

LIVRE BLANC

Caméras thermométriques

Pour un suivi fiable des températures

Décembre 2024

Avant-propos

Les caméras thermométriques Axis permettent de surveiller à distance la température d'une zone donnée par imagerie thermique. Elles trouvent leur place dans une variété d'applications, lorsqu'il est nécessaire de surveiller des actifs critiques, quelles que soient la météo et la luminosité. Ces caméras embarquent des fonctionnalités particulières comme des alarmes de température, de multiples zones de détection polygonales, des images d'isothermes et la mesure de températures ponctuelles. Les alarmes de température servent à déclencher des notifications, tandis que les images d'isothermes et les mesures de températures ponctuelles constituent une aide visuelle pour les opérateurs.

Très polyvalentes, les caméras thermométriques Axis peuvent être complétées par des caméras optiques Axis. Cette configuration n'est cependant pas obligatoire : les caméras thermométriques Axis peuvent faire partie d'un système de surveillance générique.

Table des matières

1	Introduction	4
2	Imagerie thermique	4
2.1	Longueurs d'onde du rayonnement thermique	4
2.2	Thermométrie	5
2.3	Émissivité et réflexion	5
2.4	Palettes de couleurs	5
3	Caméras thermométriques Axis	6
3.1	Caractéristiques d'une caméra	8
3.2	Précision	8
3.3	Alarmes	8
3.4	Palettes isothermes	9
3.5	Lecture de la température spot	10
3.6	Métadonnées	11
4	Domaines d'application	12

1 Introduction

Les caméras thermométriques Axis surveillent des objets ou des procédés pour détecter si leur température dépasse ou descend en dessous de limites définies. Elles permettent ainsi d'éviter des dégâts, des défaillances, des incendies et d'autres situations à risque.

Contrairement aux capteurs de température classiques qui mesurent uniquement un point, les caméras thermométriques Axis peuvent surveiller les températures à distance et apporter une confirmation visuelle des événements sur la scène surveillée.

2 Imagerie thermique

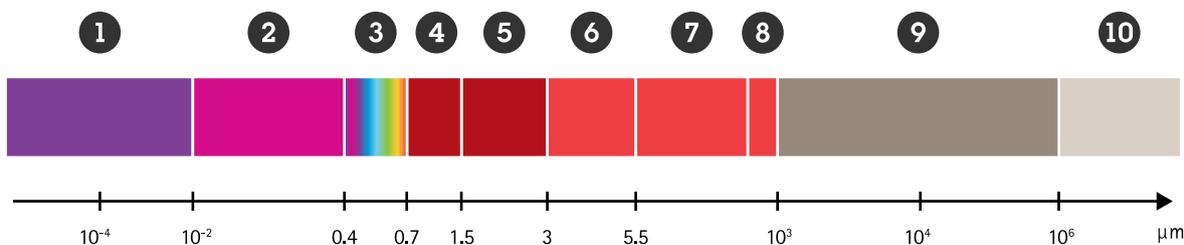
L'imagerie thermique est de plus en plus présente car l'évolution des capteurs, des matériaux et de l'étalonnage donne lieu à des caméras thermiques plus économiques, plus fiables et plus polyvalentes. Les caméras thermiques ont leur utilité dans des secteurs comme l'aviation, le transport, la sécurité et la surveillance, les procédés industriels et les services publics comme le maintien de l'ordre et la lutte contre les incendies.

Pour en savoir plus sur l'imagerie thermique, visitez la page www.axis.com/fr-fr/solutions/thermal-imaging.

2.1 Longueurs d'onde du rayonnement thermique

Les images visibles se forment par la réflexion de la lumière visible sur les objets. La plage de longueurs d'onde de la lumière visible est comprise entre 0,38 et 0,78 μm environ. De leur côté, les caméras thermiques sont conçues pour détecter le rayonnement à des longueurs d'onde plus grandes, qui sont invisibles à l'œil humain. On l'appelle rayonnement thermique ou infrarouge (chaleur). La caméra « visualise » l'image thermique dans le spectre visible au moyen d'un autre type de capteur.

