



**THERMOGRAPHIE INFRAROUGE
CONTROLE D'INSTALLATIONS ELECTRIQUES**

CAMERAS DE MESURE THERMOGRAPHIQUE

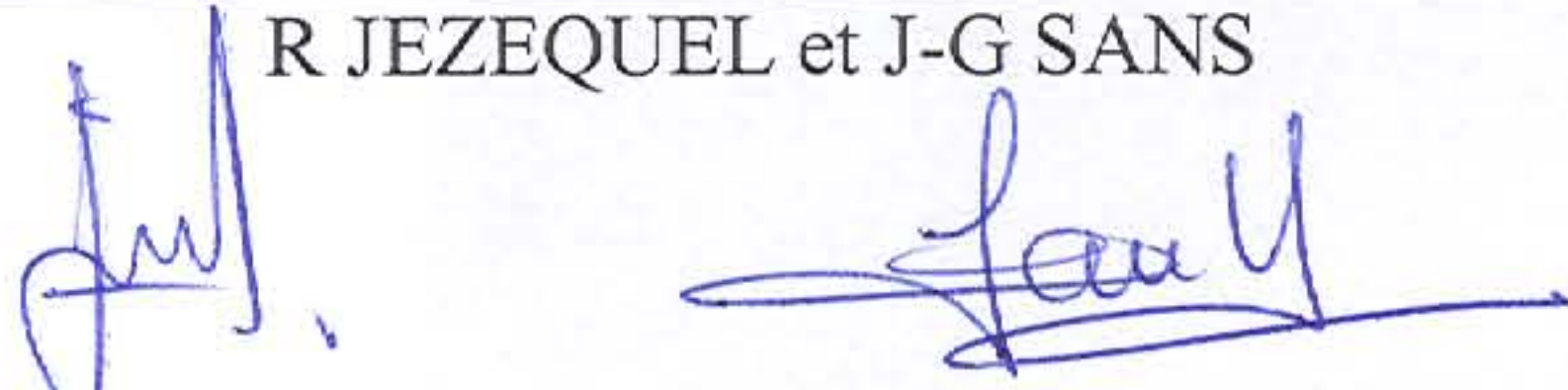
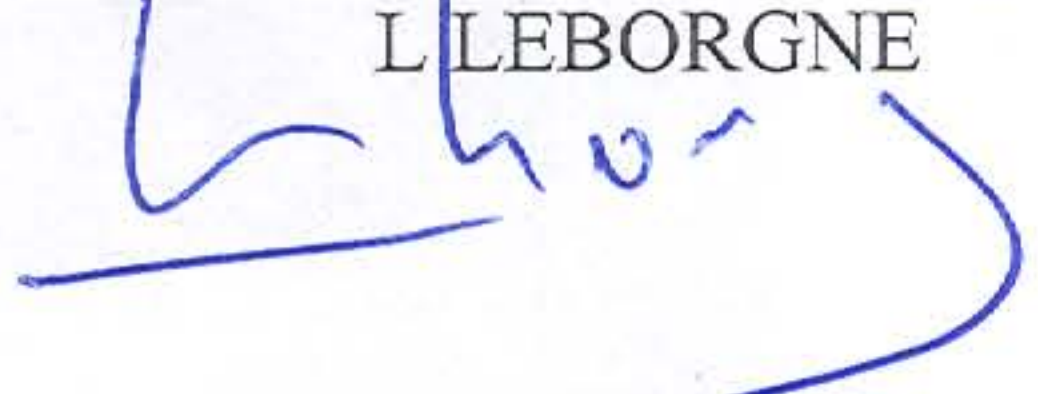
SPECIFICATIONS TECHNIQUES

**EXIGENCES
ET
METHODES D'ESSAIS**

ST DES-TIR - DTG 06 090 (08/12/2006)

(Version n°4)

Cette spécification technique permet la délivrance d'une attestation d'Evaluation Technique ou d'un CNPP Approval selon les conditions générales d'essais N°DTG.04.002.I.

