



THERMIBEL

LE LABORATOIRE

Étalonnages et autres prestations scientifiques





SOMMAIRE

Avant-Propos	4
Prestations en laboratoire sous accréditation BELAC	5
Prestations ISO usine (non accréditées BELAC)	6
Prestations ISO réalisées sur site	7
Prestations complémentaires	8
Meilleures incertitudes du laboratoire	9
Impératifs à respecter avant étalonnage au laboratoire	10
Récapitulatif des prestations d'étalonnage	11
Tables d'interpolation & courbes	12
Calculs de vibrations des doigts de gant	13
Adresse & renseignements généraux	14
Annexes	16 - 19



AVANT-PROPOS

THERMIBEL maîtrise la fabrication de capteurs de température depuis 1984 et a acquis un savoir-faire dans le domaine de la mesure de température.

Son laboratoire **accrédité BELAC en température**, réalise des étalonnages en laboratoire ou sur site. Cette accréditation obtenue depuis 2001, est **une reconnaissance de la compétence du personnel**, de **la validité des appareils** et **des méthodes mises en œuvre**.

COOPÉRATION AVEC LE CLIENT

La coopération du laboratoire avec le client inclut la possibilité d'accès du client au laboratoire pour assister aux étalonnages exécutés à sa demande. Ce type de coopération peut être favorisé afin d'instaurer un climat de confiance entre le client et le laboratoire d'étalonnage de Thermibel.

Toutefois, l'accès au laboratoire est autorisé à condition qu'il ne perturbe pas le bon déroulement de l'étalonnage. Afin de garantir la confidentialité des étalonnages, le client ne pourra assister qu'à l'étalonnage de **ses propres capteurs ou de capteurs de démonstration Thermibel** et devra quitter le laboratoire dès qu'un autre étalonnage sera en cours. Le client peut également assister à la préparation de l'étalonnage, à l'emballage et à l'expédition des capteurs étalonnés.

La coopération avec le client est un des paramètres majeurs lors de la définition de ses besoins d'étalonnage et le personnel du laboratoire devra tout mettre en œuvre pour définir les besoins réels du client.

COOPÉRATION AVEC BELAC

Le laboratoire d'étalonnage offre à BELAC et à ses représentants la coopération nécessaire afin de contrôler que les prescriptions des présentes procédures ont été satisfaites. Cette coopération comprend :

- L'accès du (des) représentant(s) au laboratoire d'étalonnage,
- Tout contrôle raisonnable permettant à BELAC de vérifier la capacité du laboratoire à vérifier les étalonnages,
- La participation à tout programme d'étalonnage que BELAC pourrait raisonnablement juger nécessaire,
- L'autorisation à BELAC d'examiner les résultats des audits internes.

COOPÉRATION AVEC D'AUTRES LABORATOIRES

Le laboratoire est disposé à participer, s'il y a lieu :

- à l'établissement de normes nationales, européennes ou internationales dans le domaine des étalonnages,
- à des essais inter-laboratoires, et à fournir dans les plus brefs délais les résultats au laboratoire organisateur,
- à un échange d'informations avec d'autres laboratoires menant des activités d'étalonnages en thermométrie.

PRESTATIONS EN LABORATOIRE SOUS ACCRÉDITATION BELAC

Accréditation THERMIBEL N° 139-Cal : Etalonnage de thermomètres à résistances et thermocouples.

Les intérêts d'un étalonnage sous accréditation BELAC sont :

- Les étalonnages sont adaptés aux instruments étalonnés,
- Les incertitudes de mesures sont garanties pour les experts des commissions d'accréditations,
- La traçabilité aux étalons nationaux est démontrée,
- Les exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 sont respectées.



ÉTALONNAGE PAR POINTS FIXES

THERMIBEL possède une cellule qui permet un étalonnage au point triple de l'eau (0.01°C). Étalonner un capteur par la méthode des points fixes consiste à le placer dans une enceinte dont la température uniforme et constante est définie par l'équilibre thermodynamique entre différentes phases d'un corps pur.



