

# **GUIDE TECHNIQUE D'ACCREDITATION**

## **METROLOGIE DES MASSES**

**LAB GTA 22**

**Révision 02**

LA VERSION ELECTRONIQUE FAIT FOI



Section LABORATOIRES

# SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>OBJET DU GUIDE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCES, DEFINITIONS .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOMAINE D'APPLICATION.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>MODALITES D'APPLICATION.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>SYNTHESE DES MODIFICATIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>EXPRESSION DE LA PORTEE D'ACCREDITATION .....</b>	<b>6</b>
6.1	PRESENTATION GENERALE DE LA PORTEE .....	6
6.2	DESCRIPTION DES METHODES D'ETALONNAGE .....	8
6.3	DEGRADATION DES INCERTITUDES DE MESURE DE LA PORTEE D'ACCREDITATION.....	8
<b>7</b>	<b>CARACTERISATION DES MOYENS D'ETALONNAGE.....</b>	<b>10</b>
7.1	MASSES ETALONS.....	10
7.2	COMPARATEURS.....	11
7.3	INSTRUMENTS DE MESURE DES FACTEURS D'INFLUENCE .....	11
<b>8</b>	<b>EVALUATION DES INCERTITUDES .....</b>	<b>12</b>
8.1	DETERMINATION DES INCERTITUDES .....	12
8.2	PRESENTATION DU BILAN DES INCERTITUDES.....	14
<b>9</b>	<b>PRESENTATION DES RAPPORTS SUR LES RESULTATS .....</b>	<b>15</b>
9.1	MENTIONS DU CERTIFICAT D'ETALONNAGE.....	15
9.2	CONSTAT DE VERIFICATION.....	15
9.2.1	<i>Modalités d'émission d'un constat de vérification d'une masse.....</i>	<i>15</i>
9.2.2	<i>- Mentions du constat de vérification .....</i>	<i>16</i>
<b>10</b>	<b>PARTICIPATION AUX COMPARAISONS INTERLABORATOIRES .....</b>	<b>16</b>

## 1 OBJET DU GUIDE

La norme NF EN ISO/CEI 17025 définit les exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'analyses, d'essais et d'étalonnages.

En ligne avec l'annexe B de la norme NF EN ISO/CEI 17025, le présent Guide Technique d'Accréditation (GTA) présente un état des lieux des bonnes pratiques dans le domaine de l'étalonnage de masses et établit des recommandations résultant de l'application de la norme d'accréditation pour le domaine considéré, pour les items suivants :

Chapitres du référentiel NF EN ISO/CEI 17025	Chapitres du présent guide LAB GTA 22
§5.4	§6.2
§5.5	§7
§5.4.6	§8
§5.10	§9
§5.9	§10

Ce guide ne se substitue pas aux exigences et/ou normes applicables au sein du laboratoire. Les recommandations qu'il contient et que le laboratoire est libre d'appliquer sont celles reconnues comme étant les plus appropriées par le Cofrac pour répondre aux exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 et au document d'application LAB Ref 02. Dans tous les cas, il appartient au laboratoire de démontrer que les dispositions qu'il prend permettent de satisfaire pleinement aux exigences de la norme citée supra.

## 2 REFERENCES, DEFINITIONS

Le présent document s'appuie et se réfère aux textes suivants :

### Textes normatifs

- NF EN ISO/CEI 17025: « Exigences générales concernant
- la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essai »,
- GUM (JCGM 100) « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure » ;
- V.I.M (JCGM 200) « Vocabulaire International de Métrologie Concepts fondamentaux et généraux et termes associés » ;

### Textes à caractère réglementaire

- Recommandation OIML R111 (édition 2004) « Poids des classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3 » Partie 1 : Exigences métrologiques et techniques et Partie 2 : Format du rapport d'essai,
- Décret n°75-312 du 9 avril 1975 réglementant la catégorie d'instruments de mesure : mesures de masse,
- Arrêté du 20 décembre 1994 relatif au contrôle des poids en service utilisés avec des instruments de pesage à fonctionnement non automatique,
- Décision n°10.00.600.001.1 du 28 juin 2010 relative aux « masses-étalons et poids-étalons ».