Elaboration de la spécification technique	Approbation par la Direction Technique
R JEZEQUEL et J-G SANS 	L LEBORGNE 

©: CNPP ENTREPRISE 2006

Toute représentation ou reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement du CNPP est illicite. (article L122-4 du code de la propriété intellectuelle). Le code de la propriété n'autorise, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L122-5, d'une part que les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé et d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple ou d'illustration.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences, les méthodes d'essai et les critères de performance relatifs aux caméras de mesure thermographique utilisées dans le cadre d'un contrôle par thermographie infrarouge d'installations électriques avec délivrance d'un compte rendu de vérification Q19. La conformité des caméras à cette spécification ne préjuge pas de son usage dans un autre domaine d'application.

2 Références

Les documents de référence suivants ont été utilisés pour l'élaboration du présent document :

NF A 09 400 (1991): Thermographie infrarouge, vocabulaire relatif à la caractérisation de l'appareillage.

NF A 09 420 (1993): Thermographie infrarouge, Caractérisation de l'appareillage.

NF A 09 421 (1993): Thermographie infrarouge, Méthodes de caractérisation de l'appareillage.

APSAD D19 (1999): Thermographie infrarouge, contrôle d'installations électriques.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce présent document, les termes et définitions donnés dans la norme NF A 09 400 ainsi que les termes et définitions suivants s'appliquent :

3.1 Uniformité de la réponse thermique

Différence entre la température moyenne affichée par la caméra de thermographie infrarouge, et la température du corps thermorayonnant de référence, pour des zones de mesure définies.

3.2 Pouvoir de résolution géométrique

Différence entre la température maximale relevée par la caméra de thermographie infrarouge sur une fente thermique et la température du corps thermorayonnant situé derrière cette fente thermique. Cette différence est relevée à températures du corps thermorayonnant et des fentes thermiques connues, et à distance de mesure et largeur de fentes thermiques connues et fixées.



3.3 Grandeurs d'influence

Grandeurs physiques dont la connaissance et la maîtrise sont essentielles pour l'opérateur en thermographie infrarouge : émissivité et température apparente réfléchie dans tout cas de mesure, facteur de transmission atmosphérique et température atmosphérique lors de mesures à plus longues distances, température d'optique et facteur de transmission optique lors d'utilisation d'optique additionnelle ou lors d'observation pour les mesures en environnement contrôlé ou à travers un hublot infrarouge.

3.4 Cadrage thermique

Intervalle affiché de température correspondant au thermogramme. Se définit par un niveau moyen et une amplitude de variation autour de ce niveau moyen.

3.5 Maximum sur zone

Mode de mesure de température permettant l'affichage de la valeur maximale sur une zone d'intérêt du thermogramme définie par un contour fermé.

4 Exigences

4.1 Conformité

Pour être conforme à cette spécification technique, la caméra de mesure thermographique doit satisfaire aux exigences de conception ainsi qu'aux exigences opérationnelles données dans cette partie.

Si la caméra vérifie ces exigences, elle est considérée comme apte à réaliser le contrôle d'installations électriques selon le document technique D19 par des opérateurs qualifiés.

4.2 Exigences de conception

4.2.1 Caractéristiques minimales des caméras de mesure thermographique

La caméra de mesure thermographique doit satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- La distance de focalisation de la caméra de mesure thermographique doit être réglable et correspondre à un usage de contrôle d'installations électriques. La caméra de mesure thermographique doit être capable de se focaliser à la distance de 50cm.
- Le cadrage thermique doit être réglable.
- La lecture directe en température apparente d'au moins un point doit être possible sur le thermogramme et l'affichage de cette température doit s'effectuer avec une résolution d'au moins 0,1°C.
- La modification d'au moins l'émissivité et de la température apparente réfléchie doit être possible et l'affichage en temps réel de la température calculée d'au moins un point du thermogramme doit correspondre à ces modifications.
- La caméra de mesure thermographique doit permettre la mesure en temps réel du maximum de température sur tout ou partie de l'image (fonction maximum sur zone).