ÉTALONNAGE PAR COMPARAISON

THERMIBEL possède des bains et fours d'étalonnage permettant de couvrir un domaine de température de -80°C à + 1300°C. Étalonner un capteur par comparaison consiste à le placer dans une enceinte dont la température uniforme et constante est mesurée à l'aide d'un capteur étalon, pris comme référence.

DOCUMENTS DÉLIVRÉS :

THERMIBEL délivre un certificat d'étalonnage BELAC (voir Annexe A1 et A2) précisant obligatoirement :

- La méthode d'étalonnage,
- La traçabilité des moyens d'étalonnage utilisés,
- Un tableau de résultats incluant les incertitudes liées aux moyens d'étalonnage,
- Les conditions d'environnement.





PRESTATIONS ISO USINE (NON ACCRÉDITÉES BELAC)

L'intérêt d'un étalonnage « Usine » sous ISO9001 est le coût réduit.

ÉTALONNAGE PAR COMPARAISON

Cet étalonnage reprend le même principe que l'étalonnage par comparaison sous accréditation mais avec des incertitudes d'étalonnage plus grandes et du matériel moins performant.



ÉTALONNAGE PAR SIMULATION ÉLECTRIQUE

Un étalonnage par simulation électrique consiste à étalonner soit un indicateur de température par comparaison à un générateur électrique étalon, soit un simulateur de température par comparaison à un multimètre étalon.

CARACTÉRISATION D'ENCEINTE

L'objectif d'une caractérisation d'enceinte est de connaître et/ou de s'assurer périodiquement des performances réelles de l'enceinte. Elle permet de déterminer les caractéristiques qui font l'objet de spécifications c'est-à-dire :

- La mesure des temps de montée en température,
- La mesure de la justesse, stabilité et de l'homogénéité de l'enceinte en différents points de consigne de température,
- L'étalonnage de la sonde associée au régulateur de l'enceinte.

ÉTALONNAGE PRESSION **NEW**

THERMIBEL propose désormais l'étalonnage de capteurs de pressions sur une gamme allant de :

- -1 à 20 bar de pression relative et absolue,
- 0 à 400 bar en pression relative.

DOCUMENTS DÉLIVRÉS

THERMIBEL délivre un certificat d'étalonnage ISO 9001 précisant :

- La méthode d'étalonnage,
- La traçabilité des moyens d'étalonnage utilisés,
- Un tableau de résultats incluant les incertitudes liées aux moyens d'étalonnage,
- Les conditions d'environnement.



PRESTATIONS ISO RÉALISÉES SUR SITE

THERMIBEL est en mesure de réaliser des étalonnages de capteurs de température sur votre site.

Les avantages d'une prestation sur site :

- Méthodes tenant compte des conditions d'installation (contraintes thermiques par exemple),
- Réduction des temps d'immobilisation,
- Etalonnage réalisé par un personnel compétent,
- Vérification de capteurs indémontables.



ÉTALONNAGE PAR COMPARAISON

Trois méthodes s'offrent à vous :

1^{ère} Méthode :

- Démontage du capteur à étalonner,
- Utilisation d'un four/bain portable et d'un étalon,
- Etalonnage par comparaison sur un ou plusieurs points entre -25°C et $+1200^{\circ}\text{C}$.

2^{ème} Méthode :

- Installation sur le process d'un étalon à proximité du capteur à étalonner,
- Etalonnage possible jusqu'à $+1200^{\circ}\text{C}$.

3^{ème} Méthode :

- Etalonnage par simulation de signal en température, Volts, mA,...

CARACTÉRISATION D'UNE ENCEINTE CLIMATIQUE

L'objectif d'une caractérisation d'une enceinte climatique est de connaître et/ou de s'assurer périodiquement des performances réelles de cette enceinte. Elle permet de déterminer les caractéristiques qui font l'objet de spécifications (temps de montée, justesse, stabilité, homogénéité, etc...).

