fortement	100	T	0,03	2
Cuivre jaune	poncé avec de la toile émeri grain 80	20	T	0,20	2
Dioxyde de cuivre	poudre		T	0,84	1
Eau	couche de >0,1 mm d'épais- seur	0–100	T	0,95–0,98	1
Eau	cristaux gelés	–10	T	0,98	2
Eau	distillée	20	T	0,96	2
Eau	glace, lisse	–10	T	0,96	2
Eau	glace, lisse	0	T	0,97	1
Eau	glace, recouverte de givre épais	0	T	0,98	1
Eau	neige		T	0,8	1
Eau	neige	–10	T	0,85	2
Ebonite			T	0,89	1
Email		20	T	0,9	1

1	2	3	4	5	6
Email	verniss	20	T	0,85–0,95	1
Emeri	gros grain	80	T	0,85	1
Étain	acier en feuille plaqué d'étain	100	T	0,07	2
Étain	lustré	20–50	T	0,04–0,06	1
Fer, fonte	fonte	50	T	0,81	1
Fer, fonte	lingots	1000	T	0,95	1
Fer, fonte	liquide	1300	T	0,28	1
Fer, fonte	non corroyé	900–1100	T	0,87–0,95	1
Fer, fonte	oxydé	38	T	0,63	4
Fer, fonte	oxydé	100	T	0,64	2
Fer, fonte	oxydé	260	T	0,66	4
Fer, fonte	oxydé	538	T	0,76	4
Fer, fonte	oxydé à 600 °C	200–600	T	0,64–0,78	1
Fer, fonte	poli	38	T	0,21	4
Fer, fonte	poli	40	T	0,21	2
Fer, fonte	poli	200	T	0,21	1
Fer, fonte	usiné	800–1000	T	0,60–0,70	1
Fer et acier	brillant, gravé	150	T	0,16	1
Fer et acier	brut, surface plane	50	T	0,95–0,98	1
Fer et acier	corroyé, poli avec soin	40–250	T	0,28	1
Fer et acier	couche d'oxyde brillante, feuille	20	T	0,82	1
Fer et acier	couvert de rouille rouge	20	T	0,61–0,85	1
Fer et acier	électrolytique	22	T	0,05	4
Fer et acier	électrolytique	100	T	0,05	4
Fer et acier	électrolytique	260	T	0,07	4
Fer et acier	électrolytique, soi- gneusement poli	175–225	T	0,05–0,06	1

1	2	3	4	5	6
Fer et acier	feuille laminée	50	T	0,56	1
Fer et acier	feuille polie	750–1050	T	0,52–0,56	1
Fer et acier	feuille polie	950–1100	T	0,55–0,61	1
Fer et acier	feuille très rouillée	20	T	0,69	2
Fer et acier	fortement oxydé	50	T	0,88	1
Fer et acier	fortement oxydé	500	T	0,98	1
Fer et acier	juste laminé	20	T	0,24	1
Fer et acier	juste poncé avec de la toile émeri	20	T	0,24	1
Fer et acier	laminé à chaud	20	T	0,77	1
Fer et acier	laminé à chaud	130	T	0,60	1
Fer et acier	laminé à froid	70	LW	0,09	9
Fer et acier	laminé à froid	70	SW	0,20	9
Fer et acier	oxydé	100	T	0,74	1
Fer et acier	oxydé	100	T	0,74	4
Fer et acier	oxydé	125–525	T	0,78–0,82	1
Fer et acier	oxydé	200	T	0,79	2
Fer et acier	oxydé	200–600	T	0,80	1
Fer et acier	oxydé	1227	T	0,89	4
Fer et acier	poli	100	T	0,07	2
Fer et acier	poli	400–1000	T	0,14–0,38	1
Fer et acier	rouillé, rouge	20	T	0,69	1
Fer et acier	rouillé (couleur rouge), feuille	22	T	0,69	4
Fer et acier	très rouillé	17	SW	0,96	5
Fer étamé	feuille	24	T	0,064	4
Fer galvanisé	feuille	92	T	0,07	4
Fer galvanisé	feuille, oxydée	20	T	0,28	1
Fer galvanisé	feuille lustrée	30	T	0,23	1

