



SERVICE DE MÉTROLOGIE
METROLOGY DEPARTMENT

BP 50002 - F67701 SAVERNE CEDEX

+33 (0)3 88 71 53 10

commercial@zwiebel.fr

www.zwiebel.fr

Cde : 22404685



ACCREDITATION
n°2-1218

Portée disponible sur
www.cofrac.fr

Scope available on
www.cofrac.fr

CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE

CALIBRATION CERTIFICATE

N° Z24 50305

DÉLIVRÉ À
ISSUED TO

ARTEMIS MPM LA CROIX SAINT OUEN
400 rue des Longues Rayes

60610 LA CROIX SAINT OUEN
FRANCE

INSTRUMENT ÉTALONNÉ
CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation **Série de poids**
Designation *Set of weights*

N° de série **1000/0**
Serial number

Constructeur **INCONNU**
Manufacturer

Marquage **/**
Marking

Identifiant client

Customer identification

Ce certificat comprend **5 Pages.**
Incluant un constat de vérification

Date d'émission **17/12/2024**
Date of issue

This document consists of **5 Pages.**
Including a verification report

LE SERVICE DE MÉTROLOGIE
THE METROLOGY DEPARTMENT

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISÉE QUE SOUS LA FORME DE
FAC SIMILÉ PHOTOGRAPHIQUE INTÉGRAL

THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC
PROCESS

LEROUX A.

Responsable laboratoire

DESCRIPTION

DESCRIPTION

Caractéristiques

Characteristics

Quantité 8

Quantity

Matière Acier inoxydable
Material Stainless steel

Finition

Finish

Conditionnement Valise
Conditioning Suitcase

METHODE

METHOD

Les masses ont été étalonnées par comparaison (Méthode de BORDA) aux masses étalons de travail.

The masses were calibrated by comparison (BORDA Method) with working standard weights.

CONDITIONS D'ÉTALONNAGE

CALIBRATION CONDITIONS

Lieu d'étalonnage 70 Grand'Rue 67700 Saint-Jean-Saverne

Étalon(s) de comparaison : T2

Comparison standards :

Comparateur(s) : MCM5004;CCE1005

Comparator :

Logiciel : CALIMASS R-ETA.LO.LA.1501 v3.2.13.0

Software :

Nombre de comparaisons effectuées
avec chaque étalon de comparaison : 1

*Number of comparisons made with each
comparison standard mass :*

TRACABILITE METROLOGIQUE

METROLOGICAL TRACABILITY

L'ensemble des équipements ayant un impact sur les résultats sont raccordés selon des procédures internes appartenant au système documentaire couvert par l'accréditation, à partir d'étalons de référence raccordés au système SI.

All equipment having an impact on the results are calibrated according to internal procedures belonging to the documentary system covered by the accreditation, using reference standards calibrated in conformity with the International System of Units SI.

RÉSULTATS

RESULTS

Les résultats indiqués dans ce certificat ne se rapportent qu'aux poids soumis à étalonnage.
Les résultats des mesures sont donnés en valeur conventionnelle.

*The results indicated in this certificate refer only to the weights submitted for calibration.
The results of the measurements are given as conventional value.*

La valeur conventionnelle est définie dans le Document International D28 de l'OIML :

The conventional value is defined by International Document D28 (OIML):

" La valeur conventionnelle d'un poids est égale à la masse totale des poids de référence réalisés dans une matière de masse volumique de 8000 kg/m³, qui équilibre la masse de ce poids, dans l'air de masse volumique 1,2 kg/m³, l'opération étant effectuée à 20 °C. "

" The conventional value of a weight is equal to the total mass of the reference weights produced in a material having a density of 8000 kg/m³, which balances that weight, in air having a density of 1,2 kg/m³, the operation being performed at 20 °C. "

Les résultats des mesures ont été corrigés, si nécessaire, pour les ramener aux conditions de référence définies ci-dessus. Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée. Les incertitudes-types ont été calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité.