La bande spectrale de l'infrarouge est divisée en plusieurs sous-régions, illustrées ci-dessous. Les caméras thermiques Axis fonctionnent dans ce qu'on appelle habituellement l'IR à grande longueur d'onde (n°7 dans l'illustration).



Sous-régions du spectre électromagnétique illustrées ici :

- 1 Rayons X
- 2 Lumière ultraviolette
- 3 Lumière visible
- 4 Rayonnement infrarouge proche (NIR), entre $0,75$ et $1,4$ μm environ
- 5 Rayonnement infrarouge à longueur d'onde courte (SWIR), entre $1,4$ et 3 μm
- 6 Rayonnement infrarouge à longueur d'onde moyenne (MWIR), entre 3 et $5,5$ μm
- 7 Rayonnement infrarouge à grande longueur d'onde (LWIR), entre 8 et 14 μm – utilisé par les caméras thermiques Axis
- 8 Rayonnement infrarouge lointain (FIR), entre 15 et 1000 μm environ

- 9 Rayonnement micro-ondes
- 10 Ondes radio/TV

Notez que les éclairages IR Axis fonctionnent dans la région du proche infrarouge (NIR, n°4), mais ils ont pour but de fournir de la lumière aux caméras optiques. Les caméras thermiques Axis n'ont pas besoin de ces éclairages IR, car elles peuvent fonctionner dans l'obscurité totale.

2.2 Thermométrie

Tout objet dont la température est supérieure au zéro absolu (0 Kelvin ou -273 °C ou -459 °F) émet un rayonnement infrarouge. Même la glace émet un rayonnement infrarouge tant que sa température est supérieure à -273 °C. Plus un objet est chaud, plus le rayonnement thermique qu'il émet est intense. Plus l'écart de température est élevé entre un objet et son environnement, plus les images thermiques sont claires. Toutefois, le contraste d'une image thermique ne dépend pas uniquement de la température, mais également de l'émissivité de l'objet.

2.3 Émissivité et réflexion

L'émissivité (e) d'un matériau correspond à sa capacité à absorber et à émettre une énergie thermique rayonnante. L'émissivité dépend largement des propriétés du matériau, comme la conductivité thermique (une grandeur physique caractérisant la capacité de conduction de la chaleur d'un matériau). Tout le rayonnement absorbé par une surface doit être réémis par cette même surface.

Tous les matériaux ont une émissivité comprise entre 0 et 1. Un *corps noir* absorbe tous les rayonnements incidents (entrants) et a une valeur $e=1$, tandis qu'un matériau plus réfléchissant a une valeur e plus faible. La plupart des matériaux, tels que bois, béton, pierre, peau humaine et végétation, possèdent une émissivité élevée (0,9 ou plus) dans la région des infrarouges à grande longueur d'onde (LWIR en anglais) du spectre électromagnétique. Au contraire, la plupart des métaux possèdent une émissivité faible (0,6 ou inférieure) selon leur finition de surface : plus la surface est brillante, plus son émissivité est faible.

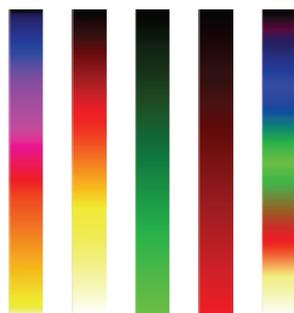
Le rayonnement thermique qui n'est pas absorbé par un matériau sera réfléchi. Plus l'énergie réfléchie est forte, plus le risque d'interprétation erronée des mesures est grand. Pour éviter les erreurs de lecture, il est impératif de choisir un angle de mesure de la caméra qui minimise les réflexions. Généralement, si un matériau se comporte comme un miroir dans le spectre visible, c'est également le cas dans la bande LWIR. La surveillance de ce type de matériau peut s'avérer délicate, car la mesure de température peut varier en fonction des objets qui se reflètent dans la cible surveillée.

