

## L'achat d'un imageur thermique

### *Les caractéristiques importantes à considérer*

#### **Il existe un modèle d'imageur thermique qui pourra satisfaire vos besoins.**

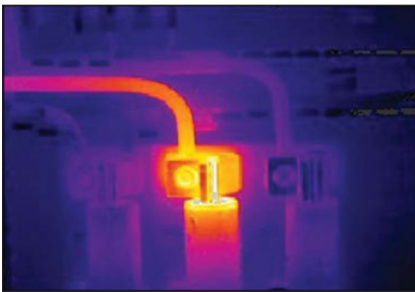


Figure 1

Le marché des imageurs thermiques a beaucoup évolué. Grâce aux progrès technologiques et à la compétition : les prix ont diminué, la qualité s'est améliorée et les besoins spécifiques des utilisateurs considérés. Aujourd'hui les imageurs sont : plus compacts, plus performants, plus simples à utiliser et beaucoup moins chers.

De nouveaux imageurs thermiques « personnels » sont apparus : ces appareils sont autonomes ou intégrés dans des téléphones intelligents. Ces imageurs, dont le prix varie entre 200 et 1 000 \$, étaient destinés au départ aux amateurs. Aujourd'hui certains de ces appareils, rivalisent en caractéristiques avec les appareils professionnels d'entrée de gamme. Certains modèles personnels sont supérieurs à certains modèles professionnels d'entrée de gamme. Il faut cependant faire attention car, comme pour les appareils de photos numériques, les appareils professionnels et amateurs d'imagerie thermique sont différents.

Il y a dix ans, il était difficile de trouver des imageurs thermiques performants pour moins de 20 000 \$. Aujourd'hui pour entre 1 000 et 20 000 \$, une multitude d'appareils performants sont offerts pour les différentes applications d'imagerie thermique.

Il n'est plus nécessaire de posséder la caméra « haut de gamme », « la plus chère », pour effectuer les inspections. Selon vos besoins, en usine ou comme thermographe sous-traitant, les imageurs modernes, pour la moitié du prix, peuvent satisfaire les caractéristiques requises. Si vous êtes responsable des activités d'inspection ou de maintenance, ce document vous aidera à choisir l'imageur thermique le mieux adapté à vos besoins.

#### **Les caractéristiques importantes des caméras IR**

Bien qu'en apparence complexe, les imageurs thermiques possèdent des éléments de base : lentilles, détecteur, électronique de traitement de signal, écran, contrôles et alimentation électrique.

Certaines caractéristiques comme la sensibilité thermique ou la taille du détecteur sont utiles pour évaluer la performance, mais rien sur la facilité d'opération de l'appareil « in situ ». Avant d'acheter un imageur, faites un essai et comparez différents modèles / styles et de différents fabricants.

Avant de faire de faire l'achat d'un imageur thermique, en plus du prix et du service après-vente, plusieurs autres facteurs doivent être pris en considération. Veuillez noter que The Snell Group n'est lié à aucun vendeur ou manufacturier d'imageurs thermiques. En conséquence, cet article ne fera aucune recommandation liée à une marque ou modèle d'imageur; il vous guidera à déterminer les caractéristiques importantes de l'imageur, nécessaires pour votre travail.

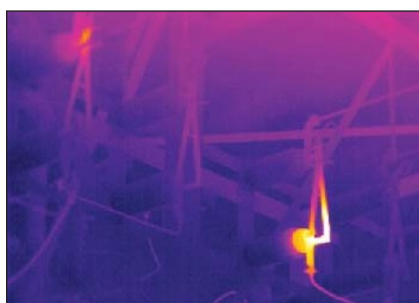
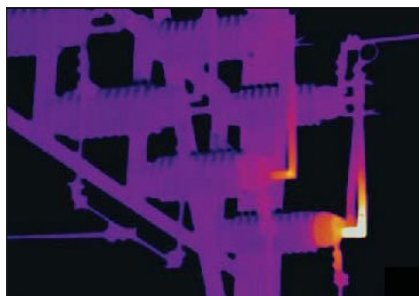


Figure 2

**Gamme de température :** La gamme de température est la caractéristique plus importante selon vos applications. C'est la température la plus basse et la plus haute qui seront inspectées. Assurez-vous que la gamme de température de la caméra choisie dépasse ces limites. Pour les applications en électricité, une gamme de  $-20$  à  $+250$  °C ( $0$  à  $500$  °F) est généralement correcte. Pour certaines applications mécaniques, tel que les fournaies, le suivi de processus, la température plus élevée pourrait être  $1\,000$  °C ( $1\,832$  °F). Aussi, tenir compte des températures à mesurer sur la gamme de températures détectables. ***Aux extrémités de la gamme, (surtout les basses températures), certaines caméras sont moins sensibles, étalonnées, ou précises.***

