

CONSTAT DE VERIFICATION CALIBRATION CERTIFICATE WITH JUDGEMENT

N° FR182704721

Date de vérification (Calibration Date) : 03/07/2018

Désignation (Designation) : ACCELEROMETRE MONO AXE

Marque (Manufacturer) : PCB

N° de série (Serial number) : LW146755

Modèle (Model) : 352A21

Identification client (Customer ID) : MET12/641

Jugement (Operation assessment)

Suivant conditions d'acceptation définies ci-après (According to acceptance conditions defined below)

Procédure utilisée : IVS-1437-D
(Used procedure)

Spécifications de référence : Constructeur
(Reference specifications)

Conforme (Pass)

Observations (Remarks) : /

Ce document comprend (this document includes) : 2 page(s) et 5 page(s) en annexe

Date d'émission (Issue date) : 03/07/2018

Technicien
Marechaux Luc

Les incertitudes élargies mentionnées sont celles correspondant à deux fois l'incertitude-type composée.

Cette prestation a été effectuée à l'aide d'équipements de référence raccordés au Système International d'unités (SI) ou d'étalons consensuels, au travers de membres d'EURAMET (LNE, NPL, PTB, etc...), du NIST ou de tout autre organisme équivalent et suivant le processus prévu à cet effet, les copies des certificats et accréditations y afférent sont disponibles sur simple demande. Elle a été réalisée dans des conditions d'environnement contrôlées, par du personnel qualifié et suivant des procédures citées en annexe.

Ce document est réalisé suivant les recommandations du fascicule de documentation AFNOR X 07-011

définissant le constat de vérification. Il peut être utilisé pour démontrer le raccordement du moyen de mesure aux étalons nationaux ou internationaux, sous réserve qu'il réponde aux recommandations du fascicule X 07-015.

LA REPRODUCTION DE CE DOCUMENT N'EST AUTORISEE QUE SOUS LA FORME DE FAC-SIMILE INTEGRAL. CE DOCUMENT NE PEUT ETRE UTILISE EN LIEU ET PLACE D'UN CERTIFICAT D'ETALONNAGE (TEL QUE DEFINI DANS LE DOCUMENT FD X 07-012).

The expanded uncertainties are calculated with a coverage factor of $k=2$.

This operation has been completed using reference standards traceable to the International System of units (SI) or consensus standards, through members of EURAMET (LNE, NPL, PTB, etc...), the NIST or any other equivalent organization and according to a validated process, copies of the certificates and accreditations are available on request.

This operation has been performed under controlled environmental conditions, by qualified staff and appropriate procedures mentioned in annex.

This document is issued according to the document AFNOR X 07-011 which defines a certificate of verification. It can be used to demonstrate the traceability to national or international standards of the device under test when it is compliant to the recommendations of the AFNOR X 07-015 guideline.

THE REPRODUCTION OF THIS CERTIFICATE IS ONLY ALLOWED THROUGH AN INTEGRAL FACSIMILE. THIS DOCUMENT CANNOT BE USED AS A SUBSTITUTE OF A CALIBRATION CERTIFICATE (AS DEFINED BY THE DOCUMENT AFNOR FD X 07-012).

In case of doubt or translation interpretation issue, the french original wording version constitutes the reference.

LA MÉTROLOGIE, AU SERVICE DE VOTRE PERFORMANCE

> Trescal SA

S.A. au capital de 4 340 250 Euros

R.C.S. Créteil B 562 047 050 – SIREN 562 047 050

Code TVA FR 56 562 047 050

> Siège social

Parc d'affaires Silic

8, rue de l'Estérel - BP 30441

94593 Rungis Cedex – France

www.trescal.com

Motif de l'envoi (shipping reason) :

Vérification standard

Etat du matériel avant intervention (Instrument status before operation) :

Dans ses spécifications .

Nature de l'intervention réalisée (Operation type) :

Vérification sans ajustage .

Etat du matériel après intervention (Instrument status after operation) :

Dans ses spécifications .