The results of the measurements were corrected, if necessary, in order to bring them to the reference conditions indicated above. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$. The standard uncertainty were calculated in mind the various sources of uncertainty, reference standards, calibration methods, environmental conditions, contribution of the instrument being calibrated, and repeatability.

La délivrance d'un certificat d'étalonnage COFRAC-ILAC MRA portant le logotype Cofrac-Etalonnage-ILAC MRA garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au système international d'unités SI.
En dehors des copies de certificats d'étalonnage émis par le laboratoire ZWIEBEL Incluant la marque d'accréditation, ZWIEBEL interdit à ses clients de faire référence à son accréditation COFRAC ainsi que l'utilisation du logotype COFRAC-ILAC MRA.

*The issue of a COFRAC-ILAC MRA calibration certificate bearing the logo Cofrac - Calibration-ILAC MRA guaranteed the traceability of calibration measurements to the International System of Units SI.
Apart from copies of calibration certificates issued by the ZWIEBEL laboratory including accreditation mark, ZWIEBEL forbids its customers to refer to its COFRAC accreditation and to use the COFRAC-ILAC MRA mark.*

La traduction de ce document est une traduction littérale. En cas de doute, seule la version Française ou Anglaise devra être utilisée.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the French original text must be used.

N° série : 1000/0

RÉSULTATS D'ÉTALONNAGE

RESULTS OF CALIBRATION

Masse nominale <i>Nominal mass</i>	Marquage <i>Marking</i>	Identifiant client <i>Customer identification</i>	Masse conventionnelle <i>Conventional mass</i>	Incertitude <i>Uncertainty (k=2)</i>	Opérateur(s) <i>Operator(s)</i>	Date <i>Date</i>
200 g	ZE57N		199,999 685 g	300 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
200 g	ZE58N		200,000 424 g	300 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
500 g	ZE22J		500,000 328 g	800 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
1 kg	ZE19L		0,999 999 8 kg	1,6 mg	CHEVRIER C.	16/12/2024
2 kg	ZE95G		1,999 994 8 kg	3,0 mg	CHEVRIER C.	16/12/2024
2 kg	ZE96G		2,000 002 2 kg	3,0 mg	CHEVRIER C.	16/12/2024
5 kg	ZE60D		4,999 998 8 kg	8,0 mg	CHEVRIER C.	16/12/2024
5 kg	ZE61D		5,000 005 0 kg	8,0 mg	CHEVRIER C.	16/12/2024

Renseignements complémentaires

Complementary information

/ Aucune intervention

CONSTAT DE VÉRIFICATION

Verification report

CONDITION DE VÉRIFICATION

CONDITION OF VERIFICATION

Norme ou texte de référence Recommandation Internationale OIML R111 (2004)
Reference standard or document

Procédure interne de vérification **R-ETA.PR.LA.9801**
Internal verification procedure

Conditions d'environnement **Sans influence sur le classement**
Environmental conditions No influence on the ranking

Dans la partie constat de vérification, il a été constaté que l'erreur de justesse (E_j) des masses ci-après (sauf celles non classées), augmentée de l'incertitude d'étalonnage élargie (U), est inférieure à l'erreur maximale (EMT) pour la classe de précision X définie dans le texte de référence.

In the verification report part, it was found that the bias error (E_j) masses below (except those not classified), plus the uncertainty of extended calibration (U), is less than the maximum error (MPE) for the X precision class defined in the reference text.

$$|E_j| + U \leq \text{EMT (MPE)}$$

N° série : 1000/0

Masse nominale <i>Nominal mass</i>	Marquage <i>Marking</i>	Identifiant client <i>Customer identification</i>	Erreur maximale tolérée (EMT) <i>Maximum permissible error (MPE)</i>	Classe de précision <i>Accuracy class</i>	Motif de la NC <i>Reason for NC</i>
200 g	ZE57N		1 mg	F1	
200 g	ZE58N		1 mg	F1	
500 g	ZE22J		2,5 mg	F1	
1 kg	ZE19L		5 mg	F1	
2 kg	ZE95G		10 mg	F1	
2 kg	ZE96G		10 mg	F1	
5 kg	ZE60D		25 mg	F1	
5 kg	ZE61D		25 mg	F1	