**Dimension du détecteur :** C'est le nombre de détecteurs ou de pixels de la MATRICE À PLAN FOCAL (FOCAL PLANE ARRAY - FPA) du capteur. Bien que le nombre de pixels soit bien inférieur à celui rencontré sur les caméras numériques des téléphones intelligents, c'est pourtant bien suffisant pour les imageurs thermiques. Plus de pixels signifie plus de résolution spatiale, plus de détails détectés à une distance donnée. D'excellentes caméras sont disponibles avec des MATRICE À PLAN FOCAL (FPA) de  $120 \times 120$  ( $14\,400$  détecteurs),  $160 \times 120$  ( $19\,200$  détecteurs) et  $320 \times 240$  ( $76\,800$  détecteurs). Bien que des imageurs avec moins de  $10\,000$  pixels ou (détecteurs) puissent inspecter des circuits basse tension à courte distance (ex :  $80 \times 60$  ( $4\,800$  pixels)). Cette résolution est insuffisante pour des systèmes commerciaux et industriels (distances d'approches, haute tensions et risques d'arcs de puissance). Les caméras avec des matrices (FPA) supérieures à  $320 \times 240$ ,  $640 \times 480$  ( $307\,200$  pixels) produisent des images de grandes résolutions, et sont mieux pour inspecter de petits éléments à longue distances (par ex : les postes et lignes de transport et de distribution électriques extérieurs).

Une des images à la Figure 2 a été prise avec une caméra  $640 \times 480$  et l'autre avec une  $320 \times 240$  pixels. Peut-on faire différence ? Ces exemples démontrent l'importance de ***vérifier les imageurs dans le champ avant d'en faire l'acquisition, car le nombre de pixels seul, ne démontre pas nécessairement les qualités d'un imageur.***

**Résolution :** Avant l'achat d'un imageur on doit considérer la résolution spatiale requise : les dimensions des cibles, les distances moyennes et extrêmes de celles-ci et les distances d'approche sécuritaires. Aussi : l'existence et le prix de lentilles additionnelles, le besoin de faire des mesures de température? Ce sont des points importants. Un thermographe travaillant pour une compagnie d'électricité demandera un imageur avec plus de résolution spatiale que celui qui travaille sur des équipements électriques d'intérieur comme des coffrets ou panneaux à  $1$  ou  $2$  mètres ( $3$ - $6$  pieds). Les deux caractéristiques majeures qui déterminent la résolution sont le FOV, et la dimension du capteur (Figure 2). ***Il existe deux types de résolution : la résolution pour détecter et la résolution pour mesurer.***

**Résolution spatiale :** La résolution spatiale souvent appelée le IFOV ( Instant Field Of View) est le champ de vision (FOV-Field of View) de  $1$  pixel du capteur. Le IFOV est la plus petite cible qu'un imageur peut détecter à une certaine distance avec une matrice et une lentille donnée. Cette valeur de mesure d'angle, en milliradians (mrad), est donnée par le fabricant de l'imageur. Plus faible la valeur du IFOV en mrad, meilleure

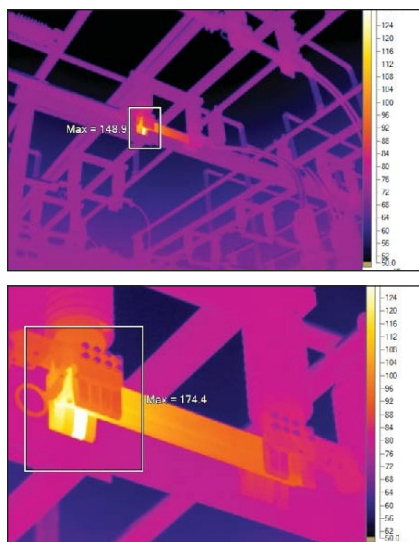


Figure 3

la capacité à détecter de petits objets éloignés. Quelques IFOV typiques rencontrés : 0.65, 1.4, et 3.6 mrad. Par exemple : Un imageur avec un IFOV de 1.4 mrad pourra théoriquement\* détecter un objet de 1.4 mm à une distance de 1 000 mm (1 mètre) tandis qu'un imageur de 3.6 mrad ne pourra détecter qu'un objet supérieur à 3.6 mm à la même distance. *\*NNote : Bien que cette valeur en mrad est utile pour comparaisons, elle est théorique et ne sera pas nécessairement atteinte en conditions réelles.*