ÉTALONNAGE PRESSION **NEW**

THERMIBEL propose désormais l'étalonnage de capteurs de pressions sur une gamme allant de :

- -1 à 20 bar de pression relative et absolue,
- 0 à 400 bar en pression relative.

DOCUMENTS DÉLIVRÉS

THERMIBEL délivre un certificat d'étalonnage ISO 9001 précisant :

- La méthode d'étalonnage,
- La traçabilité des moyens d'étalonnage utilisés,
- Un tableau de résultats incluant les incertitudes liées aux moyens d'étalonnage,
- Les conditions d'environnement.



PRESTATIONS COMPLÉMENTAIRES

AVIS ET INTERPRÉTATIONS

Nos certificats d'étalonnage comprennent les remarques et notes concernant l'interprétation de nos résultats par rapport aux définitions des titres, les valeurs de référence, l'expression de nos incertitudes,...

Nous pouvons sur base de demandes expressément formulées, émettre un avis sur une déclaration de conformité/non-conformité des résultats par rapport aux résultats de prescriptions attendus, et ce dans les limites acceptables par nos incertitudes annoncées. Toute communication de ce type ne peut être rendue que par le biais d'un certificat d'étalonnage.

FORMATION

L'équipe technique de notre laboratoire vous propose son expérience et sa qualification pour des stages de métrologie. Ces stages théoriques et pratiques sont spécifiquement axés sur la pratique des incertitudes de mesure, les tolérances, l'étalonnage des capteurs de température et la réalisation de caractérisations d'enceintes mais aussi les calculs de vibration des doigts de gant plongés dans un fluide (voir également sur notre site <http://www.thermibel.be>).



VENTE DE MATÉRIELS D'ÉTALONNAGE

THERMIBEL est en mesure de vous proposer le matériel nécessaire aux étalonnages :

- Des sondes et thermocouples avec étalonnage,
- Des fours et bains d'étalonnage portables,
- Des étalons,
- Des chaînes de mesure de température,
- Des indicateurs, calibrateurs...

LSOTECH

beamex

INOR



MEILLEURES INCERTITUDES DU LABORATOIRE

Le tableau ci-dessous résume les incertitudes de mesure minimales auxquelles le laboratoire d'étalonnage peut prétendre avec le matériel et la méthode dont il dispose. Ces incertitudes correspondent à 2 écarts-types. Ceux-ci sont calculés en tenant compte des différents facteurs d'influence (étalons, moyens, etc.).

Les incertitudes indiquées dans le certificat d'étalonnage ne peuvent en aucun cas être inférieures à celles mentionnées dans ce tableau et seront en général augmentées en fonction du type d'appareil à étalonner et des moyens mis en œuvre pour réaliser l'étalonnage.

Instruments de mesure	Étendue de mesure	Incertitude sur la détermination de la température d'étalonnage	Remarques
Capteur de température à résistance	De -80°C à 20°C	±0,07°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt100) dans un bain liquide
	0°C	±0,05°C	Etalonnage au point de glace fondante
	0,01°C	±0,03°C	Etalonnage dans une cellule du Point Triple de l'eau.
	De 20 à 150°C De 150°C à 200°C	±0,10°C ±0,13°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un bain liquide
	De 200°C à 400°C De 400°C à 650°C	±0,18°C ±0,31°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un four sec
Thermocouple	De -80°C à 20°C	±0,08°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt100) dans un bain liquide
	0°C	±0,06°C	Etalonnage au point de glace fondante
	De 20 à 150°C De 150°C à 200°C	±0,10°C ±0,13°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un bain liquide
	De 200°C à 400°C De 400°C à 650°C	±0,19°C ±0,31°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un four sec
	De 650°C à 750°C De 750°C à 1000°C De 1000°C à 1100°C De 1100°C à 1300°C	±1,14°C ±1,40°C ±2,70°C ±3,00°C	Par comparaison à un étalon de référence (TC) dans un four sec
Chaîne de Mesure	De -80°C à 20°C	±0,07°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt100) dans un bain liquide
	0°C	±0,05°C	Etalonnage au point de glace fondante
	De 20 à 150°C De 150°C à 200°C	±0,09°C ±0,13°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un bain liquide
	De 200°C à 400°C De 400°C à 650°C	±0,18°C ±0,31°C	Par comparaison à un étalon de référence (Pt25) dans un four sec
	De 650°C à 750°C De 750°C à 1000°C De 1000°C à 1100°C De 1100°C à 1300°C	±1,14°C ±1,40°C ±2,70°C ±3,00°C	Par comparaison à un étalon de référence (TC) dans un four sec

