

RECOMMANDATION
INTERNATIONALE

OIML R 93

Édition 1999 (F)

Frontofocomètres

Focimeters



Sommaire

Avant-propos	3
1 Objet et domaine d'application	4
2 Références	4
3 Définitions	4
4 Exigences techniques et recommandations pour les frontofocomètres d'usage général	5
5 Exigences métrologiques	8
6 Procédure d'essai	8
7 Contrôle métrologique	9
Annexe A Format du rapport d'essai	11

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 93, édition 1999 (F) - a été élaborée par le comité technique OIML TC 14 *Instruments de mesure utilisés en optique*. Elle a été approuvée par le Comité International de Métrologie Légale en 1998 pour publication finale et sera présentée à la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 2000 pour sanction formelle. Elle remplace la version précédente datée 1990.

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

Internet: <http://www.oiml.org>

Frontofocomètres

1 Objet et domaine d'application

La présente Recommandation fixe les exigences auxquelles doivent satisfaire les frontofocomètres analogiques et numériques avec lesquels on peut mesurer les puissances frontales et les puissances prismatiques des verres* sphériques et astigmatiques (y compris les verres montés et les lentilles de contact) et orienter et marquer les verres.

Note: Pour le mesurage de la puissance frontale arrière des lentilles de contact, ISO/DIS 9337-1 est applicable.

2 Références

Les articles 1 à 6 de la présente Recommandation sont conformes à la Norme Internationale ISO 8598:1996, Optique et instruments d'optique - Frontofocomètres.

Autres références:

ISO 7944:1998	Optique et instruments d'optique - Longueurs d'onde de référence.
ISO 8429:1986	Optique et instruments d'optique - Ophtalmologie - Échelle graduée.
ISO/DIS 9337-1	Optique ophtalmique - Lentilles de contact - Détermination de la puissance frontale arrière - Partie 1: Frontofocomètre.
ISO 9342:1996	Optique et instruments d'optique - Verres étalons pour l'étalonnage des frontofocomètres.

3 Définitions

3.1 Frontofocomètre

Instrument servant à mesurer les puissances frontales et les effets prismatiques des verres de lunettes et des lentilles de contact, à orienter et à marquer les verres non détourés, et à vérifier le montage correct des verres sur des montures de lunettes.

3.2 Frontofocomètre analogique

Frontofocomètre à échelle continue.

3.3 Frontofocomètre numérique

Frontofocomètre affichant les valeurs mesurées arrondies à la valeur incrémentale la plus proche.

3.4 Support de verre

Ouverture de l'instrument sur laquelle on place le verre ou la lentille de contact à mesurer.

Note: Le frontofocomètre mesure la puissance frontale par rapport à la surface placée sur le support de verre.

3.5 Rail de réglage

Rail or barre mobile perpendiculaire à l'axe optique du frontofocomètre et parallèle à l'axe $0^\circ - 180^\circ$, utilisé comme axe de référence pour les lunettes pendant le mesurage.

Note: Il est également appelé porte-verre ou support-cadre.

3.6 Méridiens principaux

Sections droites d'un verre passant par l'axe optique et de vergences respectivement minimale et maximale.

Note: En général, les deux méridiens principaux sont perpendiculaires entre eux (astigmatisme régulier).

3.7 Puissance frontale

Il existe deux puissances frontales d'un verre, décrites en 3.7.1 et 3.7.2.

3.7.1 Puissance frontale arrière

Inverse de la valeur paraxiale de la distance frontale arrière mesurée en mètres.

3.7.2 Puissance frontale avant

Inverse de la valeur paraxiale de la distance frontale avant mesurée en mètres.

* Dans le texte de la présente Recommandation, le mot "verre" désigne les verres de lunettes et les lentilles de contact quelle que soit la matière utilisée.

Notes:

- 1) L'unité pour exprimer la puissance frontale est le mètre réciproque (m^{-1}). Le nom de cette unité est la "dioptrie" dont le symbole est D.
- 2) Par convention, la puissance frontale arrière, en dioptries, est spécifiée comme la "puissance" d'un verre de lunettes, bien que la puissance frontale avant soit requise dans certains cas (par exemple pour la mesure de certains verres multifocaux).