Textes publiés par le Cofrac et EA (European co-operation for Accreditation)

- LAB REF 02: « Exigences pour l'accréditation des laboratoires suivant la norme NF EN ISO/CEI 17025 »
- LAB REF 08: « Expression et évaluation des portées d'accréditation »
- GEN REF 11: « Règles générales d'utilisation de la marque Cofrac »
- EA-4/02 « Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration »,

Définitions

- Etalonnage : opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir une relation permettant d'obtenir un résultat de mesure à partir d'une indication.
- Etalon : réalisation de la définition d'une grandeur donnée avec une valeur déterminée et une incertitude de mesure associée, utilisée comme référence.
- Etalon de référence : étalon conçu pour l'étalonnage d'autres étalons de grandeurs de même nature dans une organisation donnée ou en un lieu donné.
- Etalon de travail : étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des instruments de mesure ou des systèmes de mesure.
- Incertitude de mesure : paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées.
- Mesurande : grandeur que l'on veut mesurer.
- Système international de grandeurs : système de grandeurs fondé sur les sept grandeurs de base : longueur, masse, temps, courant électrique, température thermodynamique, quantité de matière, intensité lumineuse.
- Traçabilité métrologique : propriété d'un résultat de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages dont chacun contribue à l'incertitude de mesure.

Sites internet informatifs

- Cofrac : [www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)
- European co-operation for Accreditation (EA) : [www.european-accreditation.org](http://www.european-accreditation.org)
- Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) : [www.bipm.org](http://www.bipm.org)
- Organisation Mondiale de Métrologie Légale (OIML) : [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

### 3 DOMAINE D'APPLICATION

Le présent guide technique s'adresse :

- aux laboratoires accrédités ou candidats à une accréditation dans le domaine de l'étalonnage d'étalons matérialisés de masse et de poids ;
- aux laboratoires accrédités ou candidats à l'accréditation pour des essais ou étalonnages reposant sur l'usage de masses ou poids, et qui réalisent leurs propres étalonnages ;
- aux évaluateurs techniques du Cofrac, à l'usage desquels il constitue en outre une base d'harmonisation ;
- aux membres des instances du Cofrac (Comité de section, Commission d'Accréditation Physique - Mécanique) ;
- aux membres de la structure permanente du Cofrac.

### 4 MODALITES D'APPLICATION

Le présent document est applicable à compter du **15 juillet 2017**.

### 5 SYNTHÈSE DES MODIFICATIONS

Ce document annule et remplace la révision 01 précédente.

Les modifications apportées sont indiquées par une marque de révision en marge gauche du document.

Ces modifications concernent la reformulation de l'expression des portées d'accréditation, telles que définies dans le document LAB REF 08 révision 04. Elles touchent uniquement la forme des dénominations des portées d'accréditation et ne modifient pas le champ de compétence revendiqué.

## 6 EXPRESSION DE LA PORTEE D'ACCREDITATION

La portée d'accréditation est la transcription des meilleures possibilités d'étalonnage revendiquées par le laboratoire et pour lesquelles ce dernier demande l'accréditation.

Les règles pour l'expression de la portée valent également pour les laboratoires réalisant en interne le raccordement au SI de leurs mesures de masse, sans revendiquer une accréditation pour ces opérations. Dans ce cas, les certificats d'étalonnage émis ne peuvent pas porter de logotype Cofrac, conformément aux règles du document GEN REF 11.

### 6.1 Présentation générale de la portée

La portée correspond aux meilleures possibilités d'étalonnage réalisables par le laboratoire à partir de ses étalons de travail.

Les étalons de travail sont raccordés au SI à partir des étalons de référence du laboratoire dûment raccordés. La preuve de raccordement est matérialisée par un certificat d'étalonnage émis en interne (voir aussi §7.1). En parallèle de la portée d'accréditation, les meilleures possibilités d'étalonnage des étalons de travail à partir des étalons de référence doivent également être documentées.

