

RECOMMANDATION  
INTERNATIONALE

**OIML R 18**

Edition 1989 (F)

---

Pyromètres optiques à filament disparaissant

Visual disappearing filament pyrometers

---

OIML R 18 Edition 1989 (F)



ORGANISATION INTERNATIONALE  
DE MÉTROLOGIE LÉGALE

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION  
OF LEGAL METROLOGY

## Avant-propos

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont:

- les **Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité ; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- les **Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et la CEI, pour éviter des prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication – référence OIML R 18 (F), édition 1989 – a été élaborée par le Secrétariat Rapporteur SP 12-Sr 6 et par le Secrétariat Pilote SP 12\*. Elle a été sanctionnée par la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 1988 et remplace l'ancienne édition datée 1972.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale  
11, rue Turgot - 75009 Paris - France  
Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11  
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27  
E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)  
Internet: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

\* *Note:* Cette publication est maintenant placée sous la responsabilité du TC 11/SC 3 “*Thermomètres à radiation*”.

# PYROMÈTRES OPTIQUES À FILAMENT DISPARAISSANT

## CHAPITRE I

### GENERALITES

#### 1 Objet

- 1.1. La présente Recommandation s'applique aux pyromètres et micropyromètres optiques (\*) mesurant la température de luminance des corps dans les parties visible et infrarouge du spectre suivant le principe du filament disparaissant (\*\*). Le mesurage de la température en spectre infrarouge est effectué à l'aide des pyromètres ayant un oculaire à convertisseur d'image.
- 1.2. Le but de la Recommandation est d'assurer les conditions suivantes.
  - 1.2.1. Tous les pyromètres ayant la même longueur d'onde effective donnent la même indication (dans les limites des erreurs tolérées), lorsqu'ils mesurent la même température d'un même corps, indépendamment du fait que ce corps soit ou non un radiateur noir.
  - 1.2.2. Les pyromètres sont étalonnés et vérifiés dans l'étendue de températures de 400 °C à 6000 °C avec l'exactitude spécifiée ci-dessous.
- 1.3. La Recommandation définit pour ces instruments :
  - les unités autorisées de mesure de la température,
  - les caractéristiques techniques générales,
  - les principaux paramètres caractérisant les qualités métrologiques,
  - les méthodes de base à utiliser pour assurer l'uniformité de l'étalonnage et de la vérification.

## CHAPITRE II

### UNITES DE MESURE

#### CARACTERISTIQUES TECHNIQUES. CARACTERISTIQUES METROLOGIQUES

#### 2 Unités de mesure

- 2.1. Les pyromètres doivent être gradués suivant l'Echelle Internationale (Pratique) de Température (\*\*\*)

La température doit être exprimée :

- en degrés Celsius, °C,
- ou en kelvins, K,

et désignée par t ou T respectivement.

---

(\*) Appelés ci-après « pyromètres » sauf lorsqu'une distinction doit être faite.

(\*\*) La présente Recommandation s'applique également aux pyromètres optiques à coin gris pour autant que les conditions physiques le permettent.

(\*\*\*) Au moment de l'impression de la présente Recommandation, l'échelle en vigueur est l'EIPT 68, qui devrait ultérieurement être remplacée par l'EIT 90.

2.2. Les pyromètres sans indication directe de la température sont admissibles, si la correspondance entre l'intensité du courant alimentant la lampe pyrométrique et la température est connue.

### 3 Caractéristiques techniques

3.1. Les pyromètres doivent comporter :

- tous les éléments nécessaires du système optique : objectif, oculaire...,
- une lampe pyrométrique avec son système d'alimentation électrique et des dispositifs de réglage de l'intensité du courant qui la parcourt ; le système d'alimentation et les dispositifs de réglage et de mesure ne doivent pas nécessairement faire partie intégrante du pyromètre,
- un dispositif absorbant destiné à affaiblir la luminance apparente des corps visés dont la température est supérieure à 1400 °C ou 1 225 °C (voir aussi point 4.3),
- soit un filtre rouge pour les pyromètres qui fonctionnent dans la partie visible du spectre, soit un convertisseur d'image infrarouge avec filtre pour les pyromètres qui fonctionnent dans la partie infrarouge du spectre, soit les deux.

3.1.1. La longueur d'onde effective des pyromètres avec filtre rouge doit être  $(0,655 \pm 0,01) \mu\text{m}$ .

3.1.2. En plus du filtre rouge, on admet l'utilisation d'un autre filtre sélectif dont la longueur d'onde effective est connue.