Conditions d'environnement (Environmental conditions) :

Température : (23 ± 5) °C

Hygrométrie : (50 ± 30) %HR

Liste des étalons utilisés (Reference equipments) :

| Désignation (Description) | Marque (Manufacturer) | Modèle (Model) | Identification | Validité (Validity) | Document |
|----------------------------------|-----------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------|
| SYSTEME DE CONTROLE DE VIBRATION | SPEKTRA | SRS 35 | 453505 | 17/05/2019 | FR182010745 |
| THERMOHYGROMETRE | ROTRONIC | HT522D | 477318 | 31/10/2018 | FR174408751 |
| AMPLIFICATEUR | SPEKTRA | BAA 500 | 487771 | 17/05/2019 | FR182010744 |
| TIROIR ACQUISITION | SPEKTRA | ANA 13.5 | 487793 | 17/05/2019 | FR182010741 |
| TIROIR GENERATEUR | SPEKTRA | CPU 13.5 | 487794 | 17/05/2019 | FR182010737 |
| ACCELEROMETRE MONO AXE | PCB | M353B17 | 795723 | 24/05/2019 | FR182109053 |
| GENERATEUR DE VIBRATION | SPEKTRA | SE-09 | 795737 | 22/05/2019 | FR182109040 |

Informations complémentaires sur l'intervention (Additional informations) : Applicatif d'attachement de document interne version 2.1

Vérifié sur site client par (Calibrated by) Marechaux Luc

Le 03/07/2018

Désignation / Description : Accéléromètre
 Marque / Manufacturer..... : PCB
 Modèle / Model..... : 352A21
 Caractéristiques / Characteristics :
 N° de série / Serial number..... : LW146755
 N° immobilisation / Fixed assets number.... : 606906
 Identification client / Customer identification.: MET12/641

1. CONDITIONS DE MESURE / MEASURING CONDITIONS

| Grandeur / Quantity | Prescription / Prescription | Valeur mesurée / Measured value |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Température / Temperature | 23 °C ± 5 °C | 26,4 °C |
| Humidité relative / Relative humidity | 20 % HR à 80 % HR | 56 % |
| Pression atmosphérique / Atmospheric pressure | Sans influence / Not relevant | - |

Mesures réalisées le / Date of measuring : 03/07/2018

par / by : Luc Maréchaux

2. MOYENS UTILISES / SUPPORT EQUIPEMENTS

Voir le constat de vérification / Refer to the calibration certificate.

3. PRESENTATION DES RESULTATS / TREATMENT OF THE RESULTS

Conformément aux procédures Trescal, les «EMT» sont calculées à partir des spécifications techniques définies par / According to Trescal procedures, the "MPE" are based on the technical specifications which are defined by:

| | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Norme / Standard | Référence / Reference : |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Constructeur / Manufactured | |
| <input type="checkbox"/> | Client / Customer | |

Le rapport entre EMT et incertitude doit être, si possible, supérieur à 3. Cas particuliers :

1 < EMT/Incertitude < 3 : la case « incertitude » est grisée.

EMT < Incertitude : une « EMT élargie » est proposée = EMT + Incertitude et la case « EMT » est grisée.

EMT signifie Erreur Maximale Tolérée (anciennement tolérance).

L'incertitude de mesure prise en compte est l'incertitude de mesure composée calculée suivant la méthode des 5M et élargie à 2 écarts-type (taux de confiance de 95 %).

The ratio between MPE and uncertainty must be, if possible, over 3. Specific cases:

1 < MPE/Uncertainty < 3 : the box "uncertainty" is shaded.

MPE < Uncertainty: a "wider MPE" is proposed = MPE + Uncertainty and box "MPE" is shaded.

MPE means Maximum Permissible Error.

The overall measurement uncertainty is the uncertainty of measurement composed, calculated by the method of 5M and expanded to 2 standard deviations (95 % level of confidence).

4. SECURITE ELECTRIQUE / ELECTRICAL SAFETY

Vérification de :

- la continuité entre la borne de terre de la prise secteur et le châssis de l'appareil,
- l'isolement et les courants de fuite (non disjonction des protections réglementaires),
- l'état des cordons secteur et de mesure,
- la présence et l'état des protections des borniers.

Checking of:

- the continuity between the ground terminal and the frame of the equipment,
- the isolation and leakage currents (non-disjunction of the standard protecting equipment,
- the condition of the power cord and measurement wires,
- the presence and the condition of the connector blocks hoods.

Conforme / Pass ☐

Non Conforme / Fail ☐

Non Applicable / Not relevant ☒

Référence du document / Reference of this document : IVS-1437-D

Page / page 1 / 5

Communication, reproduction, utilisation et traduction interdites, sauf autorisation écrite.

Communication, reproduction, use and translation are prohibited, except with a written authorization.