La portée est exprimée suivant les principes énoncés dans le document LAB REF 08. Elle repose sur les éléments suivants :

- type d'objet soumis à l'étalonnage ;
- grandeur physique mesurée ou mesurande ;
- étendue de mesure ;
- meilleure incertitude élargie (avec  $k=2$ ) ;
- méthode d'étalonnage ou référence à la méthode ;
- moyens utilisés ;
- lieu de réalisation de l'étalonnage

Cf. exemple tableau A.

En fonction de la flexibilité attendue de la portée, certaines des informations citées ci-dessus peuvent ne pas être précisées.

Cf. exemple tableau B.

Dans le cas d'une telle portée d'accréditation, le laboratoire doit tenir à jour en parallèle la liste de ses possibilités d'étalonnage détaillées, comme exprimé au tableau A. Une telle liste est aussi attendue des laboratoires non candidats à l'accréditation en métrologie des masses, mais réalisant le raccordement au SI de leurs masses en interne.

**Tableau A : exemple de portée FIXE**

**DOMAINE : MASSE ET VOLUME / SOUS DOMAINE : MASSE / FAMILLE : MASSE ETALON**

Objet soumis à étalonnage	Mesurande	Etendue de mesure	Meilleure incertitude élargie (k=2)	Principe de mesure / Référence de la méthode	Moyens d'étalonnage (Équipements, étalons)	Prestation en laboratoire (L) et/ou sur site (S)
Masse Poids	Masse conventionnelle	1 g ■	5 µg	5 comparaisons par double substitution EMME	Etalons de travail du laboratoire Balance de portée 50 g et résolution 1 µg	L
		5 g ■	11 µg			
		10 g ■	9 µg			
		50 g ■	21 µg	Méthode interne XX		

■ Valeur ponctuelle

*Portée FIXE : Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les méthodes décrites en respectant strictement les méthodes mentionnées dans la portée d'accréditation. Les modifications techniques du mode opératoire ne sont pas autorisées.*

CONDITIONS PARTICULIERES :

- Ces incertitudes sont valables sur la masse conventionnelle si la masse volumique de la masse à étalonner est comprise entre 6 000 kg.m<sup>-3</sup> et 10 000 kg.m<sup>-3</sup> et que la masse volumique de l'air ne s'écarte pas de plus de 5 % autour de 1,2 kg.m<sup>-3</sup>.
- Pour les masses ayant une valeur nominale intermédiaire aux valeurs citées dans le tableau, l'incertitude est celle de la masse immédiatement supérieure.

**Tableau B : exemple de portée flexible FLEX 3 (portée générale)**

**DOMAINE : MASSE ET VOLUME / SOUS DOMAINE : MASSE / FAMILLE : MASSE ETALON**

Matériaux, Produits, Type d'activité	Caractéristique mesurée ou recherchée	Principe de mesure, propriété mesurée	Méthode d'étalonnage (norme, méthode développée par le laboratoire, méthode publiée)
Etalonnage d'une masse étalon ou d'un poids étalon de 1 mg à 5 t	Masse conventionnelle	Comparaison à un étalon de masse	Méthodes développées par le laboratoire

*Portée flexible FLEX3 : Le laboratoire est reconnu compétent, dans le domaine couvert par la portée générale, pour adopter toute méthode reconnue et pour développer ou mettre en œuvre toute autre méthode dont il aura assuré la validation.*

## 6.2 Description des méthodes d'étalonnage

La méthode d'étalonnage (comparaison d'une masse M à un étalon E par double substitution du type Borda) doit être explicitée.

Le schéma de substitution préconisé est EMME ou MEEM. Pour les masses de valeur nominale supérieure ou égale à 100 kg, un autre schéma de substitution pourra être utilisé après justification.

L'ensemble des pesées mises en œuvre dans le schéma de substitution, permettant d'obtenir une valeur de l'écart de la masse et de l'étalon, constitue une « **détermination** » ( $x_i$ ).