Les caméras thermométriques Axis sont souvent plus efficaces en présence d'objets présentant une émissivité élevée (au-dessus de 0,9). Cependant, les mesures de température d'objets dont l'émissivité est plus basse (au-dessus de 0,5) sont également envisageables si le paramétrage des mesures est bien choisi.

2.4 Palettes de couleurs

Les caméras thermométriques Axis mesurent l'énergie rayonnante et la convertissent en valeurs de température. Plus simplement, les mesures de la lumière donnent les valeurs de température

correspondantes et chaque pixel du capteur se comporte comme un petit thermomètre traduisant la température émise. Les caméras thermométriques Axis utilisent plusieurs palettes de couleurs par défaut.



Exemples de palettes de couleurs dans les caméras thermométriques Axis.

Les couleurs intenses sont des pseudo-couleurs créées numériquement, qui ne représentent pas les véritables couleurs de la scène. Les images thermiques sont généralement en noir et blanc. Mais comme l'œil humain est plus performant pour distinguer les variations de couleur que les écarts d'échelle de gris, ces palettes de couleurs servent à différencier les écarts de température. La partie supérieure des palettes représente les températures les plus élevées mesurées dans les scènes.

3 Caméras thermométriques Axis

Les caméras thermiques Axis et les caméras thermométriques Axis font toutes deux appel à l'imagerie thermique et aux mêmes technologies de détection. Les caméras thermiques Axis sont principalement employées à des fins de surveillance. Les caméras thermométriques Axis s'utilisent pour le suivi des

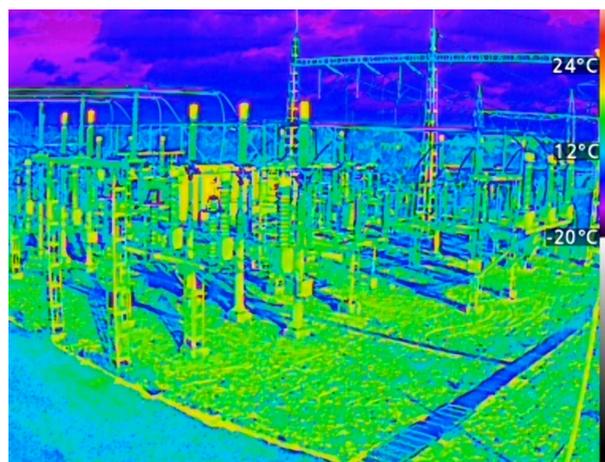
températures, avec possibilité de définir des alarmes de température, mais peuvent également servir à la détection.



Image d'une caméra optique Axis.



Scène identique restituée par une caméra thermique Axis utilisant une palette N&B.



Scène similaire vue par une caméra thermométrique Axis utilisant une palette isotherme arc-en-ciel. La caméra détecte et mesure le rayonnement infrarouge, puis convertit le résultat en mesures de température. Les différentes températures sont également visualisables avec une palette de couleurs.

3.1 Caractéristiques d'une caméra

Compatibles avec un choix d'objectifs, les caméras thermométriques peuvent être optimisées pour produire des performances de détection optimales et répondre aux besoins de la plupart des applications. Un objectif à distance focale courte permet d'obtenir un champ de vision plus large, tandis qu'un objectif à distance focale plus longue peut être utile pour pointer sur un objet au loin.

3.2 Précision

La précision des mesures d'une caméra thermométrique dépend des conditions. Pour obtenir des performances maximales, des facteurs comme le matériau de l'objet et sa distance à la caméra doivent être soigneusement pris en compte, de même que l'angle et l'environnement de la caméra. Comme indiqué dans le paragraphe sur l'émissivité, les réflexions et les propriétés du matériau peuvent également influencer les mesures. La précision de la valeur d'émissivité est essentielle pour obtenir une mesure précise. De manière générale, plus l'émissivité est basse, plus le degré de précision est faible. La précision peut également pâtir des conditions météo défavorables comme le brouillard, la neige et la pluie.