5. MISE EN TEMPÉRATURE / THERMAL STABILIZATION

L'équipement sous test (EST) est mis en température préalablement aux tests depuis un temps suffisant /
A preliminary warm-up time is allowed prior to any checking of the device under test (DUT).

Position de l'EST par rapport au champ terrestre : **vertical**
Position of the DUT relative to the earth field :

Température de l'EST : **26,4 °C**
Temperature of the DUT :

Fixation de l'EST sur le générateur de vibration : **Plaque 3/4" HEX**
Attachment of the DUT to vibration excite :

Couple de serrage : **2 Nm**
Mounting torque :

Données techniques relatives au câble :
Technical data of the connecting cable :

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Marque / Manufacturer : | PCB |
| Modèle / Model : | 030EK020FW |
| Longueur / Length : | 9 m |
| Capacité / Capacity : | - pF |

6. MÉTHODE DE VÉRIFICATION / CALIBRATION METHOD

La vérification a été réalisée en utilisant la méthode de comparaison conformément à la procédure ISO 16063-21. Le capteur a été exposé à l'accélération sinusoïdale qui a été appliqué au moyen d'un générateur de vibrations électrodynamiques. Le capteur est vérifié en comparant le signal de sortie du capteur en test avec celui du capteur de référence. Le capteur est fixé selon la norme internationale ISO 5348 :1998.

Calibration was performed using the method of comparison according to Directive ISO 16063-21. The transducer was exposed to sinusoidal acceleration which was applied by means of an electrodynamic vibration exciter. The transducer was calibrated by comparing the output of the transducer under test with that of a reference acceleration transducer. The transducer is fixed according to the Directive ISO 5348:1998.

Logiciel utilisé / used software : SPEKTRA CS18 Version 2.15.13.

7. RESULTAT DE MESURE / RESULTS

L'étalonnage est réalisé pour l'amplitude et le déphasage de la sensibilité complexe de l'EST.

Les résultats suivants ont été obtenus :

The calibration encloses the magnitude and the phase shift of the complex sensitivity of the DUT. The following results were achieved :

7.1 Fréquence de résonance / Resonance frequency

Test optionnel sur demande client / Optional test on customer request : ☐ Applicable ☒ Non applicable

| Paramètre / Parameter | Résultat / Result | EMT / MPE |
|--|-------------------|-----------|
| Fréquence de résonance <i>Resonance frequency</i> | Hz | 50000 Hz |

7.2 Sensibilité à la fréquence de référence / Sensitivity at reference frequency

| Paramètre / Parameter | Résultat / Result |
|-------------------------------|-------------------|
| Fréquence / Frequency : | 80 Hz |
| Accélération / Acceleration : | 5,1 g |

Sensibilité / Sensitivity :

| | |
|---|------------|
| Moyenne (de 10 valeurs mesurées) Average (of 10 measured values) | 10,33 mV/g |
| Ecart type / Standard Deviation : | 0,006 % |