**Résolution de mesure :** La résolution de mesure aussi appelée IFOVmesure, est la dimension du plus petit objet qu'un imageur pourra mesurer à une certaine distance. Cette valeur n'est pas toujours donnée, mais comme règle générale le IFOVmesure = typiquement 3 x IFOV (par ex : pour un imageur de 1 mrad, la résolution de mesure sera 3 mrad). *Si vos besoins de mesure de température sur de petits objets demandent plus de précision, consulter le fabricant avant d'acheter; il vous faudra peut-être un imageur avec plus de résolution et / ou une lentille-télé.*

**Champ de vision :** Le champ de vision ou FOV (Field of View) est la vue angulaire de ce que l'imageur détecte. Habituellement donné en degrés, c'est les angles de vue verticale et horizontale de l'imageur thermique. Plus l'angle est grand, plus grand est le champ de vision. Le FOV standard, champ de vision avec la lentille de base, est entre 20 et 30 degrés. Les lentilles grand-angle possèdent des angles supérieurs à 40 degrés, et les lentilles télé des angles inférieurs à 15 degrés (Le facteur de grossissement par rapport à la lentille standard est déterminé en divisant l'angle de la lentille standard par l'angle de la lentille télé). Un grossissement de 2x serait lorsqu'une lentille de 12 degrés est installée au lieu d'une lentille de 24 degrés.

Ce sont, le champ de vision (FOV) et la dimension de la matrice du capteur de l'imageur, qui sont les facteurs principaux pour la résolution de l'imageur. La qualité des lentilles, surtout pour les caméras bas de gamme, est aussi un facteur contribuant. *Plusieurs de ces appareils avec des capteurs ont peu de pixels, et ont aussi des lentilles grand-angle; signifiant de faibles résolutions spatiales et de mesure.*

**Lentilles optionnelles :** La façon plus simple d'augmenter la résolution est de s'approcher de la cible (si possible et sécuritaire). Si c'est impossible, et si la caméra le permet, l'utilisation d'une lentille optionnelle est un autre choix. Les lentilles optionnelles et leur étalonnage coûtent cher, cependant elles sont nécessaires lorsque les objets sont trop loin et petits pour l'analyse (ex : les petits équipements électriques dans les postes extérieurs). Lorsqu'une haute résolution est exigée (petit IFOV), il est alors bon de comparer les prix d'un imageur haute-résolution avec une lentille contre un imageur avec moins de pixels équipée d'une lentille télé. Le fait d'utiliser une lentille de 12 degrés au lieu d'une lentille de 24 degrés, équivaut à quadrupler le nombre de pixels ou d'augmenter la résolution par deux. *Donc, un imageur de 320 x 240 (76 800 pixels) avec une lentille de 12 degrés et un imageur de 640 x 480 (307 600 pixels) avec une lentille de 24 degrés auront toutes deux la même résolution : 0.65 mrad.*

La figure 3 montre le même sectionneur pris au même endroit, même distance, avec deux résolutions de caméras (lentilles différentes). Ces différences affectent la capacité de détection d'une anomalie thermique et de sa mesure. Bien que l'on puisse détecter une anomalie ne garantit pas que l'on puisse en mesurer sa température, si la résolution

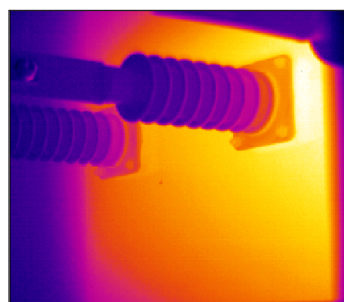


Figure 4

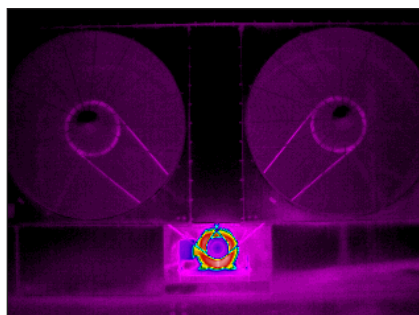


Figure 5

de mesure (IFOV mesure) n'est pas atteinte. Noter (Figure 3) la température maximum mesurée dans chacun des thermogrammes : environ 149 °F (65 °C) pour celui du haut, et 174 °F (79 °C) pour l'image prise avec une lentille télé. Comme le montre l'image du bas beaucoup plus détaillée; une lentille télé ne garantit pas seulement la détection d'une anomalie, mais aussi la sévérité, en indiquant avec plus de justesse la température apparente.

