

CRITÈRES D'ACCRÉDITATION DES LABORATOIRES MÉTROLOGIE EN TEMPÉRATURE

Préparé par : SADCAS Advisory Comité – CLAS	Approuvé par : Directeur général	Date d'approbation : 29-03-2022 Date d'entrée en vigueur : 29-03-2022
---	---	--

TABLE DES MATIÈRES

1	OBJECTIF ET PORTÉE	3
2	ABRÉVIATIONS	3
3	DÉFINITIONS.....	3
4	EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES	8
5	EXIGENCES GÉNÉRALES.....	8
6	EXIGENCES TECHNIQUES.....	10
6.1	Étalonnage des thermocouples	10
6.2	Étalonnage TC de compensation et d'extension.....	10
6.3	Sondes de température de surface	11
6.4	Référence du Point de glace	11
6.5	Étalonnage du thermomètre de résistance	11
6.6	Étalonnage du thermomètre liquide en verre	12
6.7	Étalonnage du thermomètre numérique.....	12
6.8	Étalonnage du thermomètre à cadran mécanique.....	13
6.9	Simulation électrique	13
6.10	Étalonnage CJC.....	14
6.11	Étalonnage du thermomètre à radiations	14
6.12	Évaluation isotherme – Stérilisateurs à vapeur (autoclaves)	15
6.13	Évaluation isotherme - Stérilisateurs.....	15
6.14	Évaluation de la Chambre environnementale	16
6.15	Installations de température	16
6.16	Étalonnage du moniteur de contrainte thermique.....	16
6.17	Étalonnage par enregistreur de température	16
6.18	Étalonnage de la plaque chauffante	16
6.19	Étalonnage du bloc de température	16
6.20	Préparation et évaluation des bains liquides.....	17
6.21	Étalonnage sur site.....	17
7	RÉFÉRENCES.....	17
	ANNEXE A : EXEMPLE DE CALENDRIER D'ACCRÉDITATION.....	19
	ANNEXE B - DOSSIER DE MODIFICATION	21

1. OBJECTIF ET PORTÉE

Le but de ce document est de définir les exigences environnementales, générales et techniques spécifiques à satisfaire par les laboratoires accrédités dans le domaine de la mesure et de l'étalonnage de la température, et inclut les laboratoires électriques DC/LF accrédités pour effectuer la simulation électrique des instruments de température.

Ce document s'applique aux laboratoires accrédités par le Système d'accréditation de la Communauté de développement de l'Afrique australe (SADCAS).

2 ABRÉVIATIONS

CJC	Compensation de jonction froide
CMC	Capacité d'étalonnage et de mesure
DC/LF	Courant continu/basse fréquence
ELC	Colonne liquide émergente
K	Kelvin
LIG	Liquide dans verre
mA	Milliampères
MSDS	Fiches de données de sécurité des matériaux
Partie 100	Thermomètre à résistance au platine avec $R(0^{\circ}\text{C}) = 100\Omega$
UoM	Incertitude de la mesure
UUT	Unité en cours de test
RJ	Jonction de référence (froide)
RTD	Dispositif de température de résistance
SADCAS	Service d'accréditation SADC
SANAS	Système national sud-africain d'accréditation
SI	Système international d'unités
TC	Thermocouple
WBGT	Température du globe à bulbe humide

3 DÉFINITIONS

Le recuit ou traitement thermique est le procédé par lequel un thermocouple ou thermomètre à résistance est soulagé des contraintes internes en chauffant à une température fixe pendant une période de temps spécifiée.

Corps noir

Un corps noir est une entité qui absorbe tout le rayonnement électromagnétique qui tombe sur lui. En tant qu'absorbeur parfait, il ne réfléchit ni ne transmet, et a une émissivité de 1. [15] La

source parfaite ou idéale de puissance thermique rayonnante ayant une distribution spectrale décrite par l'équation de Planck. *Le terme corps noir est souvent utilisé pour décrire un four ou une autre source de puissance rayonnante qui correspond à l'idéal.* [4]

Une source de référence de rayonnement infrarouge en forme de cavité caractérisée par une température précisément connue des parois de la cavité et ayant une émissivité effective à l'ouverture de la cavité arbitrairement considérée comme égale à l'unité.

Thermocouple en métal de base

Thermocouple dont les thermoéléments sont principalement composés de métaux de base et de leurs alliages. [4]

Compensation de jonction froide

La compensation interne de jonction froide est appliquée dans les instruments de mesure thermocouple. Il détermine la température aux jonctions d'entrée de l'instrument et applique une correction en microvolts pour la déviation de la température de 0 °C selon le type spécifique de thermocouple mesuré.