- Fin du certificat -

- End of certificate -



SERVICE DE MÉTROLOGIE
METROLOGY DEPARTMENT

BP 50002 - F67701 SAVERNE CEDEX
☎ + 33 (0)3 88 71 53 10
commercial@zwibel.fr
www.zwibel.fr



ACCREDITATION
n°2-1218
Portée disponible sur
www.cofrac.fr
Scope available on
www.cofrac.fr

Cde : 22404665

CERTIFICAT D'ÉTALONNAGE

CALIBRATION CERTIFICATE

N° Z24 50306

DÉLIVRÉ A
ISSUED TO

ARTEMIS MPM LA CROIX SAINT OUEN
400 rue des Longues Rayes
60610 LA CROIX SAINT OUEN
FRANCE

INSTRUMENT ÉTALONNÉ

CALIBRATED INSTRUMENT

Désignation **Série de poids de 1 à 100 g - totalisant 200 g**
Designation **Set of weights 1 to 100 g - totalling 200 g**

N° de série **1000/0**
Serial number

Constructeur **ZWIEBEL**
Manufacturer

Marquage **/**
Marking

Identifiant client

Customer identification

Ce certificat comprend **5** Pages.
Incluant un constat de vérification

Date d'émission **17/12/2024**
Date of issue

This document consists of **5** Pages.
Including a verification report

LE SERVICE DE MÉTROLOGIE
THE METROLOGY DEPARTMENT

LA REPRODUCTION DE CE CERTIFICAT N'EST AUTORISÉE QUE SOUS LA FORME DE
FAC-SIMILÉ PHOTOGRAPHIQUE INTÉGRAL

THIS CERTIFICATE MAY NOT BE REPRODUCED OTHER THAN IN FULL BY PHOTOGRAPHIC
PROCESS

LEROUX A.

Responsable laboratoire

DESCRIPTION

DESCRIPTION

Caractéristiques Corps cylindrique surmonté d'une tête
Cavité d'ajustage

Characteristics Cylinder with head
Adjustment cavity

Quantité 9
Quantity

Matière Laiton/acier inoxydable
Material Brass/ stainless steel

Finition Chrome
Finish Chromium

Conditionnement Valise
Conditioning Suitcase

METHODE

METHOD

Les masses ont été étalonnées par comparaison (Méthode de BORDA) aux masses étalons de travail.

The masses were calibrated by comparison (BORDA Method) with working standard weights.

CONDITIONS D'ÉTALONNAGE

CALIBRATION CONDITIONS

Lieu d'étalonnage 70 Grand'Rue 67700 Saint-Jean-Saverne

Étalon(s) de comparaison : T2
Comparison standards :

Comparateur(s) : MCM106R
Comparator :

Logiciel : CALIMASS R-ETA.LO.LA.1501 v3.2.13.0
Software :

Nombre de comparaisons effectuées avec chaque étalon de comparaison : 1

Number of comparisons made with each comparison standard mass :

TRACABILITE METROLOGIQUE

METROLOGICAL TRACABILITY

L'ensemble des équipements ayant un impact sur les résultats sont raccordés selon des procédures internes appartenant au système documentaire couvert par l'accréditation, à partir d'étalons de référence raccordés au système SI.

All equipment having an impact on the results are calibrated according to internal procedures belonging to the documentary system covered by the accreditation, using reference standards calibrated in conformity with the International System of Units SI.

RÉSULTATS

RESULTS

Les résultats indiqués dans ce certificat ne se rapportent qu'aux poids soumis à étalonnage.
Les résultats des mesures sont donnés en valeur conventionnelle.