Dans les espaces restreints ou clos où un recul est impossible, une lentille grand-angle est recommandée. Pour les regards ou fenêtres d'inspection infrarouge de cabinets (pour des raisons de sécurité), une lentille ultra-grand-angle (65 degrés et plus) est recommandée (Figure 4).

Un autre exemple pour les lentilles grand-angle est l'observation d'un ensemble, afin d'obtenir une image plus globale, cernant plus facilement une anomalie thermique par comparaison (Figure 5).

**Zoom numérique :** Certains imageurs possèdent une fonction « zoom numérique ». Cette fonction n'est qu'un agrandissement électronique du FOV de l'imageur et non une augmentation réelle de la résolution. Leur utilité est lorsque la résolution de l'écran est moindre que celle de l'imageur. Les imageurs 320 x 240 pixels (env. 80 000 pixels) ont des écrans 640 x 480 (env. 300 000 pixels), les zooms électroniques ne sont donc pas utiles. Si un imageur 1024 x 480 (env. 800 000 pixels) possède un écran de 640 x 480, alors le zoom numérique est utile, particulièrement pour faire le focus. Ceci peut être le cas pour les imageurs haute résolution possédant un viseur oculaire pour les utilisations extérieures.

**Sensibilité thermique :** Cette caractéristique, aussi appelée NETD (Noise Equivalent Temperature Difference) dans les fiches techniques, définit le plus petit écart de température que l'imageur peut détecter. Généralement spécifié en milliKelvin (mK). Par exemple une caméra de 100 mK peut théoriquement détecter une différence de 0.1 °C (0.18 °F). Plus petit est le nombre, plus sensible la caméra. Typiquement les sensibilités des imageurs actuels varient entre 20 à 50 mK (0.02 à 0.05 °C) et 200 mK (0.2 °C, 0.36 °F) pour les imageurs d'entrée de gamme.

Typiquement, les applications de maintenance ne demandent pas de grandes sensibilités. Ce sont plutôt des applications en bâtiments, de NDT en aviation ou d'investigation médicale qui peuvent exiger de plus grandes sensibilités thermiques.

En relation avec la sensibilité thermique, il y a les fonctions d'ajustement manuel du Niveau et de la Plage sur l'échelle de température de la palette observée. Souvent nommés Plage et Niveau, ces fonctions permettent d'ajuster en fonction de la sensibilité de l'imageur la distribution de température sur la surface analysée. Le Niveau et la Plage permettent de « peaufiner » l'image afin d'en faire une meilleure analyse. **Plusieurs imageurs d'entrée de gamme n'ont pas d'ajustement du Niveau et de la Plage, ou possèdent des ajustements difficiles à utiliser.**

**Mesures radiométriques :** De nos jours, la plupart des imageurs ont au moins, la mesure spot au centre de l'écran. Certains modèles permettent d'ajouter une surface,

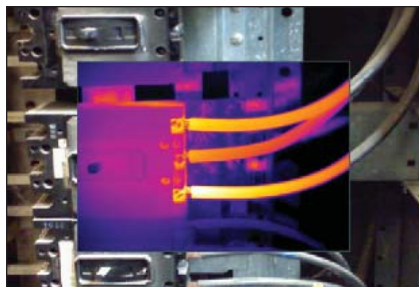


Figure 6

un cercle ou des lignes de profils pour obtenir des températures maximum, minimum ou moyennes sur des surfaces. Avoir au moins la mesure Spot peut être utile. Cependant, le thermographe DOIT être qualifié pour mesurer des températures avec un imageur thermique. Les températures apparentes mesurées pourraient être erronées si le thermographe ne rapporte pas les bonnes valeurs d'émissivité et de rayonnement de l'environnement, dans l'imageur. Pour ceux qui utilisent des fenêtres ou regards infrarouges, les bonnes valeurs du facteur de transmission doivent aussi être cosignées dans l'imageur / logiciel.

Les tables d'émissivités incluses dans les menus de plusieurs imageurs peuvent être trompeur (et dangereux), si vous voulez faire des mesures de température. Sauf pour de rares exceptions, ces tables doivent être ignorées. Certains thermographistes portent trop d'importance aux températures apparentes (surtout pour la priorisation des anomalies trouvées) et pas assez aux significations des profils et signatures thermiques. Changer les valeurs d'émissivité affecte la température apparente et non l'image, la température est généralement sans intérêt pour les applications qualitatives en imagerie thermique.