REMARQUE

- Suivant l'Echelle Internationale de Température 1990 (EIT-90).



IMPERATIFS A RESPECTER AVANT ÉTALONNAGE AU LABORATOIRE

IMPÉRATIFS DIMENSIONNELS

Nos milieux de comparaison imposent certains impératifs dimensionnels des capteurs à étalonner. Ces impératifs sont repris dans le tableau récapitulatif en page suivante.

PROPRETÉ ET DÉCONTAMINATION

Tout capteur à étalonner doit être propre (absence de graisse, goudron, boue, ... susceptibles de polluer le milieu de comparaison et invalider les résultats).

Les capteurs devront être redressés et si besoin, les capteurs de grande longueur à isolation minérale, devront être ré-enroulés. Notre atelier de fabrication peut réaliser ce type d'intervention ! Le cas échéant, les capteurs devront nous être livrés avec un certificat de décontamination.

FOURNITURE DES ACCESSOIRES

Tout accessoire nécessaire au bon fonctionnement du capteur ou de l'équipement doit être fourni. Par exemple : mode d'emploi, chargeur de batterie, alimentation,...

VALEUR D'ISOLEMENT

La résistance d'isolement des capteurs à étalonner sera impérativement contrôlée par notre département contrôle qualité avant étalonnage.

Les valeurs limites d'acceptation à température ambiante sont :

		Tension d'essai	Valeur d'isolement
Thermocouples chemisés (Isolation minérale)	$\varnothing \leq 1,5 \text{ mm}$	75 ± 25 Vdc	> 1000 MΩ
	$\varnothing \geq 1,5 \text{ mm}$	500 ± 50 Vdc	> 1000 MΩ
Thermocouples (emperlés ou à câble)		500 ± 50 Vdc	> 500 MΩ
Sondes RTD (Pt50, Pt100, Pt1000, ...)		100 Vdc	> 100 MΩ
Thermistances (CTN, CTP,...)		50 Vdc	> 100 MΩ