*The results indicated in this certificate refer only to the weights submitted for calibration.
The results of the measurements are given as conventional value.*

La valeur conventionnelle est définie dans le Document International D28 de l'OIML :

The conventional value is defined by International Document D28 (OIML):

" La valeur conventionnelle d'un poids est égale à la masse totale des poids de référence réalisés dans une matière de masse volumique de 8000 kg/m^3 , qui équilibre la masse de ce poids, dans l'air de masse volumique $1,2 \text{ kg/m}^3$, l'opération étant effectuée à 20°C . "

" The conventional value of a weight is equal to the total mass of the reference weights produced in a material having a density of 8000 kg/m^3 , which balances that weight, in air having a density of $1,2 \text{ kg/m}^3$, the operation being performed at 20°C . "

Les résultats des mesures ont été corrigés, si nécessaire, pour les ramener aux conditions de référence définies ci-dessus. Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée. Les incertitudes-types ont été calculées en tenant compte des différentes composantes d'incertitudes, étalons de référence, moyens d'étalonnage, conditions d'environnement, contribution de l'instrument étalonné, répétabilité.

The results of the measurements were corrected, if necessary, in order to bring them to the reference conditions indicated above. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$. The standard uncertainty were calculated in mind the various sources of uncertainty, reference standards, calibration methods, environmental conditions, contribution of the instrument being calibrated, and repeatability.

La délivrance d'un certificat d'étalonnage COFRAC-ILAC MRA portant le logotype Cofrac-Etalonnage-ILAC MRA garantit le raccordement des résultats d'étalonnage au système international d'unités SI.

En dehors des copies de certificats d'étalonnage émis par le laboratoire ZWIEBEL incluant la marque d'accréditation, ZWIEBEL interdit à ses clients de faire référence à son accréditation COFRAC ainsi que l'utilisation du logotype COFRAC-ILAC MRA.

*The issue of a COFRAC-ILAC MRA calibration certificate bearing the logo Cofrac - Calibration-ILAC MRA guaranteed the traceability of calibration measurements to the International System of Units SI.
Apart from copies of calibration certificates issued by the ZWIEBEL laboratory including accreditation mark, ZWIEBEL forbids its customers to refer to its COFRAC accreditation and to use the COFRAC-ILAC MRA mark.*

La traduction de ce document est une traduction littérale. En cas de doute, seule la version Française ou Anglaise devra être utilisée.

The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the French original text must be used.

N° série : 1000/0

RÉSULTATS D'ÉTALONNAGE

RESULTS OF CALIBRATION

Masse nominale <i>Nominal mass</i>	Marquage <i>Marking</i>	Identifiant client <i>Customer identification</i>	Masse conventionnelle <i>Conventional mass</i>	Incertitude <i>Uncertainty (k=2)</i>	Opérateur(s) <i>Operator(s)</i>	Date <i>Date</i>
1 g	ZB57R		1,000 001 g	30 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
2 g	ZE13R		2,000 017 g	40 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
2 g	ZE14R		2,000 024 g	40 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
5 g	ZE97T		4,999 992 g	50 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
10 g	ZE49N		10,000 090 g	60 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
10 g	ZE49N*		10,000 080 g	60 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
20 g	ZE84P		20,000 102 g	80 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
50 g	ZE18N		50,000 012 g	100 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024
100 g	ZE3P		100,000 004 g	160 µg	CHEVRIER C.	16/12/2024

Renseignements complémentaires

Complementary information

/ Aucune intervention

CONSTAT DE VÉRIFICATION

Verification report

CONDITION DE VÉRIFICATION

CONDITION OF VERIFICATION

Norme ou texte de référence
Reference standard or document

Recommandation Internationale OIML R111 (2004)

Procédure interne de vérification
Internal verification procedure

R-ETA.PR.LA.9801

Conditions d'environnement
Environmental conditions

Sans influence sur le classement
No influence on the ranking

Dans la partie constat de vérification, il a été constaté que l'erreur de justesse (E_j) des masses ci-après (sauf celles non classées), augmentée de l'incertitude d'étalonnage élargie (U), est inférieure à l'erreur maximale (EMT) pour la classe de précision X définie dans le texte de référence.