Câble TC compensateur

Le câble compensateur est fabriqué en alliages différents de celui du thermocouple, mais fabriqué pour correspondre à la caractéristique de la fem/température du thermocouple, mais sur une plage de température restreinte. [8]

Thermomètre de contact

Un instrument adapté pour mesurer la température au moyen de la conductivité thermique en déterminant la température au moment où une énergie thermique négligeable circule entre le thermomètre et l'objet de mesure. [4]

Simulation électrique

Dans cette application, la simulation est le processus de remplacement d'un capteur de température (thermocouple ou thermomètre de résistance) par un dispositif électrique équivalent afin d'étalonner un indicateur de température ou un transducteur. [5] La simulation électrique peut également inclure l'étalonnage de l'indicateur de température à l'aide d'un courant ou d'une tension en entrée telle que 4-20 mA, ou 1-5 volts respectivement.

Système international d'unités, SI

Le système cohérent d'unités adopté et recommandé par la Conférence générale sur les poids et mesures (CGPM) est basé sur sept unités de base, à savoir mètre (m), kilogramme (kg), seconde (s), ampère (A), kelvin (K), mole (mol) et candela (cd). [13]

Thermocouple.

Un thermocouple est une paire de conducteurs de matériaux différents reliés à une extrémité formant une configuration utilisant l'effet thermoélectrique de Seebeck pour la mesure de la température. [7]

Kelvin, K

Unité de base de la température dans le Système international des unités (SI). [4]

Thermomètre liquide dans verre

Un instrument de mesure de température dont les indications sont basées sur le coefficient de dilatation de température d'un liquide par rapport à celui de son ampoule en verre contenant son dispositif de température. [4]

Jonction de mesure

Cette jonction d'un thermocouple soumise à la température à mesurer, parfois appelée jonction chaude.

Thermomètre à radiations

Un radiomètre calibré pour indiquer la température d'un corps noir. [4] Ce thermomètre est de type sans contact.

Point de glace

Un point fixe secondaire, 0,0 °C, sur l'échelle internationale de température de 1990 (ITS-90), est un mélange fondant de glace pure et d'eau qui atteint une température de 0,0 °C. Il faut utiliser de l'eau distillée ainsi que de la glace fabriquée avec de l'eau distillée pour atteindre le point de glace.

Jonction de référence

Cette jonction d'un thermocouple qui est à une température connue. [4]

Temps de réponse

Intervalle de temps entre le moment où un stimulus subit un changement soudain spécifié et l'instant où la réponse atteint et reste dans les limites spécifiées autour de sa valeur finale stable. Le temps de réponse d'un capteur est le temps nécessaire pour atteindre 99,5 % du changement de pas et est égal à environ 5 constantes de temps. (Voir constante de temps).

Émissivité spectrale

L'émissivité spectrale est un nombre sans dimension situé entre 0 et 1, et est définie comme le rapport entre l'énergie rayonnée d'une surface et celle d'un corps noir à la même température, à la même longueur d'onde et sous les mêmes conditions de vision. [15]

Étalonneur à bloc de température

Les calibrateurs de blocs de température sont composés d'un bloc solide, avec un contrôleur de température et un indicateur. Le bloc possède des alésages destinés à l'étalonnage des thermomètres. [9]

Stérilisation à la vapeur

La stérilisation à la vapeur consiste à utiliser de la vapeur sous pression, délivrée à une température précise et à un moment approprié. La stérilisation se produit lorsque la chaleur latente de la condensation est transférée à la charge, ce qui la fait chauffer rapidement. Le chauffage dénature les micro-organismes restants après le nettoyage. Les stériliseurs à vapeur sont également appelés autoclaves.

Cartographie de la température

La cartographie de température consiste à évaluer l'uniformité et la stabilité de la température dans le volume applicable à l'aide de plusieurs sondes de température.

Constante de temps

La constante de temps, T , d'un capteur est définie comme le temps nécessaire pour atteindre 63,2 % d'un changement de température par étapes.

Répétabilité

La capacité d'un instrument de mesure à fournir des indications très similaires pour des applications répétées des mêmes mesures dans les mêmes conditions de mesure. [13]

Zone d'Homogénéité

En ce qui concerne les étalonnages à blocs de température, la « zone d'homogénéité » est la zone d'au moins 40 mm de longueur, normalement située à l'extrémité inférieure du forage dans laquelle le thermomètre à calibrer est inséré. [9]

Fils d'extension compensateurs

Ces rallonges fabriquées à partir de matériaux sont essentiellement différents en composition du thermocouple. *Elles ont des propriétés thermoélectriques similaires et, dans une plage de température donnée, transfèrent effectivement la jonction de référence à l'autre extrémité des fils.* [4]

Thermomètre à immersion complet

Un thermomètre liquide dans verre conçu pour indiquer correctement les températures lorsque l'ensemble du thermomètre est exposé à la température mesurée. [4]

Degré Celsius, °C

Unité dérivée de température dans le Système international des unités (SI). (Voir Kelvin).