**Précision :** Tous les imageurs donnant des températures ont une imprécision \*théorique. Plusieurs croient que la précision est égale à la sensibilité thermique; ce n'est PAS le cas. Cette précision est beaucoup plus élevée (pire), typiquement la valeur la plus élevée entre + / - 2 °C ou + / - 2 % de la lecture. Par exemple pour une mesure jusqu'à 100 °C, la précision sera + / - 2 °C et pour une mesure à 150 °C, sera + / - 3 °C (2 % de la lecture). *\*L'objet mesuré doit être plus grand que le IFOV mesure et posséder une émissivité élevée.*

**Image visuelle, capture et visionneur :** Une fonction utile est la caméra visuelle; elle capte une image visuelle et la lie à l'image thermique sauvee – essentiel pour les rapports. La plupart donnent une photo décente et certains en font de meilleures. Ces appareils photos devraient posséder un flash et de l'éclairage pour les endroits mal éclairés. Il est important d'avoir suffisamment de contraste dans les photos pour en faire l'analyse (décolorations, oxydation, érosion, cheminement...).

Certains modèles d'imageurs offrent un mode « fusion » qui combine l'image thermique et l'image visuelle (Figure 6). Cette fonction est utile pour montrer l'objet thermique en relation avec l'environnement visible. Pour montrer par exemple les endroits qui ont atteint ou dépassé des limites ou alarmes de température en « couleur » spécifique (Figure 7). Faire attention aux fonctions qui ajoutent du relief en mélangeant l'image IR (infrarouge) avec l'image visuelle, ces fonctions donnent une impression de haute résolution mais en réalité camouflent l'image IR.

*Ces techniques sont souvent utilisées sur les imageurs basse résolution et rendent l'interprétation des images plus difficile. Ces fonctions camouflent les profils thermiques à détecter, mais peuvent par contre, être utiles dans les rapports.*

**Annotations texte et vocal :** Pendant l'inspection, un enregistreur vocal peut-être très utile pour prendre des notes. Certains imageurs permettent un enregistrement vocal avec chaque thermogramme et image sauvegardés. Ces fonctions aident à faciliter la rédaction des rapports, il suffit d'ouvrir le fichier contenant le son et les images liées dans



Figure 7

le logiciel prévu. Nul besoin de crayon, papier ou d'un appareil enregistreur séparé, surtout lorsque le port d'EPI (Équipements de protection : casques, gants, protecteurs) est requis.

Les annotations texte sont moins faciles à utiliser que les annotations vocales, mais peuvent s'avérer pratique pour identifier et organiser les thermogrammes à l'avance. On peut créer des catégories, des étiquettes et les lier aux images pour faciliter l'identification. ***Les annotations vocales sont cependant beaucoup plus simple à utiliser pendant une inspection.***

**Écran de l'imageur :** Un écran LCD de grande qualité est essentiel pour l'analyse de l'image. Les dimensions des écrans varient énormément selon les modèles. Les grands écrans sont plus faciles à voir. Par contre les grands écrans sont plus difficiles à voir à l'extérieur par temps ensoleillé ou nuageux. Plusieurs fabricants fournissent des caches / écrans qui peuvent être installés sur l'écran pour réduire les réflexions. Si vous devez travailler principalement à l'extérieur alors un viseur-oculaire est recommandé.

**Focus :** Il existe plusieurs type de focus sur les imageurs : motorisé, automatique, manuel ou fixe. Le focus fixe, bien que pratique, est moins net lorsque les objets sont trop près ou loin. Le focus motorisé / autofocus est simple et facile à utiliser. Plusieurs thermographistes préfèrent le focus manuel pour le contrôle plus fin et complet du focus. C'est un choix personnel à vérifier, car toutes les méthodes de focus peuvent être bonnes.

**Piles :** Trois choix de piles sont offerts. Voici la liste par ordre de préférence : amovibles, intégrées, ou chargées par la pile d'un autre appareil comme un smartphone (pas recommandé). La durée des piles varie selon les modèles, les habitudes de l'utilisateur et les ajustements de l'imageur comme la luminosité de l'écran. Il est recommandé qu'un imageur possède une autonomie d'au moins 3-4 heures par piles. Typiquement, pour une journée d'inspections, plusieurs piles sont nécessaires. Le chargeur intégré demande de brancher la caméra pour recharger les piles pour au moins 1 à 2 heures. Les piles et chargeurs sont uniques à chaque fabricant et modèle d'imageur, vaut mieux en faire l'acquisition à l'achat de l'imageur.