In the verification report part, it was found that the bias error (E_j) masses below (except those not classified), plus the uncertainty of extended calibration (U), is less than the maximum error (MPE) for the X precision class defined in the reference text.

$$|E_j| + U \leq \text{EMT (MPE)}$$

N° série : 1000/0

Masse nominale <i>Nominal mass</i>	Marquage <i>Marking</i>	Identifiant client <i>Customer identification</i>	Erreur maximale tolérée (EMT) <i>Maximum permissible error (MPE)</i>	Classe de précision <i>Accuracy class</i>	Motif de la NC <i>Reason for NC</i>
1 g	ZB57R		100 µg	F1	
2 g	ZE13R		120 µg	F1	
2 g	ZE14R		120 µg	F1	
5 g	ZE97I		160 µg	F1	
10 g	ZE49N		200 µg	F1	
10 g	ZE49N*		200 µg	F1	
20 g	ZE84P		250 µg	F1	
50 g	ZE18N		300 µg	F1	
100 g	ZE3P		500 µg	F1	

- Fin du certificat -

- End of certificate -

THEOREM 1.1

Let $\mathcal{H}$ be a Hilbert space and T a self-adjoint operator on $\mathcal{H}$. Then the spectrum of T is contained in the real line.

Proof. Let $\lambda \in \sigma(T)$. Then there exists a sequence of unit vectors $\{x_n\}$ such that $\|Tx_n - \lambda x_n\| \rightarrow 0$. Since T is self-adjoint, we have $\langle Tx_n, x_n \rangle = \langle x_n, Tx_n \rangle$. Therefore, $\langle Tx_n, x_n \rangle = \lambda \langle x_n, x_n \rangle = \lambda$. On the other hand, $\langle Tx_n, x_n \rangle = \langle x_n, Tx_n \rangle = \overline{\langle Tx_n, x_n \rangle} = \overline{\lambda}$. Hence, $\lambda = \overline{\lambda}$, which implies that λ is real.

Corollary 1.2. If T is a self-adjoint operator on a Hilbert space $\mathcal{H}$, then the norm of T is equal to the maximum of the absolute values of the elements in its spectrum.

Proof. Let $\lambda \in \sigma(T)$. Then $|\lambda| \leq \|T\|$. Conversely, let $\lambda \in \sigma(T)$ be such that $|\lambda| = \|T\|$. Then $\lambda \in \sigma(T)$ and $\overline{\lambda} \in \sigma(T)$. Therefore, $\lambda = \overline{\lambda}$ and λ is real. Hence, $\|T\| = \max\{|\lambda| : \lambda \in \sigma(T)\}$.

Example 1.3. Consider the operator T on $\ell^2(\mathbb{N})$ defined by $T(x_1, x_2, x_3, \dots) = (x_2, x_3, x_4, \dots)$. This operator is self-adjoint and its spectrum is the closed unit disk $\overline{D}$.

Proof. First, we show that $\overline{D} \subset \sigma(T)$. Let $\lambda \in \overline{D}$. If $|\lambda| < 1$, then $T - \lambda I$ is invertible. If $|\lambda| = 1$, then $T - \lambda I$ is not invertible. Hence, $\overline{D} \subset \sigma(T)$.

THEOREM 1.4

(Spectral Theorem)

Let T be a self-adjoint operator on a Hilbert space $\mathcal{H}$. Then there exists a spectral measure E on $\mathbb{R}$ such that $T = \int_{\mathbb{R}} \lambda dE(\lambda)$.

Proof. The proof of the Spectral Theorem is a deep result in functional analysis. It involves the construction of a spectral measure E from the operator T . The key idea is to use the fact that T is self-adjoint to show that the resolvent $(T - \lambda I)^{-1}$ can be expressed as an integral with respect to a spectral measure. This leads to the representation $T = \int_{\mathbb{R}} \lambda dE(\lambda)$.