4.2.2 Caractéristiques minimales du logiciel de traitement des thermogrammes

Le logiciel de traitement associé à la caméra doit satisfaire aux exigences de conception suivantes :

- La modification du cadrage thermique doit être possible.
- La lecture en température apparente doit être possible sur le thermogramme enregistré et l'affichage de cette température doit s'effectuer avec une résolution d'au moins 0,1°C.
- La lecture en température apparente doit être possible en tout point du thermogramme enregistré.
- L'analyse en maximum sur zone doit être possible, et la taille de cette zone doit être réglable par l'opérateur.
- La modification des paramètres liées aux grandeurs d'influence doit être possible et permettre l'affichage des températures calculées correspondant au moyens d'analyse mis en œuvre.
- Le logiciel doit permettre l'enregistrement des thermogrammes modifiés dans un format utilisable par les logiciels commerciaux de bureautique.

4.3 Exigences opérationnelles

4.3.1 Uniformité de la réponse thermique

Les valeurs moyennes relevées en température apparente (émissivité réglée à 1 sur la caméra) sur différentes zones du thermogramme doivent être écartées de moins de 0,5°C de la température du corps thermorayonnant observé, porté à 70°C (hors incertitude du corps thermorayonnant).

4.3.2 Pouvoir de résolution géométrique

La mesure en maximum sur zone et en température apparente à travers une fente thermique de largeur 2,3mm (représentant la largeur mesurable d'un conducteur électrique de 1,5 mm carré) d'un corps thermorayonnant porté à 70°C (hors incertitude du corps thermorayonnant) et à une distance de 50 cm (ou à la distance minimale de focalisation de la caméra si celle-ci ne peut focaliser à 50cm) doit être supérieure à la température centrale obtenue pour le test de l'uniformité de la réponse thermique moins 5°C.

Nota : La distance d'observation de 50cm est choisie conventionnellement pour permettre une évaluation des caméras de thermographie infrarouge dans des conditions optimales de mesure. Ceci n'interdit pas l'utilisation de la caméra de mesure thermographique à une distance inférieure ou supérieure à 50cm.

4.4 Marquage

Chaque caméra de mesure thermographique doit comporter les informations suivantes :

- Nom ou marque du fabricant ou du fournisseur.
- Désignation du modèle (type ou numéro).

La conformité doit être contrôlée par inspection visuelle.

4.5 Documentation

La caméra de mesure thermographique ainsi que son logiciel associé doivent être accompagnés de toutes les instructions relatives à leurs usages par un opérateur qualifié.

5 Essais

5.1 Uniformité de la réponse thermique

5.1.1 Objet de l'essai

L'objectif de l'uniformité de la réponse thermique est d'évaluer, d'une part, l'exactitude de mesure de la caméra thermique, et, d'autre part, la dispersion des réponses fournies par la matrice de détecteurs de la caméra.

5.1.2 Mode opératoire d'essai

- a) Porter le corps thermorayonnant à la température de 70°C. Attendre que celui-ci soit stabilisé en température (temps défini par le constructeur du corps thermorayonnant).
- b) Placer la caméra devant le corps thermorayonnant étendu, de sorte que chacun des détecteurs élémentaires de la matrice de détection de la caméra soit soumis au même rayonnement.
- c) Régler la focalisation de la caméra.
- d) Enregistrer, en mesure apparente (émissivité réglée à 1 et distance réglée à 0), à intervalles réguliers de 15 secondes, quatre thermogrammes correspondant à la visualisation de ce corps thermorayonnant, après que la caméra thermique se soit stabilisée (30 minutes après mise en route).
- e) Par traitement logiciel, relever, pour 5 zones, correspondant à une zone centrale et aux 4 coins du thermogramme, les valeurs moyennes en température obtenues pour chacun des quatre enregistrements. Pour cela, diviser la matrice en 25 parties égales et conserver la zone centrale et les coins.
- f) Relever les cinq valeurs correspondant au relevé ayant la moyenne la plus favorable sur la zone centrale à l'exigence opérationnelle correspondant à cet essai.
- g) Vérifier que chacune de ces valeurs respecte l'exigence opérationnelle liée à cet essai.

5.1.3 Exigences

Vérifier que ces 5 valeurs sont comprises entre une température minimum T_{min} et une température maximum T_{max} , avec :

- T_{min} = Température corrigée du corps thermorayonnant - somme quadratique des incertitudes d'étalonnage et de dispersion du corps thermorayonnant * facteur d'élargissement de 2 - écart thermique maximal consenti (0,5°C).
- T_{max} = Température corrigée du corps thermorayonnant + somme quadratique des incertitudes d'étalonnage et de dispersion du corps thermorayonnant * facteur d'élargissement de 2 + écart thermique maximal consenti (0,5°C).