À toute température, un intervalle d'un degré Celsius est par définition le même qu'un intervalle d'un kelvin.[4]

Fils d'extension

Ceux qui présentent des caractéristiques de fem thermique qui, lorsqu'ils sont connectés à un thermocouple, transfèrent effectivement la jonction de référence à l'autre extrémité des fils. [4]

Échelle Pratique Internationale de la Température de 1968 (IPTS-68)

L'échelle de température adoptée par la 13e Conférence générale sur les poids et mesures en 1968. *L'IPTS-68 a été remplacé par l'échelle internationale de température de 1990.* [4]

Échelle internationale de température de 1990 (ITS-90)

L'échelle de température préparée conformément aux instructions de la 18e Conférence générale sur les poids et mesures, et adoptée le 1er janvier 1990.

Thermocouple en métaux nobles

Thermocouple dont les thermoéléments sont principalement composés de métaux nobles et de leurs alliages. [4]

Thermomètre à immersion partielle

Un thermomètre liquide en verre conçu pour indiquer correctement la température lorsque le bulbe et une partie spécifiée de la tige sont exposés aux températures mesurées. [4]

Radiomètre

Un dispositif pour mesurer la puissance rayonnante dont la sortie est proportionnelle à l'intensité de la puissance d'entrée. [4]

Thermomètre à résistance

Un dispositif de mesure de température composé d'un thermomètre à résistance, de fils de liaison internes, d'une coque de protection avec ou sans moyen de montage, d'une tête de connexion, d'un fil de liaison ou d'autres raccords, ou des deux. [4]

Auto-chauffage

L'augmentation de la température de l'élément thermomètre causée par la puissance électrique dissipée dans l'élément, la magnitude dépendant du courant du thermomètre et de la conduction thermique de l'élément thermométrique vers le milieu environnant. [4]

Thermistor

Un semi-conducteur, dont la fonction principale est de présenter une diminution monotone de la résistance électrique avec une augmentation de la température du capteur, c'est-à-dire un semi-conducteur dont le coefficient de température de résistance est négatif et ne présente ni discontinuités ni changements de signe. [4]

Thermomètre à immersion totale

Un thermomètre liquide en verre conçu pour indiquer correctement la température lorsque seule la partie du thermomètre contenant le liquide est exposée aux températures mesurées. [4]

Triple Point d'Eau

Triple point des phases liquide, solide et vapeur de l'eau. [4]

4 EXIGENCES ENVIRONNEMENTALES

Un laboratoire accrédité travaillant dans le domaine des mesures de température doit fonctionner dans les conditions environnementales suivantes :

- 4.1 Le laboratoire doit être maintenu à une température de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Lorsque les mesures sont effectuées en dehors de cette limite spécifiée, le laboratoire doit fournir des preuves documentées que les résultats ont été validés, par exemple lorsque les mesures sont effectuées sur site.
- 4.2 Les taux de variation et les gradients de la température ambiante doivent être maintenus en dessous de 2°C par heure.
- 4.3 Un haut niveau de propreté doit être maintenu dans le laboratoire et un éclairage adéquat doit être fourni. [1]

5 EXIGENCES GÉNÉRALES

- 5.1 Les laboratoires peuvent être accrédités pour l'étalonnage de :
 - des thermocouples nobles et métaux de base ;
 - Compensation TC et dérivation ;
 - des sondes de température de surface ;
 - référence au point de glace ;
 - triple point d'eau ;
 - thermomètres à résistance au platine ;
 - des thermomètres incluant liquide dans verre, numériques et mécaniques (systèmes bimétalliques ou remplis) ;
 - la simulation électrique d'indicateurs de température, contrôleurs, émetteurs et calibrateurs de température TC et RTD, y compris l'étalonnage du CJC ;
 - thermomètres à radiations ;
 - lampes ruban en tungstène ;
 - Évaluation des milieux isothermiques, y compris les autoclaves, les stérilisateurs et les chambres environnementales ;
 - des installations de température, y compris les fours, incubateurs, bains-maries agitées, réfrigérateurs et congélateurs ;
 - des moniteurs de stress thermique ;
 - des enregistreurs de température, y compris des thermo-hygrographes et des enregistreurs de données ;

- la température de surface des plaques chauffantes ;
- Calibrateurs de température à bloc sec,
- accréditation sur site pour l'une ou l'autre des options ci-dessus, mais à l'exclusion du triple point d'eau.

(Voir le champ d'accréditation – Annexe 2 de la métrologie de la température)