La répétition  $n$  fois du schéma de substitution permet d'obtenir  $n$  déterminations.

Le résultat de l'étalonnage est alors donné par la moyenne de ces  $n$  déterminations :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$$

En préalable à l'étalonnage, le laboratoire procède à l'identification des masses à étalonner, ou à défaut sur le boîtier de la masse concernée.

## 6.3 Dégradation des incertitudes de mesure de la portée d'accréditation

Les incertitudes mentionnées dans les portées d'accréditation ne tiennent pas compte des caractéristiques métrologiques des masses à étalonner.

Lorsque les meilleures possibilités d'étalonnage ne peuvent être tenues, par exemple du fait de l'incertitude induite par l'objet à étalonner, le laboratoire « dégrade » ces meilleures incertitudes. Cette pratique n'est pas considérée comme une modification de la méthode.

La procédure technique utilisée pour la dégradation des incertitudes doit être documentée dans le système qualité du laboratoire.

En l'absence de détermination des caractéristiques métrologiques des masses, les incertitudes d'étalonnage sont dégradées en se basant sur les caractéristiques physiques et le marquage des masses définis par la recommandation R111 (édition 2004) de l'OIML. Il est recommandé de donner une incertitude d'étalonnage élargie qui ne soit pas supérieure au tiers de l'erreur maximale tolérée (EMT) de cette masse.

Pour les masses supérieures à 50 kg, on peut également se référer à la décision n° 10.00.600.001.1 du 28 juin 2010 relative aux « Masses-étalons et poids-étalons ».

Le laboratoire précise pour chaque classe de chaque texte de référence retenu, l'incertitude qu'il délivre en fonction de ses moyens, méthodes et caractéristiques à mesurer.

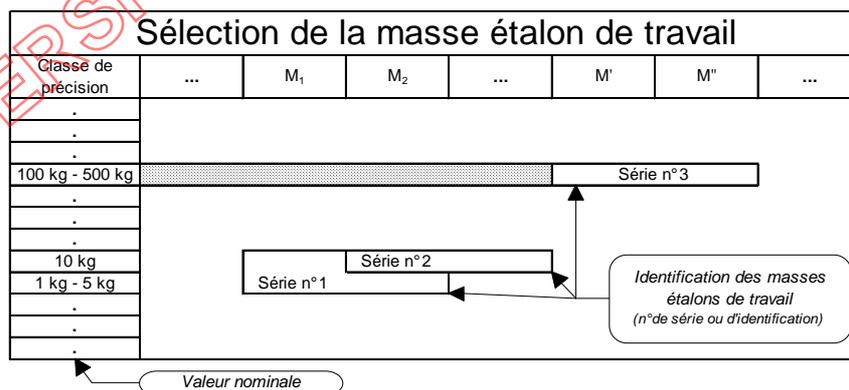
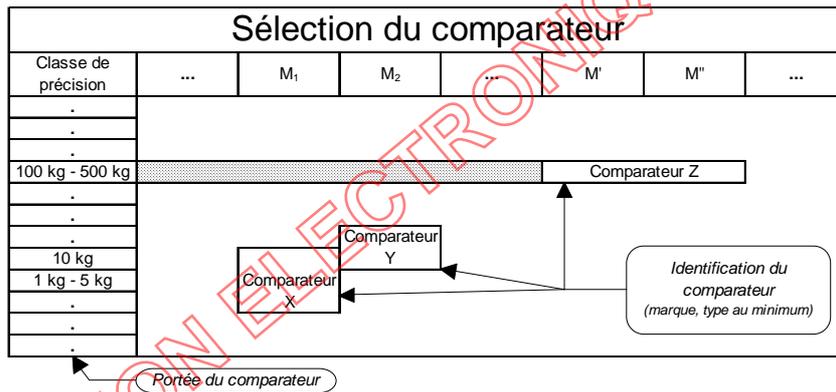
Ces incertitudes peuvent être présentées sous la forme d'un tableau de synthèse, comme dans l'exemple suivant :

Incertitude d'étalonnage élargie U (k = 2)							
MASSE	...	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	...	M'	M''	...
.							
.							
.							
500 kg					x g	x g	
200 kg					x g	x g	
100 kg					x g	x g	
.							
.							
.							
10 kg		x mg	x mg				
5 kg		x mg	x mg				
2 kg		x mg	x mg				
1 kg		x mg	x mg				
.							
.							
.							