1	2	3	4	5	6
Fer galvanisé	très oxydé	70	LW	0,85	9
Fer galvanisé	très oxydé	70	SW	0,64	9
Glace : voir Eau					
Goudron			T	0,79–0,84	1
Goudron	papier	20	T	0,91–0,93	1
Granite	brut	21	LLW	0,879	8
Granite	brut, 4 échantillons différents	70	LW	0,77–0,87	9
Granite	brut, 4 échantillons différents	70	SW	0,95–0,97	9
Granite	poli	20	LLW	0,849	8
Grès	brut	19	LLW	0,935	8
Grès	poli	19	LLW	0,909	8
Gypse		20	T	0,8–0,9	1
Huile, lubrifiante	film de 0,025 mm	20	T	0,27	2
Huile, lubrifiante	film de 0,050 mm	20	T	0,46	2
Huile, lubrifiante	film de 0,125 mm	20	T	0,72	2
Huile, lubrifiante	film sur base Ni : base Ni uniquement	20	T	0,05	2
Huile, lubrifiante	revêtement épais	20	T	0,82	2
Hydroxyde d'aluminium	poudre		T	0,28	1
Krylon Ultra-flat black 1602	Noire mate	Température ambiante jusqu'à 175	LW	Environ 0,96	12
Krylon Ultra-flat black 1602	Noire mate	Température ambiante jusqu'à 175	MW	Environ 0,97	12
Magnésium		22	T	0,07	4
Magnésium		260	T	0,13	4
Magnésium		538	T	0,18	4
Magnésium	poli	20	T	0,07	2



1	2	3	4	5	6
Magnésium en poudre			T	0,86	1
Minium de plomb		100	T	0,93	4
Minium de plomb, poudre		100	T	0,93	1
Molybdène		600–1000	T	0,08–0,13	1
Molybdène		1500–2200	T	0,19–0,26	1
Molybdène	filament	700–2500	T	0,1–0,3	1
Mosaïque	émaillée	17	SW	0,94	5
Neige : voir Eau					
Nextel Velvet 811-21 Black	Noire mate	–60–150	LW	> 0,97	10 et 11
Nichrome	fil, nettoyé	50	T	0,65	1
Nichrome	fil, nettoyé	500–1000	T	0,71–0,79	1
Nichrome	fil, oxydé	50–500	T	0,95–0,98	1
Nichrome	laminé	700	T	0,25	1
Nichrome	sablé	700	T	0,70	1
Nickel	déposé électrolytiquement, poli	20	T	0,05	2
Nickel	déposé électrolytiquement sur fer, non poli	20	T	0,11–0,40	1
Nickel	déposé électrolytiquement sur fer, non poli	22	T	0,11	4
Nickel	déposé électrolytiquement sur fer, poli	22	T	0,045	4
Nickel	électrolytique	22	T	0,04	4
Nickel	électrolytique	38	T	0,06	4
Nickel	électrolytique	260	T	0,07	4
Nickel	électrolytique	538	T	0,10	4
Nickel	fil	200–1000	T	0,1–0,2	1

1	2	3	4	5	6
Nickel	mat clair	122	T	0,041	4
Nickel	oxydé	200	T	0,37	2
Nickel	oxydé	227	T	0,37	4
Nickel	oxydé	1227	T	0,85	4
Nickel	oxydé à 600 °C	200–600	T	0,37–0,48	1
Nickel	poli	122	T	0,045	4
Nickel	pur (commercial), poli	100	T	0,045	1
Nickel	pur (commercial), poli	200–400	T	0,07–0,09	1
Or	poli	130	T	0,018	1
Or	poli, fortement	100	T	0,02	2
Or	poli, soigneusement	200–600	T	0,02–0,03	1
Oxyde d'aluminium	activé, poudre		T	0,46	1
Oxyde d'aluminium	pur, poudre		T	0,16	1
Oxyde de cuivre	rouge, poudre		T	0,70	1
Oxyde de nickel		500–650	T	0,52–0,59	1
Oxyde de nickel		1000–1250	T	0,75–0,86	1
Panneau de particules	non traité	20	SW	0,90	6
Papier	4 couleurs différentes	70	LW	0,92–0,94	9
Papier	4 couleurs différentes	70	SW	0,68–0,74	9
Papier	à lettres de luxe blanc	20	T	0,93	2
Papier	blanc	20	T	0,7–0,9	1
Papier	blanc, 3 éclats différents	70	LW	0,88–0,90	9