3.1.3. La longueur d'onde effective des pyromètres à convertisseur d'image infrarouge doit être  $(1,00 \pm 0,1) \mu\text{m}$ .

On admet l'utilisation de ce type de pyromètres avec une autre valeur de la longueur d'onde effective à condition que celle-ci soit indiquée.

3.1.4. Les dispositifs absorbants des pyromètres dont la longueur d'onde effective est conforme au point 3.1.1 doivent être tels que la valeur de l'affaiblissement pyrométrique  $A^{(*)}$  soit constante dans les limites de  $\pm 1,5 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ .

3.1.5. Les micropyromètres doivent assurer le mesurage de la température des objets de faibles dimensions  $(^{**})$ , de l'ordre de  $100 \mu\text{m}$  et moins.

---

(\*) La valeur de l'affaiblissement pyrométrique,  $A$ , est définie comme solution du système des deux équations :

$$A = \frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \quad \text{et} \quad \int_0^\infty \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T}} \tau' \lambda \tau \lambda Y \lambda d\lambda = \int_0^\infty \lambda^{-5} e^{-\frac{C_2}{\lambda T_0}} \tau \lambda Y \lambda d\lambda$$

où :

- $T$  = température de luminance réelle du corps
- $T_0$  = température de luminance apparente du corps
- $\tau_\lambda$  = facteur de transmission spectrale du filtre rouge
- $\tau'_\lambda$  = facteur de transmission spectrale du dispositif absorbant
- $Y_\lambda$  = efficacité lumineuse relative spectrale
- $\lambda$  = longueur d'onde
- $C_2$  = deuxième constante de radiation.

(\*\*) On entend par « dimension de l'objet » la dimension linéaire minimale caractérisant l'objet, par exemple la largeur d'un ruban, le diamètre d'un cercle, le petit axe d'une ellipse, etc.

- 3.1.6. Les filaments des lampes pyrométriques doivent avoir une forme telle que l'on puisse définir sans erreur la région à utiliser ; si le filament est rectiligne, la partie du filament à utiliser doit être clairement indiquée.
- 3.2. Les dispositifs indicateurs des pyromètres peuvent comporter une, deux ou plusieurs échelles.
- 3.2.1. Les échelles doivent porter le symbole de l'unité utilisée (°C ou K) et l'indication de l'étendue de mesure de l'appareil pour l'échelle considérée.
- 3.2.2. Un même appareil ne doit pas comporter simultanément des échelles graduées en degrés Celsius et d'autres en kelvins.
- 3.2.3. Le dispositif indicateur peut comporter l'échelle de température vraie pour un matériau déterminé. Cette échelle doit différer des échelles des températures de luminance par l'écriture des chiffres ou par la couleur des repères et des chiffres.

#### 4 Caractéristiques métrologiques

- 4.1. Les pyromètres se répartissent en deux classes de précision : précision ordinaire et précision fine.
- 4.2. Les qualités métrologiques des pyromètres sont caractérisées par :
- l'erreur de justesse (\*),
  - l'erreur de fidélité (\*\*).
- 4.3. Les erreurs de justesse et de fidélité des pyromètres « en service », dans les conditions assignées de fonctionnement, ne doivent pas être supérieures aux valeurs maximales tolérées indiquées dans le Tableau ci-après.

Classe de précision	Etendue de mesure (1) (°C)	Erreur de justesse maximale tolérée	Erreur de fidélité maximale tolérée
		en % de la limite supérieure de l'étendue de mesure	
ordinaire	400 – 800	± 1,5	1
	800 – 1400	± 1,5	1
	1400 – 2000	± 1,5	1
	2000 – 3200	± 2,5	2
	3200 – 6000	± 4,0	3
fine	400 – 800	± 1,0	0,5
	800 – 1400	± 0,6	0,25
	1400 – 2000	± 0,6	0,25
	2000 – 3200	± 1,2	0,5
	3200 – 6000	± 2,0	1,0

(1) La limite de 1400°C peut être remplacée par n'importe quelle valeur entre 1225°C et 1400°C.

(\*) L'erreur de justesse est calculée comme différence entre la moyenne de 5 mesures de la même température de luminance et la valeur conventionnellement vraie de cette température de luminance.