Tableau C : Modèle de présentation de l'incertitude d'étalonnage

Les valeurs des incertitudes résultent d'un calcul prenant en compte, pour chaque classe de chaque texte de référence :

- les comparateurs et les masses étalons utilisées (cf. tableaux D et E)
- le type et le nombre de comparaisons que le laboratoire effectue (cf. tableau F).



Tableaux D et E : Modèles de sélection de moyens

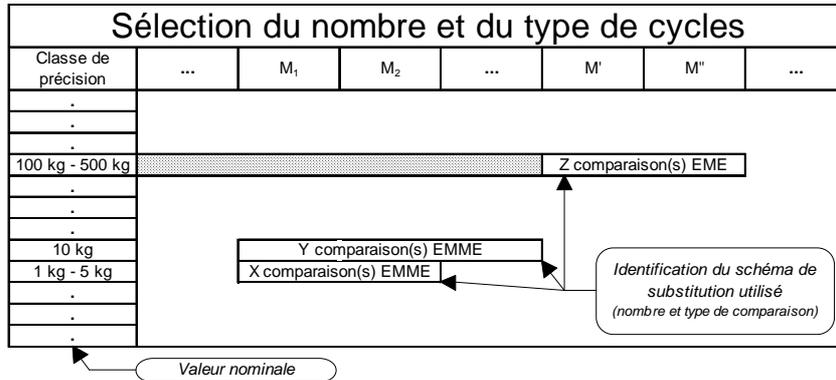


Tableau F : Modèle de sélection de la méthode

## 7 CARACTERISATION DES MOYENS D'ETALONNAGE

Il convient que le laboratoire établisse et tienne à jour une liste de tous ses moyens d'étalonnage ainsi qu'un état récapitulatif des raccordements des étalons, par exemple sous la forme du tableau G ci-dessous.

Désignation - Constructeur	Type et N° de série de l'étalon	Périodicité de raccordement	Date de l'avant dernier raccordement	Date du dernier raccordement	Numéro du certificat	Interne ou externe (+Nom de l'organisme ayant effectué l'étalonnage)

Date d'enregistrement

Tableau G : Exemple de tableau de raccordements internes/externes

Un dossier technique est établi pour chaque moyen d'étalonnage, et comporte notamment les informations suivantes :

- Identification
- Caractéristiques physiques et métrologiques
- Suivi (de préférence graphique) des résultats d'étalonnage et des comparaisons internes / externes
- Interventions effectuées sur les étalons (nettoyage, ajustage ...)
- Conditions de conservation et d'utilisation

### 7.1 Masses étalons

Le laboratoire d'étalonnage distingue les **masses de référence** des **masses de travail**.

Pour chacune des valeurs nominales de masse données dans la portée d'accréditation et jusqu'à 1000 kg, le laboratoire d'étalonnage dispose d'un étalon de référence et d'au moins un étalon de travail.

Pour les laboratoires d'étalonnage, les étalons de référence ont pour vocation de n'être utilisés que dans le laboratoire et exclusivement pour raccorder les étalons de travail mis en oeuvre dans le cadre de l'accréditation.

D'une manière générale, la portée d'accréditation mentionne uniquement les prestations que le laboratoire est susceptible de réaliser pour ses clients, c'est à dire les étalonnages réalisés en utilisant les étalons de travail.

Les certificats d'étalonnage émis dans le cadre de raccordements internes entre étalons de travail et étalons de référence ne peuvent alors porter le logotype Cofrac.

Le raccordement de ces étalons de travail au Système International d'unités est assuré par le certificat d'étalonnage émis en interne (cf politique « traçabilité du mesurage » définie dans le document Cofrac LAB Réf 02).