**Palettes de couleur de l'image :** Un imageur devrait posséder au moins trois palettes : Contraste-élevé, Monochrome et Teintes de gris (Figure 8). Plusieurs thermographistes préfèrent les palettes de gris ou monochrome (teintes de quelques couleurs) car elles sont plus faciles pour le focus. La palette de gris et monochrome sont préférées par les gens qui souffrent de daltonisme. La palette contraste-élevé est utilisée pour plusieurs applications en mécanique (ex : bouilloires et fournaies) ou les situations demandant de définir des délimitations claires (ex : niveaux dans les réservoirs ou blocages dans les conduits). Les palettes de couleur peuvent être changées dans l'imageur ou dans le logiciel d'analyse des thermogrammes.

**Fréquence d'image :** Plusieurs détecteurs sont utilisés pour des activités militaires et civiles. Les systèmes militaires exigent des fréquences d'images élevées 30 ou 60 images par seconde (Hz). À cause des restrictions de l'ITAR la vente de plusieurs de ces imageurs est limitée au Canada et aux États-Unis. Pour satisfaire aux exigences de l'ITAR plusieurs manufacturiers produisent des modèles 60 Hz pour le Canada et les

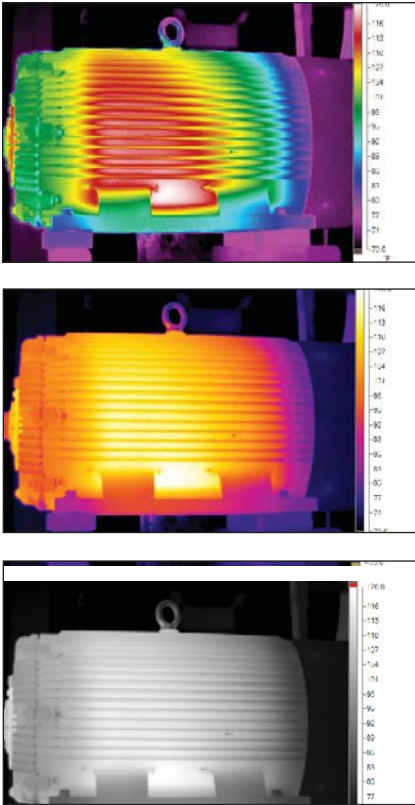


Figure 8

États-Unis, et/ou un modèle 9 Hz pour les autres pays. Certains ne produisent que des modèles 9 Hz. Certains choisissent de faire une moyenne d'images pour réduire le taux d'images de 60 Hz à 9 Hz. La différence peut être dramatique, un objet qui bouge (ou une caméra instable) génèrera soit une image floue pour l'une des méthodes ou une image qui saute d'un point à un autre de l'écran. Ce n'est pas un problème pour les objets qui ne bougent pas (ex : inspection de panneaux électriques) et que l'imageur est fixe, mais peut être un problème pour des objets qui tournent ou bougent.

Si vous ne quittez pas le Canada ou les États-Unis un imageur 30 ou 60 Hz est préférable. Mais, si vous devez quitter le Canada ou les États-Unis, alors un imageur 9 Hz ou un non-classé ITAR pour éviter la paperasse et les délais aux postes frontières.

**Pointeur laser :** Cette option n'est pas nécessaire, sauf pour indiquer approximativement l'endroit du « Spot central » de l'image (problème de parallaxe). Ce peut être pratique pour un débutant ou pour localiser votre cible dans les endroits complexes tels que des centrales ou usines pétrochimiques enchevêtrées de tuyaux, vannes et pièges de condensat.

**Stockage des images :** Les images enregistrées peuvent être de deux formats : Format Standard (typiquement 8 bit : jpg, bmp, mpg), une copie de l'écran, ou en format propriétaire 14 bit, contenant toute l'information brute contenue dans la gamme et la sensibilité complète de l'imageur. Les caméras d'entrée de gamme enregistrent typiquement des images ou vidéos en formats qui ne peuvent être modifiés par après. Les images ou vidéos en formats propriétaires peuvent être lus et changés par les logiciels des fabricants : l'émissivité, la température réfléchie, le niveau, la plage, la palette et les outils d'analyse. *Ces formats d'enregistrement d'images sont essentiels pour presque toutes les applications de Maintenance et d'inspection.*

Les images sont sauveées électroniquement sur des cartes mémoires amovibles ou dans la mémoire interne de l'imageur. Les deux fonctionnent, assurez-vous de pouvoir les télécharger dans votre ordinateur. Dans le choix d'un imageur; soyez réaliste et évaluez combien d'images devront être enregistrées avant de les télécharger dans votre ordinateur. La plupart des cartes SD ont 2 Go minimum; c'est plus qu'il n'en faut pour une journée typique d'inspection. L'enregistrement vidéo, surtout en 14 bit, peut être limité par la durée d'enregistrement et demande des cartes mémoire de grande capacité (32 Go et plus).