3.8 Puissance prismatique

Déviations d'un rayon de lumière à travers un point spécifique du verre.

Note: L'unité pour exprimer la puissance prismatique est le centimètre par mètre (cm/m). Le nom de cette unité est la "dioptrie prismatique" dont le symbole est Δ .

3.9 Verre à puissance sphérique

Verre amenant un faisceau paraxial de rayons parallèles sur un seul foyer.

Note: Cette définition pourrait également s'appliquer aux verres asphériques unifocaux.

3.10 Verre à puissance astigmatique

Verre amenant un faisceau paraxial de rayons parallèles sur deux lignes focales séparées perpendiculaires entre elles et donc, à la différence du verre sphérique, ayant deux puissances principales

Note: L'une de ces puissances peut être nulle, pour une distance focale correspondant à l'infini. Les verres référencés en tant que verres toriques, sphéro-cylindriques et cylindriques sont tous des verres astigmatiques.

3.11 Erreur de centrage de l'instrument

Erreur prismatique résiduelle de l'instrument sans verre installé.

4 Exigences techniques et recommandations pour les frontofocomètres d'usage général

4.1 L'étendue de mesure doit inclure des puissances frontales au moins comprises entre -20 D et $+20$ D et des puissances prismatiques de 0Δ à au moins 5Δ .

L'instrument doit pouvoir mesurer l'orientation des axes (voir ISO 8429:1986) des verres cylindriques entre 0° et 180° . Pour les prismes, il doit être possible de déterminer l'orientation des axes de la base entre 0° et 360° .

4.2 Pour les frontofocomètres analogiques, l'échelle dioptrique doit avoir un échelon ne dépassant pas $0,25$ D et doit pouvoir être lue avec l'exactitude indiquée dans les Tableaux 1 et 2 (voir aussi 5.2). Pour l'orientation des axes (voir ISO 8429:1986), l'échelon ne doit pas dépasser 5° et les divisions suffisamment claires pour permettre des interpolations à 1° près.

Pour les indications de puissance prismatique, l'échelon ne doit pas dépasser 1Δ .

4.3 Pour les frontofocomètres numériques dans l'étendue $+10$ D à -10 D, l'incrément de l'affichage numérique ne doit pas dépasser $0,125$ D. Hors de l'étendue ± 10 D, chaque incrément ne doit pas dépasser $0,25$ D. L'affichage doit avoir au moins deux décimales.

Pour l'orientation des axes, l'incrément de l'affichage numérique doit être de 1° .

L'incrément pour la puissance prismatique ne doit pas dépasser $0,25 \Delta$.

4.4 L'instrument doit être conçu de façon qu'il soit possible de mesurer des verres ayant un diamètre d'au moins 80 mm et une épaisseur d'au moins 20 mm. Les mouvements de translation des verres sur le support de verre, dans une direction perpendiculaire à l'axe optique et au rail de réglage, d'au moins 30 mm, doivent être possibles en ne commençant pas à plus de 10 mm en dessous de l'axe optique de l'instrument (voir Figure 1).

4.5 La conception du support de verre ne doit pas affecter l'exactitude des mesurages en introduisant une erreur sagittale excessive.

Notes:

- 1) On peut utiliser les verres étalons décrits dans ISO 9342:1996 pour vérifier cette exigence dans le cas d'un support de verre conçu pour des verres de lunettes. Les verres étalons ont des rayons de courbure de surface arrière semblables à ceux utilisés pour les verres de lunettes d'usage général.
- 2) Un exemple de support de verre adéquat pour les verres de lunettes est donné en Figure 2.