1	2	3	4	5	6
Papier	blanc, 3 éclats différents	70	SW	0,76–0,78	9
Papier	bleu, foncé		T	0,84	1
Papier	jaune		T	0,72	1
Papier	noir		T	0,90	1
Papier	noir, mat		T	0,94	1
Papier	noir, mat	70	LW	0,89	9
Papier	noir, mat	70	SW	0,86	9
Papier	recouvert de vernis noir		T	0,93	1
Papier	rouge		T	0,76	1
Papier	vert		T	0,85	1
Papier peint	motif léger, gris clair	20	SW	0,85	6
Papier peint	motif léger, rouge	20	SW	0,90	6
Peau	humaine	32	T	0,98	2
Peinture	8 différentes couleurs et qualités	70	LW	0,92–0,94	9
Peinture	8 différentes couleurs et qualités	70	SW	0,88–0,96	9
Peinture	à l'huile	17	SW	0,87	5
Peinture	à l'huile, différentes couleurs	100	T	0,92–0,96	1
Peinture	à l'huile, grise, brillante	20	SW	0,96	6
Peinture	à l'huile, grise, mate	20	SW	0,97	6
Peinture	à l'huile, moyenne de 16 couleurs	100	T	0,94	2
Peinture	à l'huile, noire, brillante	20	SW	0,92	6
Peinture	à l'huile, noire, mate	20	SW	0,94	6

1	2	3	4	5	6
Peinture	Aluminium, de différents âges	50–100	T	0,27–0,67	1
Peinture	cadmium jaune		T	0,28–0,33	1
Peinture	chrome vert		T	0,65–0,70	1
Peinture	cobalt bleu		T	0,7–0,8	1
Peinture	plastique, blanche	20	SW	0,84	6
Peinture	plastique, noire	20	SW	0,95	6
Plaque de fibres	aggloméré	70	LW	0,88	9
Plaque de fibres	aggloméré	70	SW	0,75	9
Plaque de fibres	dure, non traitée	20	SW	0,85	6
Plaque de fibres	panneau de particules	70	LW	0,89	9
Plaque de fibres	panneau de particules	70	SW	0,77	9
Plaque de fibres	poreuse, non traitée	20	SW	0,85	6
Plastique	plaque d'isolation en polyuréthane	70	LW	0,55	9
Plastique	plaque d'isolation en polyuréthane	70	SW	0,29	9
Plastique	PVC, sol plastique, mat, structuré	70	LW	0,93	9
Plastique	PVC, sol plastique, mat, structuré	70	SW	0,94	9
Plastique	stratifié en fibre de verre (carte de circuit imprimé)	70	LW	0,91	9
Plastique	stratifié en fibre de verre (carte de circuit imprimé)	70	SW	0,94	9
Platine		17	T	0,016	4
Platine		22	T	0,03	4

1	2	3	4	5	6
Platine		100	T	0,05	4
Platine		260	T	0,06	4
Platine		538	T	0,10	4
Platine		1000–1500	T	0,14–0,18	1
Platine		1094	T	0,18	4
Platine	fil	50–200	T	0,06–0,07	1
Platine	fil	500–1000	T	0,10–0,16	1
Platine	fil	1400	T	0,18	1
Platine	pur, poli	200–600	T	0,05–0,10	1
Platine	ruban	900–1100	T	0,12–0,17	1
Plâtre		17	SW	0,86	5
Plâtre	panneau de plâtre, non traité	20	SW	0,90	6
Plâtre	revêtement brut	20	T	0,91	2
Plomb	brillant	250	T	0,08	1
Plomb	non oxydé, poli	100	T	0,05	4
Plomb	oxydé, gris	20	T	0,28	1
Plomb	oxydé, gris	22	T	0,28	4
Plomb	oxydé à 200 °C	200	T	0,63	1
Polystyrène expansé	isolation	37	SW	0,60	7
Porcelaine	blanche, brillante		T	0,70–0,75	1
Porcelaine	émailée	20	T	0,92	1
Sable			T	0,60	1
Sable		20	T	0,90	2
Scories	chaudière	0–100	T	0,97–0,93	1
Scories	chaudière	200–500	T	0,89–0,78	1
Scories	chaudière	600–1200	T	0,76–0,70	1
Scories	chaudière	1400–1800	T	0,69–0,67	1