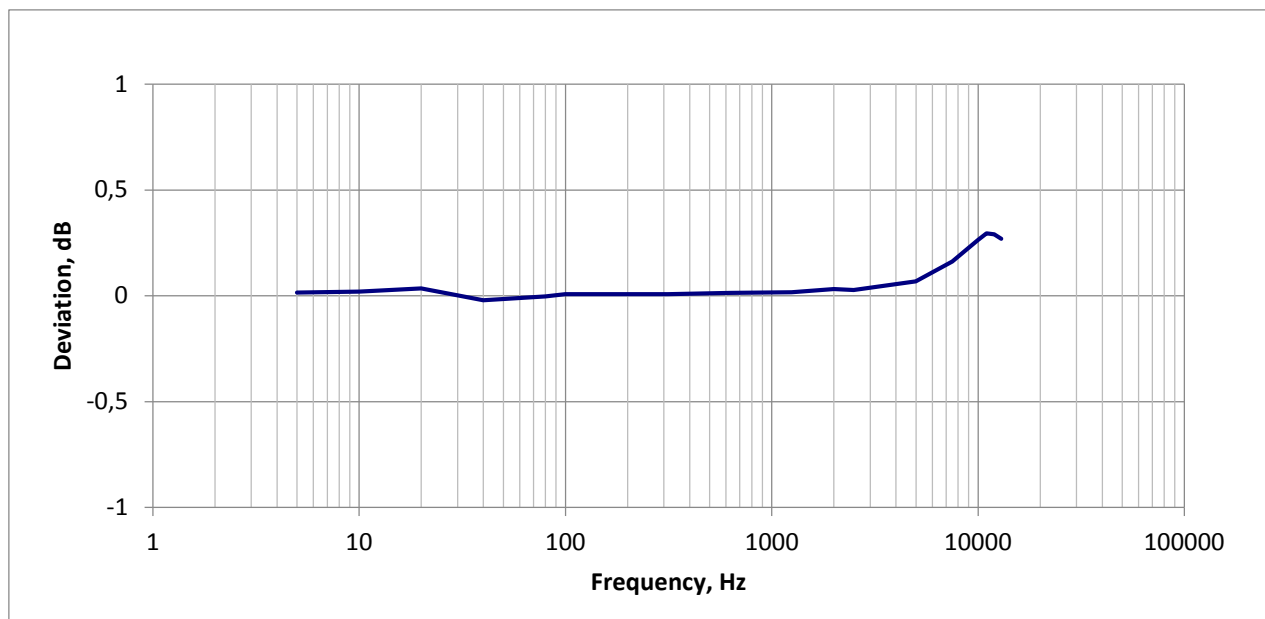
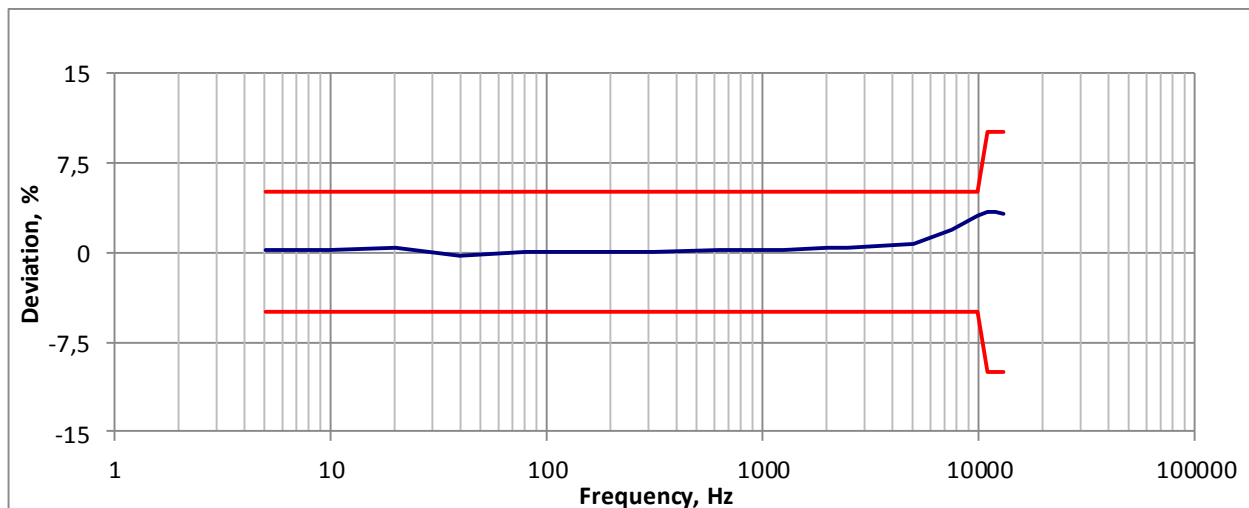
Phase / Phase :

| | |
|---|---------|
| Moyenne (de 10 valeurs mesurées) Average (of 10 measured values) | 0,02 ° |
| Ecart type / Standard Deviation : | 0,006 ° |