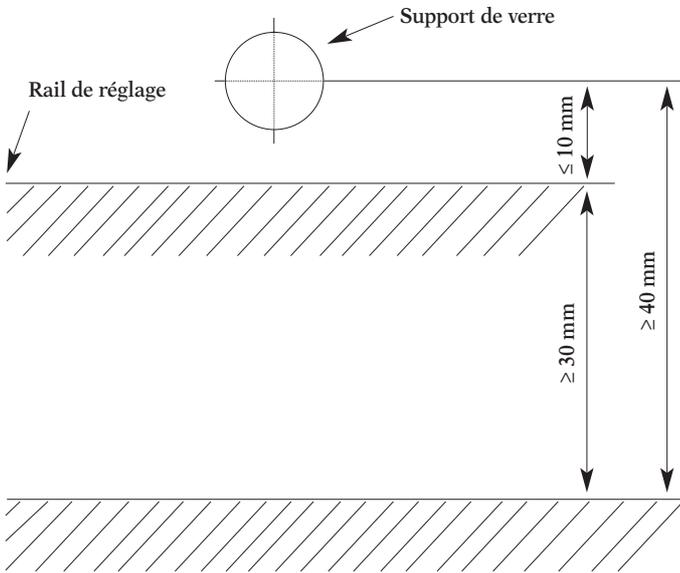
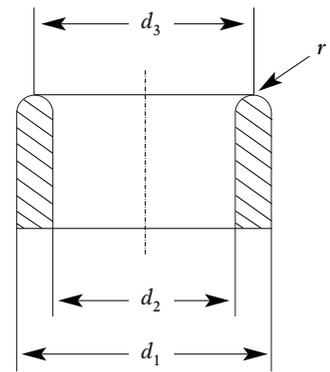


Figure 1 Mouvement admissible du rail de réglage (échelle non respectée)



$$d_1 = 6 \text{ mm à } 9 \text{ mm}$$

$$d_2 = d_1 - (0,5 \text{ mm à } 1 \text{ mm})$$

$$d_3 = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$r = \frac{d_1 - d_2}{4}$$

Figure 2 Exemple d'un support de verre pour verres de lunettes

Tableau 1 Tolérances de la puissance frontale mesurée pour les instruments analogiques

Étendue de mesure de la puissance frontale		Tolérances
$< 0 \text{ m}^{-1}$ $\geq -5 \text{ m}^{-1}$	$> 0 \text{ m}^{-1}$ $\leq +5 \text{ m}^{-1}$	$\pm 0,06 \text{ m}^{-1}$
$< -5 \text{ m}^{-1}$ $\geq -10 \text{ m}^{-1}$	$> +5 \text{ m}^{-1}$ $\leq +10 \text{ m}^{-1}$	$\pm 0,09 \text{ m}^{-1}$
$< -10 \text{ m}^{-1}$ $\geq -15 \text{ m}^{-1}$	$> +10 \text{ m}^{-1}$ $\leq +15 \text{ m}^{-1}$	$\pm 0,12 \text{ m}^{-1}$
$< -15 \text{ m}^{-1}$ $\geq -20 \text{ m}^{-1}$	$> +15 \text{ m}^{-1}$ $\leq +20 \text{ m}^{-1}$	$\pm 0,18 \text{ m}^{-1}$
$< -20 \text{ m}^{-1}$	$> +20 \text{ m}^{-1}$	$\pm 0,25 \text{ m}^{-1}$

Tableau 2 Tolérances de la puissance prismatique mesurée pour les instruments analogiques

Étendue de mesure de la puissance prismatique	Tolérances
$> 0 \text{ cm/m}$ $\leq 5 \text{ cm/m}$	0,1 cm/m
$> 5 \text{ cm/m}$ $\leq 10 \text{ cm/m}$	0,2 cm/m
$> 10 \text{ cm/m}$ $\leq 15 \text{ cm/m}$	0,3 cm/m
$> 15 \text{ cm/m}$ $\leq 20 \text{ cm/m}$	0,4 cm/m
$> 20 \text{ cm/m}$	0,5 cm/m

Tableau 3 Écart admissible de l'indication de la puissance frontale mesurée par rapport à la valeur nominale des verres étalons pour les instruments numériques

Étendue de mesure de la puissance frontale		Écart par rapport à la valeur nominale des verres étalons	
		pour un incrément de 0,25 m ⁻¹	pour un incrément de 0,125 m ⁻¹
< 0 m ⁻¹ ≥ - 5 m ⁻¹	> 0 m ⁻¹ ≤ + 5 m ⁻¹	± 0 m ⁻¹	± 0 m ⁻¹
< - 5 m ⁻¹ ≥ - 10 m ⁻¹	> + 5 m ⁻¹ ≤ + 10 m ⁻¹	± 0 m ⁻¹	± 0,125 m ⁻¹
< - 10 m ⁻¹ ≥ - 15 m ⁻¹	> + 10 m ⁻¹ ≤ + 15 m ⁻¹	± 0 m ⁻¹	± 0,125 m ⁻¹
< - 15 m ⁻¹ ≥ - 20 m ⁻¹	> + 15 m ⁻¹ ≤ + 20 m ⁻¹	± 0,25 m ⁻¹	± 0,125 m ⁻¹
< - 20 m ⁻¹	> + 20 m ⁻¹	± 0,25 m ⁻¹	± 0,25 m ⁻¹

Note: Si un instrument fonctionne selon les deux modes, les deux valeurs doivent être respectées.