- 5.2 Le laboratoire doit mesurer la production de l'UUT dans les unités applicables. En général, les unités sont en °C, à certaines exceptions près comme les thermocouples, la sortie mesurée en microvolts (μV) ou millivolts (mV), les thermomètres à résistance, la sortie mesurée en ohms (Ω), les transducteurs de température en milliampères (mA). Dans le cas des calibrateurs de température, les unités peuvent être degrés Celsius (°C), ou les unités électriques applicables.
- 5.3 Les laboratoires doivent rapporter les résultats de manière précise, claire, sans ambiguïté et objectivement. [3] Il est donc préférable de rapporter les résultats de mesure lorsque cela est applicable, à la fois dans l'unité électrique (mV, μV , mA ou Ω) et à la température équivalente en °C. Lorsque les résultats sont rapportés en unités non SI, l'unité SI équivalente doit être rapportée en parallèle et le facteur de conversion applicable doit être énoncé.
- 5.4 Le laboratoire est tenu de disposer d'une FDS pour tous les fluides standards, produits chimiques et matériaux de nettoyage dangereux utilisés dans le laboratoire, par exemple, mais sans s'y limiter aux acides, solvants organiques, sels, fluides de bain à température, etc. [2]
- 5.5 Si le laboratoire utilise ou calibre des thermomètres liquides en verre, il doit disposer d'une FDS pour le mercure, ainsi qu'une procédure décrivant comment les déversements de mercure doivent être nettoyés. [2]
- 5.6 Le laboratoire doit disposer de procédures pour le stockage et l'utilisation des normes afin d'assurer leur intégrité continue.
- 5.7 Le laboratoire doit disposer et appliquer des procédures pour toutes les étalonnages, y compris la composition d'une référence de point de glace.
- 5.8 Le laboratoire doit être équipé de sources de chaleur isothermes appropriées telles que des bains de liquide agité, des fours et/ou des calibrateurs à blocs pour l'étalonnage des capteurs de température.
- 5.9 Lorsque des multimètres numériques sont utilisés pour mesurer la sortie des thermocouples, émetteurs, thermistors et RTD, la spécification du multimètre numérique doit être utilisée pour estimer l'UoM, sauf s'il est démontré que des mesures suffisantes sur la plage de mesure applicable (mV, mA, Ω) ont été effectuées par le laboratoire d'étalonnage, permettant l'interpolation et la

correction lorsque cela est applicable, et par la suite l'utilisation de l'UoM spécifié par le laboratoire d'étalonnage.

6 EXIGENCES TECHNIQUES

6.1 Étalonnage des thermocouples

6.1.1 Le laboratoire doit disposer des jonctions de référence appropriées pour chaque type de thermocouple selon les besoins, à la fois en métal de base et en métal noble, et les utiliser selon les besoins pour l'étalonnage des thermocouples.

6.1.2 Les jonctions de référence TC doivent être calibrées et un certificat d'étalonnage délivré pour chaque JR. L'incertitude du juge d'incertitude doit être prise en compte dans le budget d'incertitude pour toute étalonnage où le juge de jeu a été utilisé.

6.1.3 Dans les cas où les jonctions de référence n'ont pas été calibrées, le laboratoire doit utiliser la spécification du fabricant pour le fil d'extension ou de compensation comme base de l'incertitude de la jonction de référence.

6.1.4 La procédure d'étalonnage des thermocouples doit au minimum aborder :

- profondeur d'immersion ;
- variation de température de la source thermique ;
- la distribution temporelle et spatiale de la température de la source thermique ;
- recuit ;
- variation de température de la jonction froide (de référence) ;
- des thermotensions parasites ;
- interférences électromagnétiques ;
- Inspection initiale (défauts évidents, contamination, etc.)
- étalonnage de voltmètres numériques ou indicateurs de température à lecture directe. [8]

6.1.5 La procédure d'étalonnage doit prendre en compte les éventuels changements d'étalonnage des thermocouples de type K (et dans une moindre mesure d'autres thermocouples de métaux de base) lorsqu'ils sont exposés à des cycles de température à 500 °C ou plus. [8]

6.2 Étalonnage TC de compensation et d'extension

6.2.1 L'étalonnage du câble thermocouple de compensation ou d'extension aura lieu sur une plage limitée, généralement ne dépassant pas de 0 °C à 70 °C.

6.2.2 Lorsqu'un échantillon de câble TC ou de câble compensateur ou d'extension TC est calibré et considéré comme représentatif d'une bobine ou d'une longueur de câble, le laboratoire doit répondre aux exigences d'échantillonnage telles que spécifiées à la clause 7.3 de l'ISO/IEC 17025:2017

6.2.3 Les procédures d'étalonnage du fil de compensation et de rallonge du thermocouple doivent traiter les aspects identifiés dans la section 6.1.4 ci-dessus.

6.3 Sondes de température de surface

6.3.1 Le laboratoire doit disposer de procédures décrivant comment la pointe de mesure du thermocouple doit entrer en contact avec la surface de mesure (chaude), ainsi que le temps de dépôt applicable nécessaire pour produire des mesures répétables.

6.3.2 Le laboratoire doit disposer d'une source de mesure appropriée, telle qu'une plaque chauffante, avec une finition de surface appropriée ainsi qu'un thermomètre de température de surface de référence.

6.4 Référence du Point de glace

6.4.1 La procédure de préparation du point de référence de glace doit inclure la méthode de préparation, le type et la qualité de l'eau à utiliser, l'apparence et l'incertitude attendue.