RÉCAPITULATIF DES PRESTATIONS D'ÉTALONNAGE

DÉTAILS ET IMPÉRATIFS DIMENSIONNELS

TYPES DE PRESTATION	DESCRIPTION / DETAIL	😊	😞	GENERATEUR	GAMME	IMPERATIF			TYPE DE CERTIFICAT DELIVRABLE	
						Ø max. (mm)	L. min. (mm)	L. max. (droit) (mm)	ISO 9001 (Usine)	ISO 17025 (BELAC)
Etalonnage par comparaison	<p>Tout type de thermocouple (métaux précieux et métaux communs) ;</p> <p>Sondes à résistance platine en montage 2 / 3 ou 4 fils ;</p> <p>Chaîne de mesure de température avec indication de la mesure de température.</p>	<p>L'étalonnage simultané d'un grand nombre de capteur.</p> <p>L'étalonnage de capteurs de formes géométriques diverses.</p> <p>L'étalonnage à différentes températures.</p>	<p>Les enceintes stables et uniformes sont difficiles à réaliser, surtout aux températures élevées et l'incertitude des résultats obtenus est directement reliée aux enceintes</p>	LIQUIDE	-196°C	40	150	1100	✓	
				LIQUIDE	-80...200°C	40	150	1100	✓	✓
				SEC	50...200°C	8,5	250	1100	✓	✓
				SEC	200...1200°C 1200...1300°C	12 12	200 600	1100 1100	✓	✓
Point de glace fondante (0°C)	Idem ci-dessus	Prix, précision et rapidité de mise en œuvre, large plage dimensionnelle	Gamme unique	LIQUIDE	0°C	40	100	1100	✓	✓
Point triple de l'eau (0.01 °C) :	<p>Tout type de thermocouple (métaux précieux et métaux communs) ;</p> <p>Sondes à résistance platine en montage 2 / 3 ou 4 fils ;</p>	Fournir un étalonnage à une température connue avec une grande exactitude, sans être tributaire des caractéristiques d'un capteur de référence, susceptibles de dériver dans le temps.	La géométrie des capteurs à étalonner ne peut pas être quelconque.	SEC / LIQUIDE	0,01°C	12	420	1100		✓
Etalonnage par simulation électrique :	Indicateur de température, Simulateur de température	L'étalonnage moins coûteux Gamme de température infinie.	Une incertitude de mesure dépendant principalement de la résolution de l'instrument.	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	✓	

Certains capteurs n'entrant pas dans ces critères peuvent cependant être étalonnés (voir avec le responsable du labo).



TABLES D'INTERPOLATION & COURBES

Un certificat d'étalonnage donne l'erreur du capteur aux températures d'étalonnage spécifiées. Déterminer l'erreur entre ces températures s'appelle **l'interpolation** et se fait par calcul. Les résultats de ce calcul sont assemblés dans **une table d'interpolation**.

La seule condition requise pour que la table d'interpolation puisse être générée est la présence **d'au moins quatre points d'étalonnage**.

TABLE D'INTERPOLATION DU CAPTEUR N° T54490/1.1

Page n°1 : de R = 73.000 Ohm à R = 84.931 Ohm

Certificat d'étalonnage n°090711 - Table de R = 73 Ohm à R = 119 Ohm - 4 pages

R du capteur n° T54490/1.1	Température du capteur n°T54490/1.1 selon la norme IEC751:2008	Température interpolée	Correction	Incertitude d'interpolation	Pente
Ohm	°C	°C	°C	±°C	Ohm/°C
73.000	-68.34	-68.30	0.04	0.06	0.3998
73.400	-67.34	-67.30	0.04	0.06	0.3997
73.800	-66.34	-66.30	0.04	0.06	0.3995
74.199	-65.34	-65.30	0.04	0.06	0.3394
74.598	-64.34	-64.30	0.04	0.06	0.3992

Extrait d'une table d'interpolation pour une Pt100

Chaque table d'interpolation est fournie avec une page d'introduction expliquant la méthode de calcul et donnant un exemple d'interprétation.

En plus de cette table, Thermibel fournit un graphique reprenant (voir Annexe B) :

- Les points de mesure
- La courbe du modèle d'interpolation
- La courbe de la norme



CALCULS DE VIBRATIONS DES DOIGTS DE GANT

Lorsqu'un fluide s'écoule autour d'un doigt de gant (DDG), le changement dans le moment du fluide crée une succession de tourbillons au-delà du DDG. Ces tourbillons se répartissent de part et d'autre du DDG, en alternance, créant des **vibrations faisant osciller le DDG** à une certaine fréquence. Si ces vibrations approchent la fréquence naturelle du DDG, celui-ci entre en **résonance**, engendrant une amplitude de vibration élevée pouvant provoquer la destruction du DDG.

Afin de se prémunir contre ce risque, la norme ASME-PTC :1998 préconise certains calculs permettant de dimensionner le DDG et d'évaluer les paramètres de son environnement afin d'éviter l'approche de la fréquence de résonance.