(\*\*) L'erreur de fidélité est calculée comme différence entre les indications maximale et minimale de l'instrument dans une série de 5 mesures d'une même température d'un même corps.

Les instruments de mesure électriques doivent également fonctionner dans leurs conditions assignées de fonctionnement.

Les conditions assignées de fonctionnement sont :

- température ambiante :  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$
- humidité relative :  $(65 \pm 15) \%$
- absence de champs magnétiques extérieurs, sauf le champ terrestre.

Les erreurs de justesse et de fidélité des instruments de mesure électriques sont incluses dans les valeurs ci-dessus qui sont relatives à l'ensemble du pyromètre.

4.4. La variation des indications due à la variation de la température de l'air ambiant, dans les limites des températures de fonctionnement de  $0 ^\circ\text{C}$  à  $+ 40 ^\circ\text{C}$ , ne doit pas être supérieure à la moitié de la valeur absolue de l'erreur de justesse tolérée, pour chaque variation de  $10 ^\circ\text{C}$  de la température de l'air.

4.5. Lors du mesurage de la température d'un objet de dimensions minimales pour le micropyromètre donné, l'augmentation de l'erreur ne doit pas dépasser la moitié de l'erreur de justesse tolérée.

4.6. Les pyromètres dont la limite inférieure de mesure dans le spectre visible est de  $700 ^\circ\text{C}$  (ou  $650 ^\circ\text{C}$ ) sont admissibles à condition que l'erreur de justesse dans l'étendue de température  $700 ^\circ\text{C}$  à  $800 ^\circ\text{C}$  (ou  $650 ^\circ\text{C}$  à  $800 ^\circ\text{C}$ ) ne dépasse pas 150 (ou 200 %) de celle indiquée pour l'étendue  $800 ^\circ\text{C}$  à  $1400 ^\circ\text{C}$ .

### CHAPITRE III

#### ETALONNAGE DES PYROMETRES

##### 5 Méthode

5.1. L'étalonnage des échelles de basses températures «  $t_0$  » des pyromètres fonctionnant dans le spectre visible dans l'étendue  $700$  ( $650$ )  $^\circ\text{C}$  à  $2000 ^\circ\text{C}$  doit s'effectuer par comparaison directe avec un instrument étalon, lampe thermométrique étalon ou pyromètre étalon avec radiateur approprié (lampe thermométrique ou corps noir).

L'erreur de l'instrument étalon ne doit pas dépasser les valeurs maximales tolérées indiquées dans le Tableau ci-après.

Etendue de mesure ( $^\circ\text{C}$ )	Erreur maximale tolérée de l'instrument étalon ( $^\circ\text{C}$ )	
	pour les pyromètres de précision ordinaire	pour les pyromètres de précision fine
650 – 800	$\pm 8,0$	$\pm 5,0$
800 – 1400	$\pm 4,0$	$\pm 2,5$
1400 – 2000	$\pm 6,0$	$\pm 4,0$

5.2. L'étalonnage des échelles de hautes températures «  $t$  » des pyromètres fonctionnant dans le spectre visible au-dessus de  $2000^\circ\text{C}$  s'effectue par :

- étalonnage direct des échelles de basses températures «  $t_0$  » comme indiqué ci-dessus,
- utilisation de la constante d'affaiblissement pyrométrique  $A$  due au dispositif absorbant,

- utilisation du terme  $\Delta t$  résultant de la divergence entre les équations de Wien et de Planck aux hautes températures, le cas échéant,

et en appliquant la formule :

$$\frac{1}{273 + t + \Delta t} = \frac{1}{273 + t_0} - A$$

qui permet de calculer la valeur de la température de luminance  $t$  représentée par un certain trait de l'échelle des hautes températures, en fonction de la température de luminance,  $t_0$ , indiquée par le trait correspondant de l'échelle des basses températures.

5.2.1. La constante d'affaiblissement pyrométrique  $A$  est déterminée en mesurant la température de luminance apparente  $t_0$  (\*) d'un étalon dont la température de luminance réelle  $t$  est connue, et en appliquant la formule :

$$A = \frac{1}{t_0 + 273} - \frac{1}{t + 273}$$

5.2.2. Les valeurs  $\Delta t$  sont données dans le Tableau ci-après ; elles sont les mêmes pour tous les pyromètres optiques à filtre rouge dont la longueur d'onde effective est celle spécifiée au point 3.1.1 de la présente Recommandation.