6.4.2 Une pointe de glace préparée avec un soin raisonnable devrait reproduire $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou plus. [11]

6.5 Étalonnage du thermomètre de résistance

6.5.1 La procédure de laboratoire pour l'étalonnage des thermomètres à résistance doit au minimum :

- profondeur d'immersion ;
- variation de température de la source thermique ;
- la distribution temporelle et spatiale de la température de la source thermique ;
- recuit ;
- configuration de connexion et codage couleur ;
- auto-chauffant ;
- Inspection initiale (défauts évidents, contamination, etc.)
- étalonnage de multimètres numériques ou d'indicateurs de température à lecture directe ;
- Effets de charge possibles lors de l'utilisation d'un multimètre numérique.

6.5.2 Le recuit d'un thermomètre à résistance ne doit avoir lieu qu'avec le consentement du client et doit être enregistré dans le cadre du processus d'examen du contrat.

6.5.3 Lorsqu'aucune autre exigence n'a été spécifiée par le client, le thermomètre doit être autorisé à refroidir en :

- Pour les thermomètres utilisés jusqu'à environ 450 °C, ils peuvent être retirés de la source de chaleur et laissés refroidir selon les conditions ambiantes ;
- Pour les thermomètres utilisés au-dessus de cette température, après recuit, il faut laisser refroidir à 450 °C dans la source de chaleur, puis il peut être retiré et laissé refroidir à température ambiante.

6.6 **Étalonnage du thermomètre liquide en verre**

- 6.6.1 La ou les procédures d'étalonnage des thermomètres LIG doivent décrire l'immersion complète, partielle et/ou totale du thermomètre, et inclure la méthode de calcul des corrections de colonnes liquides émergentes lorsque cela est approprié.
- 6.6.2 Les certificats délivrés pour l'étalonnage des thermomètres LIG doivent inclure toutes les informations pertinentes sur le thermomètre, y compris les détails du fabricant, du numéro de série, de la plage de mesure, du type, de l'intervalle d'échelle, du type d'immersion et de la profondeur, en plus des résultats de mesure.
- 6.6.3 La procédure d'étalonnage doit inclure une inspection visuelle du thermomètre pour détecter des défauts graves tels que des graduations manquantes, des colonnes cassées et des séparations dans le liquide thermométrique. [11]
- 6.6.4 La procédure d'étalonnage inclut la méthode de manipulation, de stockage et de transport des thermomètres LIG.
- 6.6.5 Un oculaire grossissant et une source lumineuse appropriée doivent être utilisés pour réduire les erreurs de parallaxe et augmenter la lisibilité. [11]
- 6.6.6 Il convient de noter que les étalonneurs à blocs peuvent ne pas convenir à l'étalonnage de thermomètres liquide en verre à immersion totale, car dans la plupart des cas, ils ne peuvent pas être immergés à la profondeur appropriée requise sur toute la plage de température.

6.7 **Étalonnage du thermomètre numérique**

- 6.7.1 L'étalonnage d'un thermomètre numérique peut inclure une simulation électrique. Cela est abordé séparément à la section 6.9 de ce document.
- 6.7.2 La procédure d'étalonnage des thermomètres numériques doit au minimum traiter :
- profondeur d'immersion ;
 - variation de température de la source thermique ;
 - la distribution temporelle et spatiale de la température de la source thermique ;
 - variation de température de la jonction froide (de référence) ;
 - interférences électromagnétiques ;
 - Inspection initiale (défauts évidents, contamination, etc.).

-
- 6.7.3 Typiquement, les thermomètres numériques portatifs utilisent soit des capteurs de température TC type K, RTD, Pt 100 ou thermistance. Par conséquent, la portée, la stabilité et la précision varieront entre tous ces types, et la prise en compte de ces différences sera prise en compte lors de l'estimation de l'UoM.
- 6.7.4 Lorsqu'un thermomètre numérique est étalonné avec une sonde de température, le thermomètre et la sonde doivent être identifiés de manière unique. Si la sonde est détachable ou interchangeable, le certificat doit inclure une clause de non-responsabilité indiquant que l'étalonnage n'est valide que lorsque le thermomètre numérique est utilisé avec la sonde de température spécifiée.
- 6.7.5 Les thermomètres numériques qui incluent un réglage « zéro » accessible de l'extérieur, doivent avoir la vis de réglage scellée avec un autocollant anti-manipulation, une fois l'étalonnage terminé.
- 6.8 Étalonnage du thermomètre à cadran mécanique**
- 6.8.1 Les thermomètres mécaniques à cadran peuvent être séparés en deux types distincts : ceux fonctionnant avec un système capillaire liquide rempli, et ceux incorporant une bande bimétallique ou une bobine hélicoïdale bimétallique.
- 6.8.2 Les thermomètres mécaniques à cadran sont généralement moins précis que d'autres types de thermomètres et sont généralement utilisés dans des applications industrielles, plutôt qu'en laboratoire.
- 6.8.3 Les effets mécaniques dus à la friction dans la transmission et à l'indication peuvent entraîner une différence de température montante et descendante (hystérésis), et cela doit être pris en compte lors de l'estimation de l'UoM. [12]
- 6.8.4 La procédure doit prendre en compte la profondeur d'immersion.
- 6.8.5 Dans les cas où le thermomètre est équipé d'un moyen externe d'ajustement pour compenser les variations de calibration, comme un cadran réglable ou un pointeur, cet ajustement doit être scellé avec un autocollant anti-manipulation après l'étalonnage.
- 6.9 Simulation électrique**
- 6.9.1 Le laboratoire doit disposer et appliquer des procédures pour l'étalonnage des indicateurs de température et des contrôleurs par simulation électrique. Les indicateurs de température et les contrôleurs sont des instruments qui convertissent un signal électrique en une lecture en unités de température. Les simulateurs de température et les calibrateurs sont également

généralement capables de produire un signal électrique équivalent au réglage de sortie en unités de température sur l'appareil.