Afin d'aller plus loin, Thermibel a développé, avec son équipe et la participation de l'Université de Louvain-la-Neuve, un **programme de calcul** qui répond non seulement à la norme ASME-PTC : 1998 mais qui réalise des calculs supplémentaires concernant le flambage, la pression statique maximale admissible par le DDG et la longueur maximale du DDG. Couplé à une base de données des principaux matériaux (acier inox, inconel, nickel, titane, etc.), le programme fournit, à l'issue de son calcul, un rapport tel que celui affiché en annexe C.



ADRESSE ET RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

THERMIBEL S.A.

Pavé du Roeulx - Zoning Industriel
BE - 7110 Strépy - Bracquegnies
Tél : +32 (0) 64 67 15 00
Fax : +32 (0) 64 67 15 12
labo@thermibel.be - www.thermibel.be

TVA N° : BE-0423.693.624

Compte bancaire : FORTIS - IBAN BE07 2700 0185 4066 - BIC GEBABEBB

VOS CONTACTS AU LABORATOIRE

Pour savoir qui contacter au labo, merci de visiter **www.thermibel.be**



ANNEXE A1



N.V. **THERMIBEL** S.A.



139CAL
ISO17025

Zoning Industriel - Pavé du Roeulx - BE 7110 Strépy-Bracquegnies
Tél. +32(0)64 671500 - Fax +32(0)64 671512
Email : info@thermibel.be

Certificat d'étalonnage n° 100908/10

Etalonnage réalisé du :	au :
Certificat établi le :	
Nombre total de pages : 2	
Date de réception du matériel :	
Nos références :	
Vos références :	

N° de capteur : <i>TXXX</i>
Type de capteur : <i>TC K</i>
Présence d'un transmetteur : <i>Non</i>
Présence d'un afficheur : <i>Non</i>
Paramètre physique mesuré : <i>Force électromotrice</i>
Type de connexion : <i>Fils nus</i>
Echelle de conversion : <i>IEC584</i>
Température ambiante / humidité moyennes : <i>23±3°C / 45±20%RH</i>
Remarques :

Ce certificat d'étalonnage est délivré en conformité avec les conditions de certification du BELAC. Il ne peut être reproduit qu'intégralement, sauf autorisation écrite de reproduction partielle donnée par le laboratoire.

Etalonnage et certificat réalisés par :

Michaël Monsieur
Métrologue

Sofian El Founti
Responsable technique



ANNEXE A2



N.V. **THERMIBEL** S.A.



139CAL
ISO17025

Zoning Industriel - Pavé du Roeulx - BE 7110 Strépy-Bracquegnies
Tél. +32(0)64 671500 - Fax +32(0)64 671512
Email : info@thermibel.be

Tableau de résultats d'étalonnage du capteur n° TXXX - Certificat d'étalonnage n° 100908/10

Température moyenne	Force électromotrice	Incertitude	Correction	Température convertie du capteur étalonné	Méthode
°C	mV	±°C	°C	°C	-
159,76	6,5897	0,32	-1,50	161,26	Comparaison
199,26	8,1628	0,35	-1,33	200,59	Comparaison

Traçabilité

Temp.	Générateur	Étalon	Appareil étalon	Prof.
159,76	Four Isotech 50 à 650°C LET326	LETZZZ - TC S	HP 34401 (LET 180)	145 mm
199,26	Four Isotech 50 à 650°C LET326	LETZZZ- TC S	HP 34401 (LET 180)	145 mm

Remarques et mises en garde

Lorsque le capteur de température affiche une valeur donnée par la 2ème colonne, la température qu'il mesure a une probabilité d'environ 95% d'être la valeur donnée par l'étalon (1ère colonne) ± l'incertitude (3ème colonne). La correction (4ème colonne) est la valeur convertie du capteur à ajouter à la valeur lue pour obtenir la valeur conventionnellement vraie.

Les résultats sont garantis dans les conditions d'étalonnage. Les conditions d'utilisation sont à prendre en compte par l'utilisateur.

Sauf mention contraire, la valeur du courant de mesure, dans le cas de l'étalonnage d'une sonde à résistance, est de 1mA.