Il convient également que les masses de travail du laboratoire ne soient pas utilisées à l'extérieur du laboratoire.

Si le laboratoire utilise les masses étalons pour des étalonnages en dehors du cadre de l'accréditation, il doit le documenter et veiller à prendre des précautions identiques à celles définies dans le cadre de l'accréditation.

Si le laboratoire utilise des masses autres que les masses de travail, il convient que ces masses soient étalonnées avec les étalons de travail, c'est-à-dire que ces masses ne fassent pas l'objet d'un certificat d'étalonnage avec des incertitudes meilleures que celles figurant dans la portée d'accréditation (voir chapitre 8.1).

Chaque étalon est identifié distinctement (forme, repère, marquage) ou fait l'objet d'une méthode documentée permettant de le distinguer (notamment des masses clients).

Lorsque les étalons sont ajustés, les valeurs d'étalonnage avant et après ajustage sont enregistrées.

## **7.2 Comparateurs**

Chaque comparateur de masse fait l'objet d'une qualification initiale et de requalifications périodiques.

Les performances métrologiques du comparateur de masse sont caractérisées à l'aide d'un suivi de préférence graphique.

Les comparateurs sont utilisés à l'intérieur du laboratoire. Si le laboratoire les utilise pour des étalonnages en dehors du cadre de l'accréditation, il doit le documenter et veiller à prendre des précautions identiques à celles définies dans le cadre de l'accréditation.

## **7.3 Instruments de mesure des facteurs d'influence**

L'étalonnage du poids s'effectue dans des conditions environnementales stabilisées en température, pression et hygrométrie. Les informations relatives aux instruments de mesure des conditions ambiantes sont documentées (cf. tableau G).

Le laboratoire assure également le suivi des performances métrologiques de tout moyen utilisé pour caractériser les masses étalons (susceptibilité magnétique, par exemple).

## 8 EVALUATION DES INCERTITUDES

Cette aide à l'évaluation des incertitudes découle de l'application du "Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure"

### 8.1 Détermination des incertitudes

Lors de la détermination des incertitudes élémentaires, il convient d'évaluer tous les paramètres pouvant avoir une influence sur les performances métrologiques. Les principales causes d'incertitude sont précisées ci-après (il est évident qu'en fonction des technologies mises en œuvre, d'autres causes peuvent apparaître : les perturbations électromagnétiques par exemple) :

#### a) La composante d'incertitude liée à la répétabilité du processus d'étalonnage : $u_{w1}$ .

L'ensemble des pesées mises en œuvre dans une substitution, permettant d'obtenir une valeur de la masse, constitue une "détermination" ( $x_i$ ).

La répétition  $n$  fois du schéma de substitution permet d'obtenir  $n$  déterminations.

Le résultat de l'étalonnage est alors donné par la moyenne de ces  $n$  déterminations :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i$$

Le procédé de mesure est caractérisé par l'estimation  $u_x$  de la répétabilité d'une détermination  $x_i$ .

Cette estimation  $u_x$  est obtenue à partir de  $p$  déterminations par l'expression suivante :

$$u_x = s_x = \sqrt{\frac{\sum_i (x_i - \frac{1}{p} \sum_i x_i)^2}{p-1}}$$

Pour la moyenne,  $u_{w1} = u_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}}$

Lors de la qualification du comparateur, la répétabilité du processus d'étalonnage est déterminée pour toutes les masses étalonnées sur ce comparateur.

Cette composante est déterminée avec une périodicité recommandée de six mois (pour les laboratoires d'étalonnage).

Pour chaque comparateur, on pourra définir des domaines dans lesquels la répétabilité peut être considérée comme constante et choisir une masse représentative par domaine. Une bonne pratique consiste à déterminer cette composante lors des raccordements internes des masses de travail.

La répétabilité du processus d'étalonnage fait l'objet d'un suivi (de préférence graphique). Le laboratoire a également la possibilité de mettre en place une méthode de contrôle statistique continu (cartes de contrôle).