- 6.9.2 Les procédures doivent traiter des interconnexions pour les besoins d'étalonnage de la norme et de l'UUT. Pour les dispositifs RTD, cela inclut des connexions à 2, 3 ou 4 fils. Pour les dispositifs TC, la procédure doit prendre en compte l'utilisation des fils compensateurs, y compris leur polarité, ainsi que l'utilisation des jonctions de référence. Le certificat d'étalonnage indiquera si l'étalonnage a été effectué avec des connexions à 2, 3 ou 4 fils.
- 6.9.3 Le laboratoire doit disposer de copies de tous les tableaux de référence pour tous les types de thermocouples, ainsi que des thermomètres à résistance qu'il est accrédité pour étalonner. [5] Le laboratoire devrait également disposer de nuances TC.
- 6.9.4 L'échelle de température utilisée pour exprimer les valeurs de température dans le certificat d'étalonnage doit être clairement indiquée. Sauf demande du client, l'Échelle Internationale de Température de 1990 (ITS-90) sera utilisée. [5]
- 6.9.5 Les tableaux de référence standard utilisés pour convertir les signaux électriques en valeurs de température, ainsi que leurs numéros de référence/identification, doivent être indiqués sur le certificat d'étalonnage. [5]
- 6.9.6 Pour les étalonneurs ou simulateurs capables de mesurer et simuler plusieurs types de capteurs de température, le certificat d'étalonnage doit clairement indiquer les types de capteurs et la plage couverte par l'étalonnage, ce qui a dû être convenu avec le client. [5]
- 6.9.7 Certains calibrateurs de température ou simulateurs disposent d'une fonction CJC sélectionnable, permettant d'activer ou désactiver le CJC, ou de le régler manuellement à une température telle que 0 °C ou ambiante. Ces instruments peuvent être calibrés selon l'une ou l'autre méthode. Le certificat d'étalonnage doit indiquer clairement si les résultats ont été obtenus avec le CJC activé, désactivé ou réglé manuellement. [5]
- 6.10 **Étalonnage CJC**
- 6.10.1 Le laboratoire doit avoir des procédures pour l'étalonnage du CJC lorsque celle-ci est effectuée séparément de la sortie TC ou de la fonction d'entrée de l'UUT.
- 6.10.2 La procédure doit prendre en compte que la température du CJC est mesurée, généralement avec un capteur relié à l'un des bornes, et donc la stabilité thermique de l'UUT est aussi critique que celle d'un point de glace pouvant être utilisé dans le cadre de l'étalonnage.
- 6.11 **Étalonnage du thermomètre à radiations**

6.1.1 Les procédures de laboratoire pour l'étalonnage des thermomètres de radiations doivent aborder :

- Émissivité spectrale,
- Alignement avec la cible,
- La taille de la source.

6.12 Évaluation isotherme – Stérilisateurs à vapeur (autoclaves)

6.12.1 L'étalonnage / l'évaluation des performances d'un stérilisateur à vapeur doit être réalisée conformément aux exigences convenues lors de la révision du contrat.

6.12.2 Les exigences pour l'étalonnage / évaluation d'un stérilisateur à vapeur peuvent être supplantées par des exigences réglementaires.

6.12.3 Une calibration/évaluation multipoint doit être réalisée (minimum de 3 points).

6.12.4 Il faut veiller à ce que le joint de pression du couvercle du stérilisateur à vapeur ne soit pas endommagé, si jamais il est nécessaire d'injecter des fils de capteur de température dans la chambre via le couvercle. Des enregistreurs de température individuels peuvent être utilisés à la place des capteurs de température conventionnels (TC ou RTD) pour résoudre le problème d'accès à la chambre.

6.12.5 Puisque l'évaluation des stérilisateurs à vapeur se fait sur le temps écoulé, le laboratoire doit disposer et maintenir une norme de temps appropriée pour calibrer le minuteur du stérilisateur à vapeur. De même, un manomètre calibré avec collecteur et pompe à pression peut être utilisé pour l'étalonnage du manomètre du stérilisateur à vapeur.

6.12.6 Un laboratoire de température peut demander une accréditation limitée par intervalle de temps et pression pour l'étalonnage uniquement des stérilisateurs à vapeur. Cette accréditation ne peut être utilisée à aucune autre fin. Le certificat d'étalonnage doit inclure une exclusion si le dispositif d'indication de pression ou le minuteur n'ont pas été inclus dans l'étalonnage / évaluation.