## 33 – Tables des émissivités

1	2	3	4	5	6
Sol	saturé d'eau	20	T	0,95	2
Sol	sec	20	T	0,92	2
Stuc	brut, chaulé	10–90	T	0,91	1
Tissus	noir	20	T	0,98	1
Titane	oxydé à 540 °C	200	T	0,40	1
Titane	oxydé à 540 °C	500	T	0,50	1
Titane	oxydé à 540 °C	1000	T	0,60	1
Titane	poli	200	T	0,15	1
Titane	poli	500	T	0,20	1
Titane	poli	1000	T	0,36	1
Tungstène		200	T	0,05	1
Tungstène		600–1000	T	0,1–0,16	1
Tungstène		1500–2200	T	0,24–0,31	1
Tungstène	filament	3300	T	0,39	1
Vernis	3 couleurs pulvérisées sur aluminium	70	LW	0,92–0,94	9
Vernis	3 couleurs pulvérisées sur aluminium	70	SW	0,50–0,53	9
Vernis	Aluminium sur une surface brute	20	T	0,4	1
Vernis	bakélite	80	T	0,83	1
Vernis	blanc	40–100	T	0,8–0,95	1
Vernis	blanc	100	T	0,92	2
Vernis	mat	20	SW	0,93	6
Vernis	noir, brillant, pulvérisé sur fer	20	T	0,87	1
Vernis	noir, mat	40–100	T	0,96–0,98	1
Vernis	noir, mat	100	T	0,97	2

1	2	3	4	5	6
Vernis	résistant à la chaleur	100	T	0,92	1
Vernis	sur sol recouvert de parquet en chêne	70	LW	0,90–0,93	9
Vernis	sur sol recouvert de parquet en chêne	70	SW	0,90	9
Zinc	feuille	50	T	0,20	1
Zinc	oxydé à 400 °C	400	T	0,11	1
Zinc	poli	200–300	T	0,04–0,05	1
Zinc	surface oxydée	1000–1200	T	0,50–0,60	1

---

**A note on the technical production of this publication**

This publication was produced using XML—the *eXtensible Markup Language*. For more information about XML, please visit <http://www.w3.org/XML/>

**A note on the typeface used in this publication**

This publication was typeset using Swiss 721, which is Bitstream's pan-European version of the Helvetica™ typeface. Helvetica™ was designed by Max Miedinger (1910–1980).

**List of effective files**

20235106.xml b18  
20235206.xml b10  
20235306.xml b12  
20236706.xml b27  
20237106.xml b12  
20238506.xml a8  
20238706.xml a9  
20250406.xml a18  
20254903.xml a75  
20257006.xml a23  
20257106.xml a7  
20257306.xml a14  
20279806.xml a7  
20281006.xml a3  
20287306.xml a5  
20292406.xml a2  
20295006.xml a5  
20295706.xml a2  
20295806.xml a2  
20295906.xml a2  
20296106.xml a2  
20296206.xml a2  
20296306.xml a2  
20296406.xml a2  
20296506.xml a2  
20296606.xml a2  
20296706.xml a2  
20296806.xml a2  
20296906.xml a2  
20297006.xml a2  
20297206.xml a2  
20297306.xml a2  
20297406.xml a4  
20297506.xml a2  
20297606.xml a1  
20299606.xml a2  
R133.rcp a4  
config.xml a5







**Corporate Headquarters**

FLIR Systems, Inc.  
27700 SW Parkway Avenue  
Wilsonville, OR 97070  
USA

Telephone: +1-800-727-3547  
Website: <http://www.flir.com>