L'échelle de température est EIT-90, la norme de conversion est la IEC584.

Notes sur les incertitudes

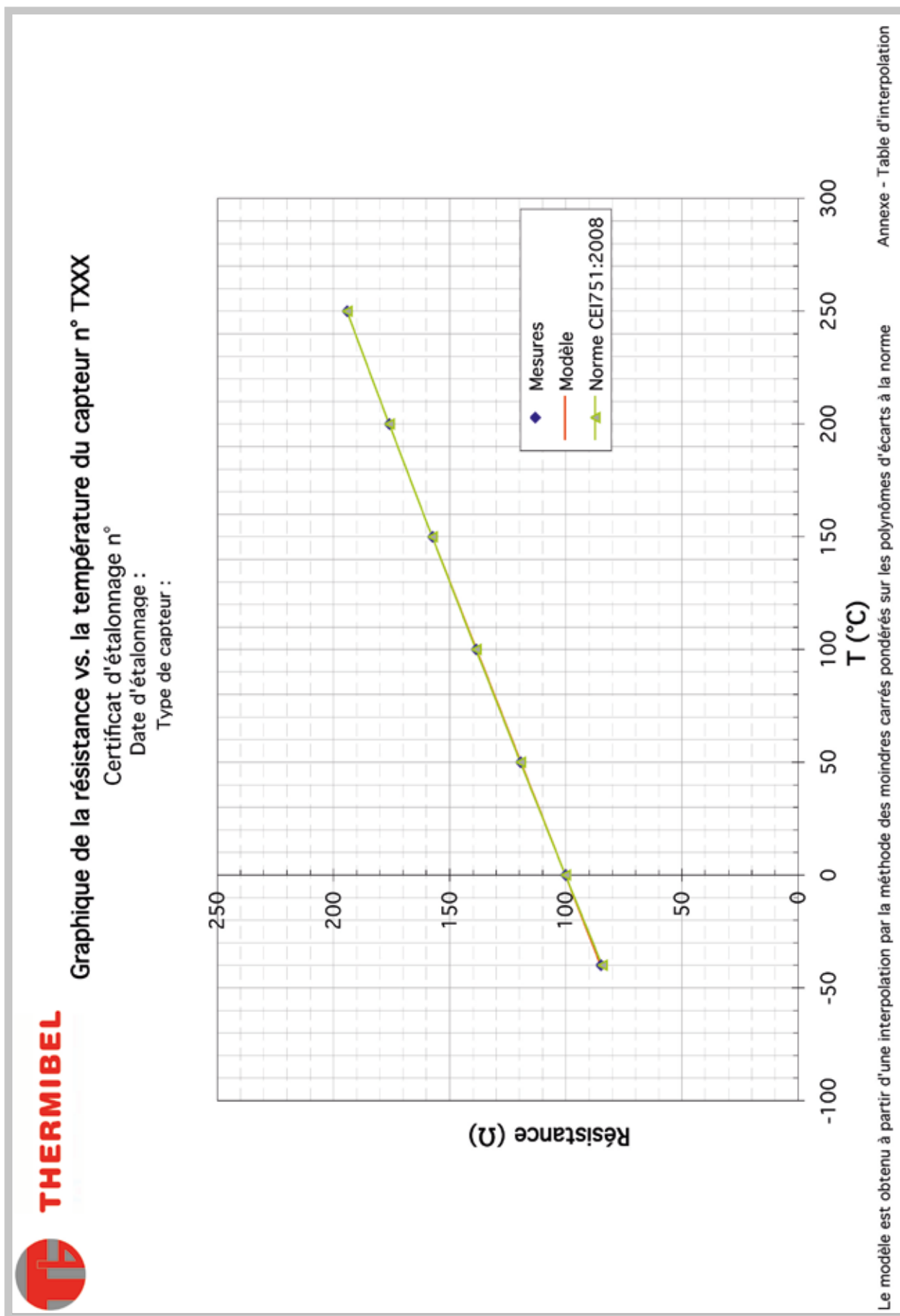
L'incertitude de mesure élargie spécifiée est l'incertitude standard multipliée par le facteur d'élargissement k=2, ce qui pour une distribution normale correspond à un niveau de confiance d'environ 95%.