6.12.7 Le certificat / rapport doit inclure une clause de non-responsabilité indiquant que l'étalonnage / l'évaluation ne couvre pas l'inspection du stérilisateur à vapeur en tant que réservoir sous pression qui peut être requise par la législation.

6.12.8 Le certificat d'étalonnage doit indiquer si l'étalonnage / l'évaluation a été réalisé avec ou sans charge.

6.13 Évaluation isotherme - Stérilisateurs

6.13.1 L'évaluation des stérilisateurs non pressurisés est réalisée uniquement par la cartographie de température.

6.14 Évaluation de la Chambre environnementale

6.14.1 L'étalonnage des chambres environnementales nécessite les mesures suivantes :

- Variations de l'espace pour la température et le pourcentage d'humidité relative
- Variations de temps pour la température et % d'humidité relative

6.14.2 Il est recommandé que l'humidité soit mesurée au même endroit de la chambre où la température est mesurée. Appliquer des calculs d'humidité à l'humidité mesurée au centre de la chambre, sur la base des mesures de température spatiale, peut fournir des valeurs spatiales d'humidité incorrectes.

6.15 Installations de température

6.15.1 Les laboratoires effectuant l'étalonnage des indicateurs de température, des contrôleurs et enregistreurs à l'exception des sondes de température doivent être accrédités pour la simulation électrique.

6.15.2 L'étalonnage peut inclure une cartographie de température pour de grands volumes.

6.16 Étalonnage du moniteur de contrainte thermique

6.16.1 Les exigences pour l'étalonnage des moniteurs de contraintes thermiques, également appelés moniteurs WBGT, sont abordées dans le document SANAS TR46 « Étalonnage des moniteurs de contraintes thermiques ». [14]

6.17 Étalonnage par enregistreur de température

6.17.1 Les laboratoires effectuant l'étalonnage des enregistreurs de température tels que les thermohygrographes ou les enregistreurs de données doivent être équipés d'une chambre adaptée.

6.18 Étalonnage de la plaque chauffante

6.18.1 Le laboratoire doit disposer de thermomètres de température de surface de référence appropriés pour effectuer ces calibrations.

6.18.2 Le laboratoire doit disposer de procédures décrivant comment la pointe de mesure thermocouple doit entrer en contact avec la surface de mesure de la plaque chauffante, ainsi que le temps de tassement applicable nécessaire pour produire des mesures répétables.

6.19 Étalonnage du bloc de température

6.19.1 L'étalonnage d'un étalonnage à blocs de température inclut une évaluation des performances du calibrateur.

6.19.2 La procédure d'étalonnage doit donc couvrir au minimum les mesures suivantes :

- Une évaluation de la zone d'homogénéité, dans le forage central ou un forage marqué spécifiquement identifié ;
- La plus grande différence de température entre les forages à une température spécifiée ;
- Stabilité sur une période de 30 minutes, après que la stabilité a été atteinte ;
- Calibration selon la température indiquée à un minimum de 3 températures différentes, réparties uniformément sur toute la plage de températures à l'exclusion de l'ambiance. Si l'une des températures souhaitées est proche de la température ambiante, la température doit être augmentée ou diminuée d'environ 20°C par rapport à l'ambiance. [9]

6.19.3 Si aucune des mesures ci-dessus n'a pas été effectuée, cela doit être spécifié sur le certificat d'étalonnage.

6.19.4 De plus, la procédure d'étalonnage doit prendre en compte :

- Le diamètre extérieur du thermomètre utilisé pour effectuer l'étalonnage par rapport au diamètre intérieur de l'alésage ou de la bague ;
- La durée minimale d'immersion ;
- L'utilisation de matériaux isolants sur le dessus du bloc ;
- L'emplacement du thermomètre dans la zone d'homogénéité lors de l'étalonnage ;
- Conduction thermique lorsqu'on utilise un thermomètre standard de diamètre ≥ 6 mm. [9]

6.20 Préparation et évaluation des bains liquides

La préparation et l'évaluation des bains liquides doivent être effectuées conformément à [16].

6.21 Étalonnage sur site

6.21.1 Les laboratoires souhaitant être accrédités pour le travail sur site doivent avoir des procédures décrivant comment l'équipement, y compris les standards, doit être transporté, comment les standards de mesure sont validés (vérifications intermédiaires effectuées) afin d'assurer l'intégrité et la précision continues des standards de mesure.