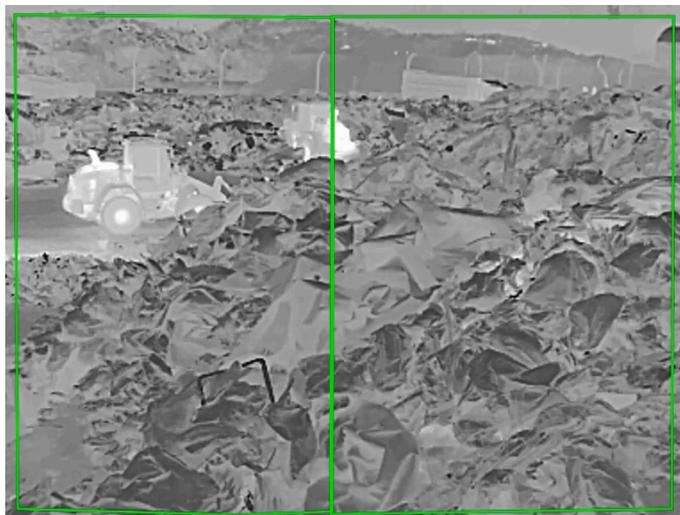
3.3 Alarmes

Les caméras thermométriques Axis sont dotées de plusieurs fonctions uniques telles que les alarmes de température et la détection précoce des incendies. Ces fonctionnalités vous permettent d'évaluer les situations critiques dans une zone surveillée et de réagir de manière appropriée.

3.3.1 Température et alarmes

Leur fonction principale est la possibilité de définir des alarmes de température, dont il existe deux types. Vous pouvez choisir de déclencher des actions en fonction de la température la plus élevée, la plus basse ou moyenne dans une zone de détection. Si la température dépasse une limite fixée, votre périphérique déclenche l'alarme et vous envoie des notifications. Vous pouvez également définir la vitesse d'évolution d'une température, auquel cas des notifications se déclenchent si la température augmente ou diminue trop brusquement.

Vous pouvez choisir d'afficher les zones de détection et leur température dans le flux vidéo.



Une caméra thermométrique déclenche des alarmes lorsque la température des zones de détection franchit des limites définies par l'utilisateur. Ici, l'application est une installation de recyclage, où les zones de

détection (délimitées par les lignes vertes) se rapportent aux grands tas de déchets en raison de leur risque d'incendie.

3.3.2 Détection d'incendie précoce

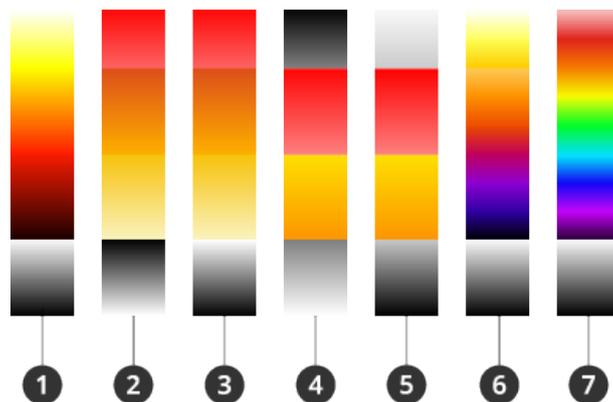
La détection précoce des incendies utilise l'imagerie thermique pour détecter les changements de température dans une zone surveillée et pour détecter un feu couvant avant qu'il ne se propage. Vous pouvez configurer votre périphérique pour qu'il déclenche l'alarme et vous envoie des notifications si la température dépasse la limite fixée.