L'incertitude standard est calculée en concordance avec la norme ENV 13005 (Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure), comprend plusieurs composantes dont l'incertitude des références, de la méthode de mesure, des conditions ambiantes et toute instabilité à court terme de l'objet à étalonner.

Tous les capteurs et appareils étalons utilisés sont raccordés aux étalons nationaux.




ANNEXE B - EXEMPLE DE COURBE D'INTERPOLATION





ANNEXE C - EXEMPLE DE FEUILLE DE CALCUL DE VIBRATIONS



Calcul des fréquences & contraintes d'un DDG plongé dans un fluide

Laboratoire Thermibel

##

Selon Norme ASME PTC 19.3 - 1998 - Ch.

Société :

Attention de :

Référence :

Tag #:

Date:

Rev:

4192 Hz

2353 Hz

0,56

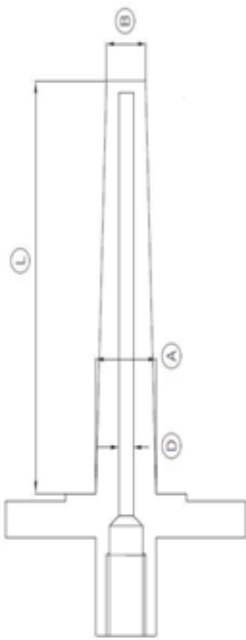
0,46

55 MPa

2372 MPa

302 bar

98 mm



DONNEES FLUIDES

Type de fluide : Vapeur

Temp. de fonctionnement : 400 °C

Pression de fonctionnement @ T0 : 130 bar (G)

Densité du fluide @ T0 : 73,30 kg/m³

Vitesse du fluide : 92,0 m/s

T₀

P₀

ρ

V

DONNEES DDG

Matériau : 316 Stainless Steel

Longueur immergée : 80 mm

Diamètre gaine capteur : 3 mm

Diamètre mini DDG : 9 mm

Diamètre maxi DDG : 24 mm

Masse volumique @ T₀ : 7,9 kg/dm³

Module de Young @ T₀ : 168 Mpa x 10³

Allowable Stress @ T₀ : 82 MPa

L

D

B

A

w

E

S

CONSTANTES CALCULEES

K₁ 1,73

K₁ 0,368

K₂ 29,6

K₃ 0,057

fn

fw

r

Fm

STot

Feu

Pm

Ls

CALCULS

Fréquence de résonance @ T₀ : 4192 Hz

Fréquence de vibration : 2353 Hz

Frequency Ratio : 0,56

Magnification Factor : 0,46

Contrainte totale : 55 MPa

Contrainte de déformation : 2372 MPa

Pression statique max. : 302 bar

Longueur max. stress : 98 mm

NOTES

1:

2:

3:

4:

5:

6:

Le doigt de gant est conforme à l'ASME PTC 19.3-1998, chapitre 1

Ces calculs sont réalisés selon l'article "Power Test Code Thermometer Wells", Journal of Engineering for Power, Vol.81, 1959 par J. W. Murdock, ainsi que sur base des recommandations de l'ASME PTC 19.3-1998, chapitre 1. Ce programme fournit des résultats qui doivent uniquement être utilisés comme un guide pour la conception des doigts de gant. Thermibel décline toute responsabilité en cas d'accident ou de destruction du doigt de gant et/ou de son environnement sur base de ces calculs ou d'une mauvaise utilisation de ce programme.

N.V. **THERMIBEL** S.A.

Pavé du Rœulx ZI - B 7110 Strépy-Bracquegnies

Tél 32 (0)64 67 15 00 - Fax 32 (0)64 67 15 12

E-Mail: info@thermibel.be - www.thermibel.be