7 RÉFÉRENCES

- [1] Éclairage au travail, téléchargement gratuit, version web de HSB38, 2e édition publiée en 1997, ISBN 978 0 7176 1232-1
- [2] ISO 45001:2018 Systèmes de gestion de la santé et de la sécurité au travail - Exigences avec directives d'utilisation

-
- [3] ISO/IEC 17025:2017 Exigences générales pour la compétence des laboratoires d'essais et d'étalonnage
 - [4] ASTM E 344-00 Terminologie relative à la thermométrie et à l'hygrométrie.
 - [5] EURAMET cg-11 Étalonnage des indicateurs de température et simulateurs par simulation et mesure électriques Version 2.0 (03/2011)
 - [6] IEC-584-1 Thermocouples de la Commission électrotechnique internationale – Tableau de référence de la Partie 1
 - [7] IEC-584-2 Thermocouples de la Commission Électrotechnique Internationale – Partie 2 Tolérances
 - [8] EURAMET cg-08 Étalonnage des thermocouples. Version 2.1 (10/2011)
 - [9] EURAMET cg-13 Étalonnage des étalonnages à blocs de température Version 2.0 (03/2011)
 - [10] OIML R133 Thermomètres liquides en verre de l'Organisation internationale de métrologie juridique, éd. 2002(E)
 - [11] Guide technique AS TG 3 IANZ : Procédures d'étalonnage des thermomètres de fonctionnement, mars 2002. ISBN : 0908611 587
 - [12] WIKA – Manuel de mesure de la pression et de la température, 1995
 - [13] Guide ISO/IEC 99 (JCGM 200:2012), Vocabulaire international de métrologie — concepts de base et généraux et termes associés (VIM), publié par BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP et OIML.
 - [14] ISO 7243 : 2017 Ergonomie de l'environnement thermique — Évaluation du stress thermique à l'aide de l'indice WBGT (température du globe d'ampoule humide)
 - [15] Guide de la réalisation de l'ITS-90 : Thermométrie des radiations
 - [16] ASTM E2488-09(2014) Guide standard pour la préparation et l'évaluation des bains liquides utilisés pour l'étalonnage de la température par comparaison.

ANNEXE A : EXEMPLE DE CALENDRIER D'ACCREDITATION

CALENDRIER D'ACCREDITATION

MÉTROLOGIE DE LA TEMPÉRATURE

Numéro d'accréditation du laboratoire : CAL-14 00x

Adresse permanente du laboratoire : Adresse postale : Tel : ... Cellule : ... Fax : ... Email : ...		Signataires techniques : ... Représentant nommé : ... N° de descendance : ... Date de délivrance : ... Date d'expiration : ...		
POINT	QUANTITÉ OU TYPE MESURÉ DE JAUGE OU D'INSTRUMENT	MÉTHODE	PLAGE DE QUANTITÉ MESURÉE	CAPACITÉ D'ÉTALONNAGE ET DE MESURE EXPRIMÉE SOUS FORME D'INCERTITUDE (±)
				Au CAB et sur site
1	Thermocouples : Noble Metal Métal de base Responsable de la rémunération et de l'extension	Interne : par <i>exemple P- NMI-XYZ</i> Référence : par exemple <i>EURAMET cg- 08</i> En interne : Référence	0 °C à 70 °C 70°C à 650°C 650 °C à 1820 °C -50 °C à 0 °C 0°C à 70°C 70°C à 150°C 150 °C à 650 °C 650 °C à 1370 °C 0 °C à 70 °C	0,3 °C 2,0 °C 4,0 °C 1,0 °C 0,2 °C 1,0 °C 2,5 °C 4,0 °C 0,3 °C

	Sondes de température de surface	En interne : Référence	50 °C à 150 °C 150 °C à 350 °C	1,5 °C 5,0 °C	
				Au CAB	
2	Référence du Point de glace	En interne : Référence	0,0 °C	0,1 °C	
3	Cellule à triple point d'eau	En interne : Référence	0,01 °C	0 001 °C	
4	Thermomètres à résistance au platine	En interne : Référence	-60 °C à 180 °C 180 °C à 650 °C 650 °C à 850 °C	0,3 °C 0,6 °C 1,5 °C	
				Au CAB	Sur place
5	Thermomètres Liquide dans verre	En interne : Référence :	-20 °C à 50 °C 50 °C à 180 °C 180 °C à 450 °C	0,2 °C 0,6 °C 1,5 °C	0,5 °C 1,0 °C 2,0 °C
	Thermomètres numériques		-40 °C à 200 °C 200 °C à 800 °C	0,2 °C 0,6 °C	0,5 °C 1,0 °C
	Thermomètres mécaniques (à cadran)		-50 °C à 50 °C 50 °C à 200 °C 200 °C à 500 °C	1,5 °C 2,5 °C 5,0 °C	2,0 °C 3,0 °C 6,0 °C

Date d'accréditation initiale : ...

Page 1 sur 2

Page 1 sur 1

La CMC, exprimée comme une incertitude élargie de mesure, est exprimée comme l'incertitude standard de mesure multipliée par un facteur de couverture $k = 2$, correspondant à un niveau de confiance d'environ 95 %.

ANNEXE B - DOSSIER DE MODIFICATION

Statut de la révision	Changement			Approuvé par	Date d'entrée en vigueur
	Page	Clause / Sous-clause	Description du changement		
Numéro 1	-	-	-	PDG	2022-03-29