Tableau 4 Écart admissible de l'indication de puissance prismatique mesurée par rapport à la valeur nominale des verres étalons pour les instruments numériques

Étendue de mesure de la puissance prismatique	Écart par rapport à la valeur nominale des verres étalons	
	pour un incrément de 0,25 cm/m	pour un incrément de 0,125 cm/m
> 0 cm/m ≤ 5 cm/m	0 cm/m	0,125 cm/m
> 5 cm/m ≤ 15 cm/m	0,25 cm/m	0,25 cm/m
> 15 cm/m ≤ 20 cm/m	0,5 cm/m	0,375 cm/m
> 20 cm/m	0,5 cm/m	0,5 cm/m

5 Exigences métrologiques

5.1 Généralités

Les puissances frontales et prismatiques doivent être affichées et doivent être rapportées à la raie verte du mercure $\lambda_e = 546,07$ nm ou à la raie jaune de l'hélium $\lambda_d = 587,56$ nm (voir ISO 7944:1998).

Si les exigences du Tableau 1 ne sont pas satisfaites pour les deux longueurs d'onde, la longueur d'onde de référence utilisée pour l'étalonnage doit être indiquée.

Les tolérances et les écarts admissibles indiqués dans les Tableaux 1 à 4 doivent être appliqués au mesurage des puissances frontales et des puissances prismatiques des verres de lunettes de toutes matières.

Notes:

- 1) Les tolérances et les écarts admissibles pour les puissances frontales et les puissances prismatiques indiqués dans les Tableaux 1 à 4 correspondent à l'application des verres étalons spécifiée dans ISO 9342:1996 avec la puissance nominale respective.
- 2) Si la source lumineuse utilisée dans le frontofocomètre n'est pas centrée sur l'une des longueurs d'onde de référence, des corrections peuvent être nécessaires pour satisfaire aux tolérances avec certaines matières.

5.2 Instruments analogiques

Pour les instruments analogiques essayés sur toute leur étendue de mesure au moyen des verres étalons décrits dans ISO 9342:1996, les écarts d'indication par rapport aux valeurs nominales des verres étalons ne doivent pas dépasser pour la puissance frontale et la puissance prismatique les limites indiquées dans les Tableaux 1 et 2, respectivement.

5.3 Instruments numériques

Les écarts des indications de puissance des verres obtenus à partir des valeurs nominales des verres étalons ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans les Tableaux 3 et 4 sur toute l'étendue de mesure de l'instrument.

Notes:

- 1) Pour les essais des frontofocomètres numériques, il est essentiel que les verres étalons aient des valeurs exactes exprimées en multiples entiers de 0,25 D. Sinon, les données des Tableaux 3 et 4 basées sur des éléments statistiques ne sont pas valables.

- 2) L'expression "écart d'indication" est utilisée afin de bien préciser qu'il ne s'agit pas de tolérance. Cependant, les écarts d'indication donnés sont basés sur les mêmes tolérances que celles indiquées pour les frontofocomètres analogiques dans les Tableaux 1 et 2.

5.4 Marqueur de l'axe et rail de réglage

Le marqueur de l'axe ne doit pas dépasser la tolérance de $\pm 1^\circ$ pour la direction $0^\circ - 180^\circ$ de l'échelle (voir ISO 8429:1986) ou pour la direction de référence. Le marqueur de l'axe pour le centre optique du verre ne doit pas s'écarter de plus de 0,4 mm de l'axe optique du frontofocomètre. Le rail de réglage ne doit pas s'écarter de plus 1° de la position parallèle à la direction $0^\circ - 180^\circ$ de l'échelle.