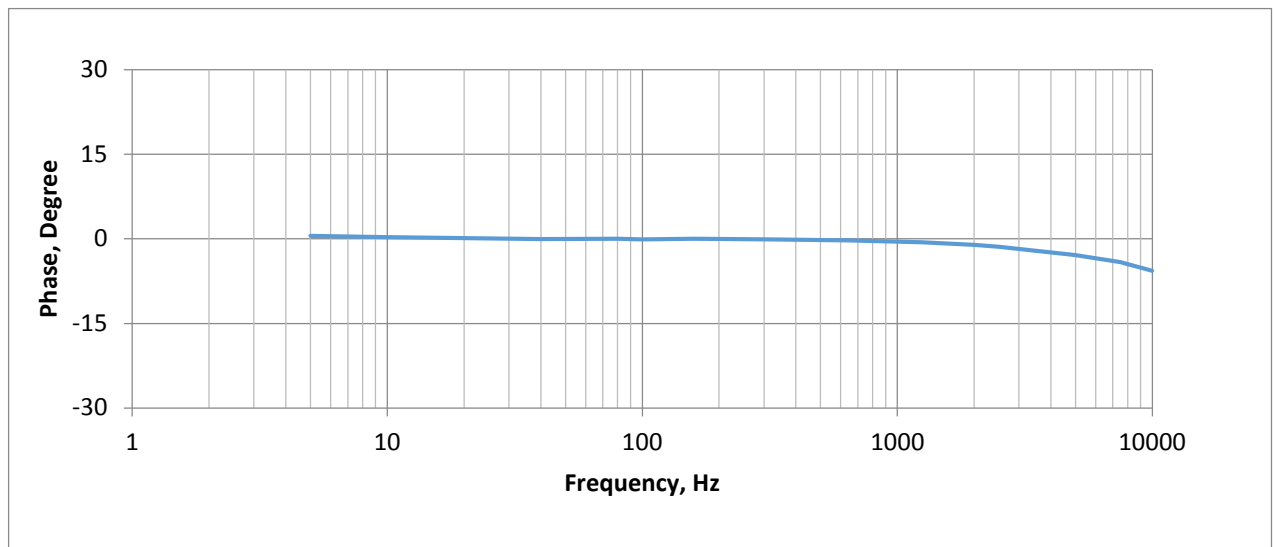
7.3 Sensibilité en fonction de la fréquence / Sensitivity as a function of frequency

| Fréquence Frequency Hz | Accélération Acceleration g pk | Sensibilité Sensitivity mV/g | Deviation par rapport à la fréquence de référence Deviation to the reference frequency % | Phase shift Phase shift Deg | EMT MPE % |
|------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------|
| 5,00 | 0,21 | 10,35 | 0,17 | 0,53 | -5 / +5 |
| 10,00 | 0,83 | 10,36 | 0,23 | 0,26 | -5 / +5 |
| 20,00 | 3,22 | 10,37 | 0,40 | 0,10 | -5 / +5 |
| 40,00 | 5,06 | 10,31 | -0,25 | -0,03 | -5 / +5 |
| 80,00 | 5,06 | 10,33 | -0,03 | 0,02 | -5 / +5 |
| 100,00 | 5,05 | 10,34 | 0,09 | -0,11 | -5 / +5 |
| 159,20 | 5,03 | 10,34 | 0,09 | -0,01 | -5 / +5 |
| 315,00 | 5,01 | 10,34 | 0,08 | -0,11 | -5 / +5 |
| 630,00 | 5,01 | 10,35 | 0,16 | -0,28 | -5 / +5 |
| 1250,00 | 5,00 | 10,35 | 0,19 | -0,64 | -5 / +5 |
| 2000,00 | 5,00 | 10,37 | 0,36 | -1,08 | -5 / +5 |
| 2500,00 | 5,00 | 10,36 | 0,31 | -1,41 | -5 / +5 |
| 5000,00 | 5,01 | 10,41 | 0,79 | -2,87 | -5 / +5 |
| 7500,00 | 5,01 | 10,53 | 1,88 | -4,17 | -5 / +5 |
| 10000,00 | 5,00 | 10,65 | 3,08 | -5,68 | -5 / +5 |
| 11000,00 | 4,99 | 10,69 | 3,46 | | -10 / +10 |
| 12000,00 | 4,98 | 10,68 | 3,40 | | -10 / +10 |
| 13000,00 | 4,97 | 10,66 | 3,15 | | -10 / +10 |

7.4 Diagramme de déviation de la sensibilité (par rapport à 80 Hz) / Diagram amplitude frequency characteristic (referring to 80 Hz)



7.5 Diagramme de Phase / Diagram Phase shift



8. OBSERVATION / REMARK

Conforme aux spécifications constructeur.

9. INCERTITUDE / UNCERTAINTY

Capteur Collé / Glued sensor

| | | |
|---------|----------|-------|
| 5 Hz | à 20 Hz | 1,6 % |
| >20 Hz | à 1 kHz | 1,4 % |
| >1 kHz | à 5 kHz | 1,6 % |
| >5 kHz | à 10 kHz | 2,4 % |
| >10 kHz | à 15 kHz | 3,6 % |
| >15 kHz | à 20 kHz | 5,0 % |

FIN DU RELEVÉ DE MESURE / END OF MEASURING REPORT