Température $t$ (°C)	$\Delta t$ (°C)	Température $t$ (°C)	$\Delta t$ (°C)
3200	0	4800	+ 15
3400	0	5000	+ 20
3600	+ 5	5200	+ 25
3800	+ 5	5400	+ 30
4000	+ 5	5600	+ 35
4200	+ 5	5800	+ 45
4400	+ 10	6000	+ 55
4600	+ 10		

5.3. L'étalonnage des échelles des pyromètres fonctionnant dans le spectre infrarouge dans l'étendue 400°C à 800°C doit être effectué par comparaison avec une source appropriée, par exemple un corps noir ou une lampe thermométrique étalon avec filtre correcteur (\*\*).

A cet effet, une lampe thermométrique étalon avec filtre correcteur doit être étalonnée à la longueur d'onde effective conformément au point 3.1.3.

5.3.1. L'erreur de reproduction de la température par le corps noir ou par la lampe thermométrique étalon avec le filtre correcteur ne doit pas dépasser un tiers de l'erreur de justesse du pyromètre, dans l'étendue de température considérée.

---

(\*) La température de luminance apparente  $t_0$  d'un corps qui est à la température de luminance réelle  $t$  est la température à laquelle ce corps, lorsqu'il est observé à travers un pyromètre sans interposition du dispositif absorbant, a une luminance égale à la luminance qu'il présente lorsque, à la température  $t$ , il est observé à travers le même pyromètre avec interposition du dispositif absorbant.

(\*\*) Le filtre correcteur assure l'égalité de la température de luminance et de la température de couleur de la source.

5.3.2. On peut utiliser en tant que filtre correcteur, par exemple, un filtre dont le facteur de transmission spectrale (avec un écart-type de 2 %) correspond aux valeurs indiquées dans le Tableau ci-après.

$\lambda$ $\mu\text{m}$	0,8	0,85	0,9	0,95	1,0	1,05	1,1	1,15	1,2	1,25	1,3
$\tau$ %	13	15	19	23	27	32	37	42	47	53	60

5.4. L'étalonnage doit également comprendre le contrôle de la stabilité dans le temps des lampes pyrométriques, pour assurer que les erreurs maximales tolérées ne seront pas dépassées pendant la durée d'utilisation du pyromètre entre deux vérifications successives.

## CHAPITRE IV

### SURVEILLANCE METROLOGIQUE

#### 6 Contrôles métrologiques

Lorsque dans un pays les pyromètres optiques sont soumis aux contrôles métrologiques de l'Etat, ces contrôles doivent comprendre, suivant la législation interne de ce pays, tout ou partie des opérations ci-après.

##### 6.1. Approbation de modèle

6.1.1. Chaque modèle de pyromètres de chaque producteur doit être soumis à la procédure d'approbation de modèle.

6.1.2. Sans autorisation spéciale, aucune modification ne peut être apportée à un modèle approuvé.

##### 6.2. Vérification primitive

Les pyromètres neufs, réparés ou rajustés, doivent être soumis à la vérification primitive.

##### 6.3. Vérifications ultérieures

Les vérifications ultérieures permettent de s'assurer que les pyromètres en service ont conservé leurs qualités métrologiques réglementaires.

6.4. Les modalités et la période de validité de ces contrôles sont fixées par les réglementations nationales.

#### 7 Etalonnage et vérification

7.1. La vérification et l'étalonnage des pyromètres optiques doivent être effectués suivant des prescriptions détaillées, prises en conformité avec la présente Recommandation.

7.2. Tous les appareils étalons (lampes thermométriques étalons ou pyromètres étalons) à l'aide desquels on effectue l'étalonnage et la vérification des pyromètres devraient être vérifiés au moins une fois tous les deux ans.

7.3. Pour assurer l'uniformité des mesures des hautes températures, il est nécessaire d'effectuer systématiquement des comparaisons des diverses lampes thermométriques étalons et pyromètres étalons.

## **8 Marquage et certification**

Les instruments ayant passé avec succès la vérification doivent recevoir une marque de vérification ou être accompagnés d'un certificat.

## Sommaire

<i>Avant-propos</i> .....	2
Chapitre I, Généralités .....	3
Chapitre II, Unités de mesure – Caractéristiques techniques – Caractéristiques métrologiques .....	3
Chapitre III, Etalonnage des pyromètres .....	6
Chapitre IV, Surveillance métrologique .....	8