5.5 Erreur de centrage

L'erreur de centrage de l'instrument ne doit pas dépasser 0,1 Δ .

6 Procédure d'essai

6.1 Utilisation des verres étalons

Utiliser des verres étalons conformes à ISO 9342:1996 pour vérifier si les exigences de 5.2 à 5.4 sont satisfaites. Les verres sphériques étalons doivent être centrés sur l'axe optique du frontofocomètre.

6.2 Vérification des tolérances pour les écarts de puissance frontale et de puissance prismatique

Les verres étalons sphériques et prismatiques doivent être utilisés pour vérifier si les tolérances ou écarts admissibles spécifiés dans les Tableaux 1 à 4 sont respectés pour les écarts de puissance frontale et de puissance prismatique.

L'étalonnage initial du frontofocomètre et la vérification métrologique doivent être effectués en utilisant tous les verres étalons compris dans l'étendue de mesure de l'instrument. Pour revérifier l'étalonnage du frontofocomètre, deux verres étalons d'au moins + 10 D et - 10 D doivent suffire.

6.3 Vérification du marqueur d'axe et du rail de réglage

Pour vérifier si le marqueur d'axe et le rail de réglage satisfont aux exigences de 5.4, utiliser le verre étalon

cylindrique. Le marqueur d'axe doit être vérifié au moyen de la ligne médiane horizontale sur le verre étalon.

Note: L'écart angulaire entre la ligne marquée (en pointillés) et la ligne médiane sur le verre étalon représente l'écart angulaire entre le rail de réglage et le marqueur d'axe.

6.4 Vérification du marqueur d'axe pour le centre optique

6.4.1 Généralités

Le frontofocomètre doit satisfaire aux exigences de tolérance comme spécifié au Tableau 2, ou d'écart admissible de la puissance prismatique comme spécifié au Tableau 4.

Le marqueur d'axe pour le centre optique doit être vérifié pour déterminer s'il satisfait aux exigences de 5.4 en utilisant un verre étalon sphérique d'au moins + 15 D ou un verre étalon cylindrique suivant la procédure correspondante en 6.4.2 ou 6.4.3.

6.4.2 Procédure utilisant un verre étalon sphérique

Le verre étalon sphérique doit être centré de façon que la dioptrie prismatique mesurée soit égale à zéro et ensuite marqué avec le marqueur d'axe.

Faire pivoter le verre étalon sphérique à 180°, le recentrer jusqu'à la dioptrie prismatique zéro et le marquer à nouveau.

La distance entre les centres des marques centrales obtenues lors des premier et second mesurages ne doit pas dépasser deux fois la tolérance spécifiée en 5.4.

6.4.3 Procédure utilisant un verre étalon cylindrique

Le verre étalon cylindrique doit être placé sur le rail de réglage et centré de façon que la dioptrie prismatique mesurée soit égale à zéro. Le verre étalon cylindrique doit ensuite être marqué avec le marqueur d'axe. Faire pivoter le verre de 90°, le recentrer jusqu'à la dioptrie prismatique zéro et le marquer à nouveau.

Les distances entre les marques centrales et la ligne médiane sur le verre étalon cylindrique sont les composantes vectorielles de l'écart entre le marqueur d'axe et l'axe optique du frontofocomètre. La valeur absolue de ce vecteur ne doit pas dépasser les tolérances spécifiées en 5.4.

6.5 Vérification de l'échelle graduée

Pour vérifier l'échelle du frontofocomètre, placer le verre étalon cylindrique sur le support de verre, le côté le plus long touchant le rail de réglage. Après focalisation sur le méridien principal différent de zéro, déplacer le verre étalon avec le rail de réglage de façon à avoir une ligne horizontale nette de la mire d'essai passant par le centre de l'échelle graduée. L'écart angulaire de cette ligne par rapport à l'orientation 0° - 180° de l'échelle graduée (cet écart représente l'erreur angulaire entre le rail de réglage et l'échelle graduée) ne doit pas dépasser $\pm 1^\circ$.

6.6 Procédures spéciales pour les frontofocomètres oculaires

6.6.1 Procédure de montage

Remplacer le verre à essayer par un morceau de papier et faire la mise au point du réticule de l'oculaire sur celui-ci. Puis, enlever le morceau de papier et faire la mise au point de l'image de la mire dans l'instrument.