**Ergonomie / Utilisation :** Importante et souvent négligée, la facilité d'utilisation de l'imageur. Les opérations de base d'ajustement de l'image, le focus, doivent être simples et évidentes. Les caméras encombrantes avec des systèmes et menus de base (Plage, niveau, palette, sauvegarde) compliqués, devraient être évitées. L'imageur devrait être simple, léger et facile à utiliser pendant quelques heures ou une journée entière, pour ne pas induire de contraintes musculaires ou physique quelconque. L'imageur peut-il être manipulé d'une des deux mains, droite ou gauche, dans les endroits exigus ? L'observation de l'écran doit pouvoir se faire de plusieurs angles. Peut-on utiliser l'imageur avec des gants et une visière (EPI) ? Devra-t-on inspecter des objets au sol ou au-dessus de notre tête ? Si oui, un imageur avec écran articulé est préférable (Figure 9) au modèle fixe à droite à la figure 9.



Figure 9

**Logiciels d'analyse et de rédaction de rapports :** Généralement des logiciels d'analyse et de rapports sont fournis avec les imageurs. C'est logiciels simples à utiliser permettent les ajustements d'image, l'ajout de commentaires, d'exporter les images individuelles avec des échelles et palettes de couleurs, et générer un rapport avec plusieurs thermogrammes et photos. Certains fabricants proposent des logiciels plus évolués pour un coût additionnel. Généralement les logiciels de base sont suffisants pour les analyses et les rapports. Plusieurs thermographistes utilisent Word ou Adobe pour la rédaction et l'exportation en l'un des deux formats, du rapport final. Certains utilisateurs auront des besoins de logiciels particuliers pour intégrer d'autres mesures (vibrations, ultrasons) et analyses particulières (ex : histogrammes, évolution de mesures). Si c'est le cas, les logiciels de bases seront insuffisants.

### Formation et qualification appropriées

Les imageurs thermiques actuels sont abordables et simples d'utilisation; les opérateurs doivent cependant être qualifiés pour les utiliser adéquatement (avoir une formation et expérience adéquate). Ce qui importe pour The Snell Group, est la qualification des thermographistes; pour qu'ils puissent travailler de façon efficace selon les règles et normes de l'industrie pour obtenir des résultats éprouvés. Ces qualifications sont de plus en plus exigées par l'industrie (en particulier les assureurs). Malheureusement à cause du prix actuel de certains imageurs (inférieur à 2 000 \$), certains remettent encore en question la pertinence de dépenser autant pour une formation. Une clé à molette est peu coûteuse et faciles à utiliser; cependant seul un mécanicien qualifié pourra réparer et ajuster correctement un moteur. Pareillement avec une caméra infrarouge. Pour bien utiliser un imageur thermique demande une habileté et une connaissance approfondie de l'appareil, de la thermodynamique, de la physique du rayonnement, des procédures d'inspection, et des mécanismes des systèmes inspectés.

Les systèmes industriels peuvent être complexes. Les charges variables, les gradients thermiques élevés et les problèmes d'émissivité peuvent camoufler les signatures thermiques et engendrer de mauvais diagnostics. Le thermographiste doit pouvoir interpréter ce qu'il voit, et ce qu'il ne voit pas, dans l'image thermique. Sans une solide formation et expérience, les erreurs sont fréquentes et certaines peuvent être coûteuses.

Plusieurs options de formation sont disponibles, faites en sorte que l'option choisie couvrira les particularités de votre imageur et de vos applications. Pour les groupes, une formation donnée sur place chez le client, permet d'éviter les frais de déplacement, d'hébergement et de repas. *Faire attention à ceux qui offrent une « certification » suite à une formation autant qu'à ceux qui participent à leur cours ou achètent leurs produits. Ces types de formation ne sont que du « marketing » et ne contribue en rien à la qualification des thermographistes.*

### Futur brillant pour l'infrarouge

Actuellement le choix pour de bons imageurs, peu coûteux est stupéfiant. C'est le bon moment pour analyser vos besoins et investir dans l'achat d'un imageur thermique. Évaluez plusieurs modèles et fabricants. Si vous prévoyez acheter un imageur, nous pouvons vous aider. Sans vous décrire un modèle ou marque en particulier, nous vous guideront à trouver la caméra qui réponde à vos besoins et surtout à votre budget.