La température corrigée du corps thermorayonnant est la température du corps thermorayonnant théorique qui donnerait la même luminance énergétique que le corps thermorayonnant utilisé, obtenue lors de l'étalonnage.

Par exemple, pour un corps thermorayonnant ayant une température corrigée de 70,3°C lorsque l'indication du régulateur est de 70°C, avec une incertitude d'étalonnage à $\pm 2\sigma$ de 0,8°C et une incertitude de dispersion de $\pm 0,4^\circ\text{C}$ à 1σ , on vérifie donc que les températures mesurées pour l'uniformité de la réponse thermique sont comprises entre :

$$70,3-1,7^\circ\text{C} \leq T_{\text{MESUREE}_1} \leq 70,3+1,7^\circ\text{C} \text{ (avec incertitude)}$$

soit :

$$68,6^\circ\text{C} \leq T_{\text{MESUREE}_1} \leq 72^\circ\text{C}$$

5.2 Pouvoir de résolution géométrique

5.2.1 Objet de l'essai

La méthode d'évaluation du PRG est une application de la méthode de caractérisation normée du *Pouvoir de Résolution Spatiale de Mesure* (normes NF A 09 420 et 421).

Elle est une vérification de performance en terme de résolution spatiale réalisée par le test de Fonction de Réponse à une Fente (FRF), selon des conditions fixées par les exigences du contrôle d'installations électriques.

5.2.2 Mode opératoire d'essai

- a) Porter le corps thermorayonnant à la température de 70°C. Attendre que celui-ci soit stabilisé en température (temps défini par le constructeur du corps thermorayonnant).
- b) Placer la caméra devant le corps thermorayonnant étendu.
- c) Placer une fente thermique proposant une ouverture de 2,3 mm sur au minimum 50 mm de longueur entre la caméra et le corps thermorayonnant, à 15 cm $\pm 0,5$ du corps thermorayonnant sur l'axe optique de l'observation. Les mires latérales de la fente thermique sont à la température ambiante du laboratoire.
- d) Régler la focalisation de la caméra sur la fente thermique, à la distance de 50 cm.
- e) Vérifier que la température apparente de la plaque fendue correspond à la température ambiante d'essai de 23°C $\pm 2^\circ\text{C}$.
- f) Enregistrer, en mesure apparente, et à intervalles réguliers de 20 secondes, 3 thermogrammes correspondant à la visualisation de la fente thermique après que la caméra se soit stabilisée (30 minutes).
- g) Par traitement logiciel, relever, pour chacun des trois thermogrammes enregistrés, la valeur maximum sur une zone encadrant strictement la mire centrale de la fente thermique.
- h) Comparer la plus grande valeur obtenue à l'exigence opérationnelle correspondant à cet essai

5.2.3 Exigences

Vérifier que cette valeur est supérieure à l'exigence opérationnelle moins la somme quadratique des incertitudes d'étalonnage et de dispersion du corps thermorayonnant multipliée par un facteur d'élargissement de 2.

Par exemple, pour un corps thermorayonnant de température corrigée de 70,3°C lorsque l'indication du régulateur est de 70°C, avec une incertitude d'étalonnage à $\pm 2\sigma$ de 0,8°C et une incertitude de dispersion de $\pm 0,4^\circ\text{C}$ à 1σ :

$$\bullet \quad T_{\text{MESUREE}_2} \geq T_{\text{MESUREE}_1} - 6,2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (avec incertitude)}$$

6 Présentation des résultats

Le rapport d'évaluation donne les résultats des contrôles du respect des exigences et des essais:

- Les exigences de conception sont vérifiées point par point.
- Les mesures de l'uniformité de la réponse thermique sont données sous forme de tableau.
- Les mesures du pouvoir de résolution géométrique sont données sous forme d'une courbe représentative de la fonction : $T_{\text{MESUREE}_2} = f(\text{ouverture de la fente})$.
- La satisfaction des critères 5.1.3 et 5.2.3 est mentionnée explicitement.