6.6.2 Vérification de la parallaxe

Après la mise au point du réticule et de la mire comme indiqué en 6.6.1, la parallaxe peut être vérifiée. L'observateur doit faire aller son œil d'un côté à l'autre au-dessus de l'oculaire. Lors de ce mouvement, l'image de la plaque marquée ne doit pas se déplacer de façon sensible (pas plus de 0,1 Δ) par rapport au réticule.

6.7 Vérification du centrage de l'instrument

Il convient de vérifier l'instrument afin de déterminer si l'écart maximal de centrage satisfait aux exigences de 5.5. Aucun verre ne doit être utilisé pendant l'essai.

7 Contrôle métrologique

Lorsque, dans un pays, les frontofocomètres sont soumis à des contrôles métrologiques au niveau national, ces contrôles doivent inclure tout ou partie des contrôles suivants, selon la législation du pays.

7.1 Approbation de modèle

Chaque modèle d'instrument de chaque fabricant doit être soumis à l'approbation de modèle conformément aux exigences de la présente Recommandation.

7.2 Vérification primitive

Les instruments neufs ou réparés doivent subir les essais de vérification primitive incluant les examens suivants:

- centrage;
- puissance frontale;
- puissance prismatique;
- orientation du marqueur d'axe et de l'indicateur d'axe; et
- exactitude du marqueur de centre optique.

7.3 Vérification périodique

La fréquence de vérification doit être conforme aux réglementations nationales.

7.4 Procédure de vérification

Les pays où le contrôle métrologique est obligatoire doivent établir leurs propres procédures de vérification en conformité avec la présente Recommandation.

Annexe A

Format du rapport d'essai

Note: Cette Annexe est informative en ce qui concerne la mise en application de OIML R 93 dans les réglementations nationales; cependant, l'utilisation du *Format du rapport d'essai* est obligatoire pour son application dans le cadre du *Système de Certificats OIML pour les Instruments de Mesure*.

Information concernant le modèle (fournie par le fabricant)

N° de demande:

Date de demande:

Désignation de modèle:

Fabricant:

Modèle:

N° de série:

Demandeur:

Adresse:

Représentant (nom, téléphone):

Information concernant la vérification

Lieu et date de la vérification:

Vérifié par:

Description des étalons utilisés (par exemple, 8 pièces de verres sphériques, 3 pièces de verres prismatiques):

.....

Fabricant des étalons utilisés:

Conditions de vérification:

Température:

**LA VÉRIFICATION ET L'ÉVALUATION ONT ÉTÉ RÉALISÉES CONFORMÉMENT AUX PRESCRIPTIONS
DÉFINIES AUX ARTICLES 4, 5 ET 6 DE OIML R 93.**

Vérification des tolérances sur l'écart de puissance frontale

Puissance frontale des verres étalons [m ⁻¹]	Indications du frontofocomètre [m ⁻¹]			Moyenne des indications [m ⁻¹]	Écart (moyenne - étalon) [m ⁻¹]
	1.	2.	3.		

Vérification des tolérances sur l'écart de puissance prismatique

Puissance prismatique des verres étalons [cm/m]	Indications [cm/m]		Moyenne des indications [cm/m]	Écart (moyenne - étalon) [cm/m]
	orientation de 0°	orientation de 180°		

Vérification du marqueur d'axe et du rail de réglage

Écart angulaire entre la ligne marquée (en pointillés) et la ligne médiane sur le verre étalon: ° .

Vérification de l'erreur de centrage de l'instrument (sans verre installé)

Écart cm/m, avec une orientation de ° .

Rapport page N° ... de ...

Vérification du marqueur d'axe pour le centre optique

Distance entre les centres des marques centrales: mm.

Vérification de l'échelle graduée

Écart angulaire de la ligne horizontale du verre étalon cylindrique par rapport à l'orientation 0° – 180°: °.

Vérification de la parallaxe

L'erreur de parallaxe est de cm/m.

Remarques

.....
.....
.....
.....

Évaluation

L'instrument satisfait/ne satisfait pas* aux exigences métrologiques de OIML R 93, et donc convient/ne convient pas* comme instrument de mesure.

Date: Signature:

* Rayer la mention inutile