Figure 10

## Glossaire des équipements infrarouges

**Arrière-plan rayonnant (Background) :** La source de rayonnement IR réfléchi sur la surface observée.

**FOV :** Le champ de vision de la caméra. Caractéristique donnée en degrés horizontal et vertical, par exemple 24° x 18°.

**FPA (Focal Plane Array) :** Système d'imageur thermique constitué d'un capteur IR et d'une matrice de détecteurs située au plan focal de la lentille IR.

**Matrice de détecteurs :** Une matrice de détecteurs est constituée de plusieurs colonnes et lignes, typiquement 320 x 240 ou 160 x 120. Multipliant le nombre de colonnes par le nombre de lignes donne le nombre total de détecteurs du capteur. Par ex : 320 x 240 = 76 800.

**Émissivité :** La capacité de la surface d'un matériau de rayonner de l'énergie IR comparé à un émetteur parfait (le corps noir) à la même température. Les valeurs de l'émissivité varient entre 0 et 1.

**IFOV « Instantaneous Field of View » :** La plus petite surface détectable en tout instant par un imageur thermique. C'est la résolution spatiale, donné en milliradians.

**IFOVmesure :** La plus petite surface qui peut être mesurée en tout instant par un imageur thermique. Les unités sont le milliradian (mr). Voir aussi Measurement Spot Size.

**Isotherme :** Une fonction (outil d'analyse) qui permet de mettre en évidence des surfaces de température apparentes ou de radiativité identique.

**Niveau :** Ajustement de la position de la Plage thermique sur l'écran. Semblable à la « luminosité » sur une image visible

**Résolution spatiale de mesure :** Voir IFOVmesure et Measurement Spot Size.

**Measurement Spot Size :** La dimension de la surface pouvant être mesurée, par un thermomètre IR, à une distance donnée. Peut être spécifié en milliradians : Grosseur de la surface à 1000 unités de distance ou le rapport Distance à Spot (D / S). S (la dimension de la surface) étant toujours égale à l'unité (1). Le rapport D / S = 1 000 / mrad. Par ex : Un IFOVmes de 4 mrad = un rapport D / S de 250 : 1.

**MilliKelvin (mK) :** Un millième de degré Kelvin est égal à un millième de degré Celsius (0.001 K = 0.001 °C).

**NETD :** « Noise Equivalent Temperature Difference ». Une méthode pour évaluer la sensibilité thermique. Voir Sensibilité thermique.

**Palette :** Les couleurs associées à l'échelle de température de l'image par l'opérateur. Souvent appelées fausses couleurs (ne correspondant pas aux couleurs naturelles)..

**Thermographie qualitative :** Imagerie thermique sans mesures de température.

**Thermographie quantitative :** Imagerie thermique avec mesures de températures radiométriques.

**Radiométrie :** La réponse du détecteur au rayonnement IR est étalonnée de sorte que les températures peuvent être déduites de la quantité de rayonnement détectée. Si une

**Pour plus d'informations sur la thermographie et la formation en imagerie thermique infrarouge, visitez [www.thesnellgroup.com](http://www.thesnellgroup.com) ou contactez The Snell Group au 1-800-636-9820.**

caméra est entièrement radiométrique, les températures peuvent être lues n'importe où dans l'image. D'autres imageurs, n'ont qu'un point central étalonné pour la mesure.

**Gamme :** La plage ou gamme préréglée de températures définie par le fabricant qui peut être visualisée et / ou mesurée. Plusieurs caméras ont plusieurs gammes pour inclure des températures plus élevées rencontrées en industrie tandis que celles dédiées aux applications médicales ou en bâtiments n'ont qu'une plage restreinte « basse ».

**Résolution spatiale :** Voir IFOV

**Plage :** La différence entre les températures extrêmes haute et basse affichées sur l'échelle de température de l'image thermique. Similaire à « contraste » dans une image visuelle.

**Thermomètre infrarouge :** Un thermomètre radiométrique ponctuel (non-imageur), affichant la température. Bien qu'utiles s'ils sont utilisés correctement, ces dispositifs peu coûteux (de 100 à 1 000 \$) présentent de sérieuses limites en ce qui concerne la résolution spatiale et la correction de l'émissivité. La résolution de mesure d'un radiomètre IR est exprimée habituellement en rapport D / S.

**Sensibilité thermique :** Souvent déterminée par un test NETD, c'est la différence de température minimale (en milliKelvin mK) théoriquement détectable par l'imageur sur une surface à une température donnée (typiquement 30 °C). Les valeurs de sensibilité augmentent (c'est-à-dire, s'aggravent) à des températures plus basses ou plus élevées que la température de surface à laquelle elle a été testée. 