Grâce au suivi des mouvements, la détection précoce des incendies filtre les objets en mouvement, y compris ceux dont la température est supérieure à la limite fixée. Elle se focalise sur les objets statiques situés dans la zone surveillée. Ce filtre réduit le nombre de fausses alarmes qui peuvent être déclenchées par des objets en mouvement. Toutefois, si un objet en mouvement reste immobile pendant plus de 30 secondes, le système de suivi le considère comme statique jusqu'à ce qu'il se remette à bouger.

La détection précoce des incendies réduit les risques de dommages qui pourraient résulter d'un départ de feu. Un foyer d'incendie potentiel est rapidement maîtrisé avant qu'il ne s'aggrave ou ne s'étende à d'autres zones.

3.4 Palettes isothermes

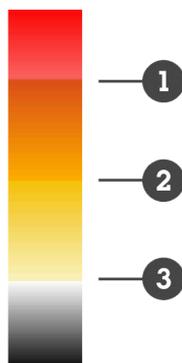
L'imagerie isotherme permet de configurer des zones de couleur dans l'image en fonction de la température, pour pouvoir interpréter plus facilement la situation d'une scène. Pour ce faire, les caméras thermométriques Axis utilisent des palettes isothermes. Les palettes sont fixes, mais vous pouvez ajuster la température aux différentes plages de couleur pour qu'une température critique ressorte plus clairement.



Palettes isothermes des caméras thermométriques Axis :

- 1 *Iso-Axis-WH*
- 2 *Iso-Fire-BH*
- 3 *Iso-Fire-WH*
- 4 *Iso-MidRange-BH*
- 5 *Iso-MidRange-WH*
- 6 *Iso-Planck-WH*
- 7 *Iso-Rainbow-WH*

Avec les palettes isothermes, vous définissez des limites qui séparent les couleurs selon des températures spécifiques. Le *niveau bas* correspond à la température où commence la partie colorée de la palette. Le *niveau moyen* et le *niveau élevé* correspondent aux températures où commencent ces plages.



Limites représentant les températures les plus basses de chaque plage d'une palette isotherme :

- 1 Niveau élevé
- 2 Niveau moyen
- 3 Niveau bas

Les palettes isothermes servent seulement à faire ressortir des températures particulières. Elles servent d'aides visuelles aux opérateurs. Si par exemple le *niveau bas* est défini sur une température critique pour un objet donné, toutes les températures au-dessus de cette valeur se distinguent clairement. En cas d'alarme de température, l'opérateur verra rapidement s'il s'agit d'une fausse alerte, car l'image isotherme indiquera si l'alarme a été déclenchée par l'objet surveillé ou par quelque chose d'autre.

3.5 Lecture de la température spot

La *température spot* est une autre fonction de ces caméras. Concrètement, vous pouvez obtenir une mesure de la température en un point particulier de l'image en cliquant simplement sur ce point.

Comme les palettes isothermes, la température spot est uniquement une aide visuelle pour l'opérateur.



Capture d'écran de la caméra thermique AXIS Q1961-TE Thermal Camera. L'utilisateur a cliqué sur un point particulier pour en consulter la température.

3.6 Métadonnées

Dans les caméras thermométriques Axis, les données thermométriques sont ajoutées au flux d'événements de la caméra. Elles sont donc faciles à extraire pour les exploiter dans d'autres applications. Ces données incluent des informations sur les alarmes, les températures (maximale, minimale et moyenne) dans les zones de détection et les coordonnées des températures maximale et minimale.