Annexe A

Exemple de banc d'évaluation de caméras de mesure thermographique

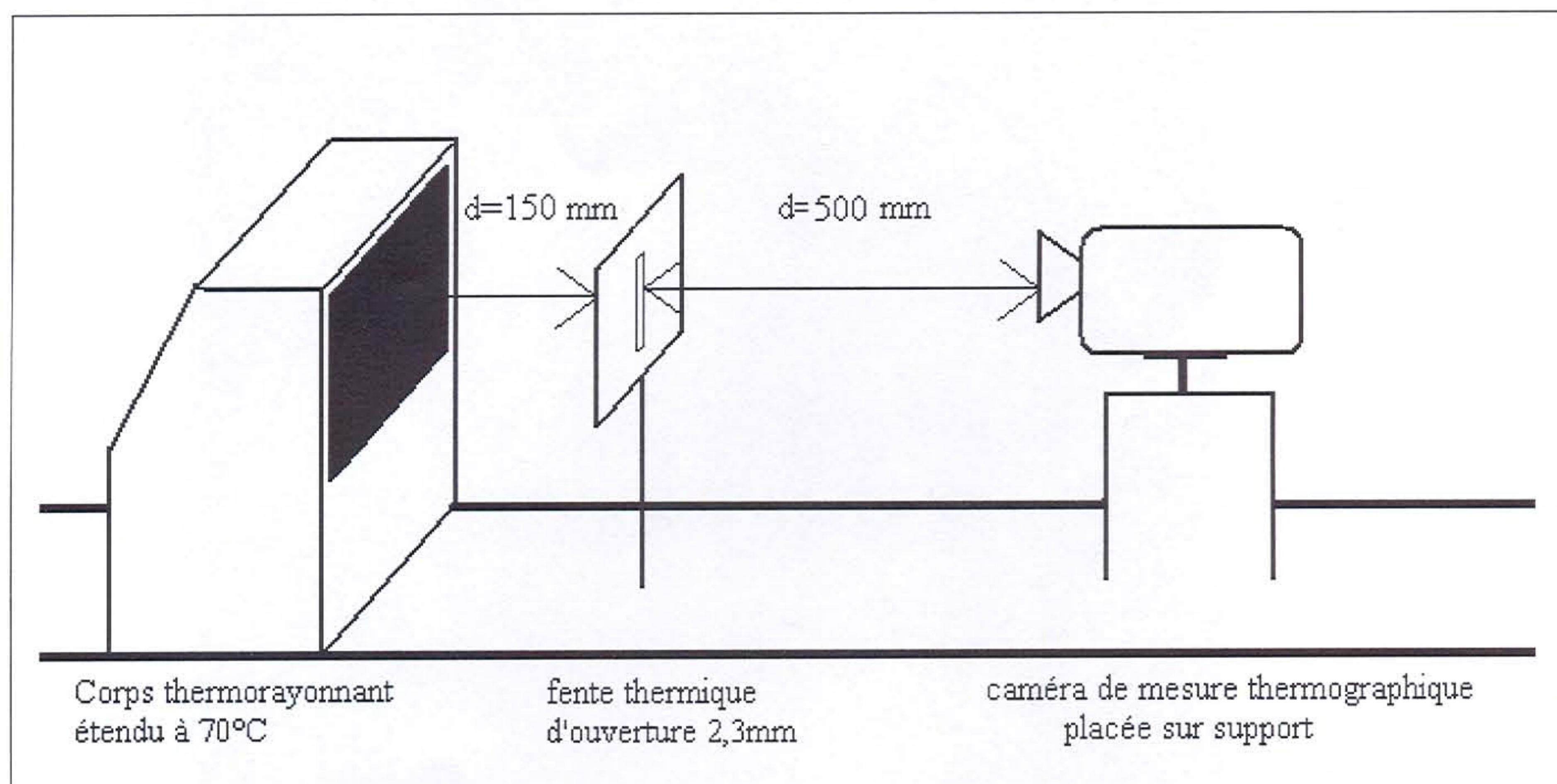


schéma représentatif d'un banc d'évaluation de caméras de mesure thermographique

Cas de mesure du pouvoir de résolution géométrique