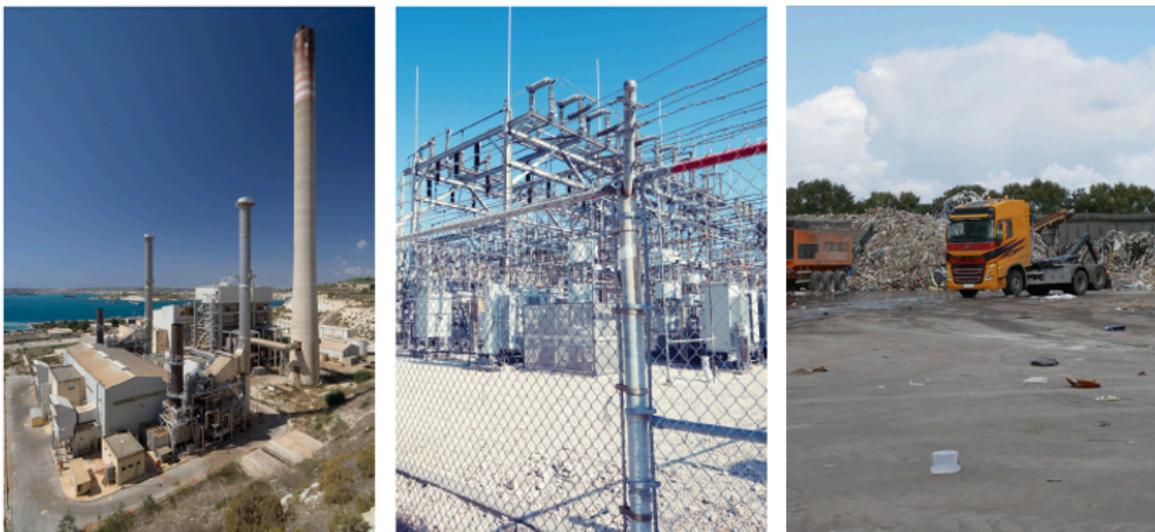
4 Domaines d'application

Les caméras thermométriques Axis trouvent leur place dans une variété d'applications nécessitant une surveillance de la température, par exemple :

- Installations de production d'électricité : turbines à gaz et à vapeur, appareillage de commutation sous tension
- Autres équipements électriques critiques : transformateurs et postes électriques
- Risque d'incendie : tas de charbon, installations de recyclage, sites d'entreposage et silos
- Procédés industriels, pour éviter la surchauffe d'équipements

L'imagerie thermique peut être utile dans diverses problématiques, comme la prévision des pannes, la localisation des problèmes ou les contrôles d'isolation. L'imagerie thermique est une ressource utile pour anticiper les défaillances, car elle peut signaler des zones à problème avant qu'elles deviennent visibles ou qu'une machine cesse de fonctionner. Ces signaux précoces peuvent être des pièces en surchauffe qui risquent de casser ou brûler, des conduites bouchées qui risquent d'éclater ou des raccords mal fixés qui risquent de se détacher.

Mais l'imagerie thermique a plusieurs autres emplois. Dans la détection du niveau d'un réservoir, l'écart de température entre le réservoir lui-même et son contenu fait apparaître le niveau du réservoir. L'imagerie thermique peut également jouer un rôle dans l'amélioration de l'efficacité énergétique, en détectant par exemple les pertes thermiques des conduites mal isolées, avec à la clé des économies d'énergie et de coûts.



Les centrales électriques, les transformateurs et les sites de gestion des déchets comptent parmi les domaines d'application des caméras thermométriques Axis.

À propos d'Axis Communications

En créant des solutions qui renforcent la sécurité et améliorent la performance des entreprises, Axis contribue à un monde plus intelligent et plus sûr. Leader de son secteur dans les technologies sur IP, Axis propose des solutions en vidéosurveillance, contrôle d'accès, visiophonie et systèmes audio. Ces solutions sont enrichies par des applications d'analyse intelligente et soutenues par des formations de haute qualité.

L'entreprise emploie environ 4000 personnes dans plus de 50 pays et collabore avec des partenaires technologiques et intégrateurs de systèmes du monde entier pour fournir des solutions sur mesure à ses clients. Axis a été fondée en 1984, son siège est situé à Lund en Suède