L'incertitude-type prise en compte pour le calcul de l'incertitude de la portée d'accréditation tient compte de l'ensemble des valeurs de répétabilité obtenues et la méthode employée est explicitée dans la documentation technique.

**b) La composante d'incertitude liée à la reproductibilité du processus d'étalonnage :  $u_{w2}$  ;**

Cette composante est caractérisée par la dispersion des résultats de mesurage du même mesurande en faisant varier les conditions de mesure (conditions environnementales, instrument de mesure, opérateur, principe de mesure ...).

Cette composante est particulièrement importante lors de l'utilisation des comparateurs à chargeur automatique de masse. La dépose initiale des étalons sur le chargeur peut être la source de défauts de reproductibilité qui ne sont pas pris en compte lors de l'évaluation de la répétabilité du processus de comparaison. L'influence de cette dépose sur les résultats des comparaisons doit être évaluée.

Souvent cette composante est difficilement dissociable de l'évaluation de la composante liée à la répétabilité du processus d'étalonnage.

**c) La composante d'incertitude liée au pas de quantification du comparateur de masse :  $u_d$  ;**

Pour les indicateurs à aiguille, le pas de quantification correspond à la plus petite subdivision entre deux repères consécutifs de l'échelle (échelon réel), notée  $d$ . Il convient de considérer que l'incertitude type liée au pas de quantification sera prise égale à  $\frac{d}{2}$ .

Pour les indicateurs numériques, le pas de quantification est égal à la valeur  $d$  d'incrément de l'affichage.

On considère que la distribution des valeurs comprises entre  $(N-1).d$  et  $(N+1).d$  peut être approximée par un triangle isocèle de base  $2d$  et de hauteur  $\frac{1}{d}$ . La variance d'une telle distribution est égale à

$$\frac{d^2}{6}.$$

La composante d'incertitude-type sur une pesée due au pas de quantification du comparateur est donc égale à :  $u = \frac{d}{\sqrt{6}}$ .

La comparaison de deux masses fait toujours intervenir le pas de quantification deux fois, une fois lors de la pesée de la masse  $M$  et une autre fois lors de la pesée de l'étalon  $E$ . Dans ces conditions, la composante d'incertitude-type sur le résultat de la comparaison de deux masses, due au pas de quantification du comparateur, est égale à :

$$u_d = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

La répétition des comparaisons ne permet pas de réduire cette composante d'incertitude : si l'on effectue  $n$  comparaisons, l'incertitude reste égale à  $\frac{d}{\sqrt{3}}$ .

**d) La composante d'incertitude relative à l'étalonnage des masses étalons :  $u(m_r)$  ;**

L'incertitude d'étalonnage élargie des masses étalons est égale à l'incertitude d'étalonnage type multiplié par le facteur d'élargissement  $k$ , généralement pris égal à 2.

L'incertitude d'étalonnage élargie de la masse de travail est donnée par un certificat d'étalonnage émis par le laboratoire sans logo Cofrac. Cette incertitude est établie conformément au tableau H - §8.2 (celui des masses de travail).

**e) La composante d'incertitude liée à la pérennité des masses étalons :  $u_{inst}$  ;**

Le laboratoire met en place un suivi des masses de référence et de travail. Ce suivi, présenté de préférence sous forme graphique, fait apparaître la valeur des masses et l'incertitude-type. Si ce suivi ne met pas en évidence de variation significative des masses, leur incertitude-type de pérennité sera égale à l'incertitude-type d'étalonnage. Dans le cas contraire, l'incertitude-type de pérennité est évaluée à partir de ce suivi.

Dans l'attente de disposer d'historique suffisant, l'incertitude de pérennité des masses de référence et de travail sera égale à l'incertitude-type d'étalonnage. Dans tous les cas, il convient de considérer que l'incertitude de pérennité d'une masse ne peut pas être inférieure à son incertitude d'étalonnage.

**f) La composante d'incertitude liée à la correction de la poussée de l'air :  $u_b$  ;**

Les masses sont soumises à une force proportionnelle à la masse volumique de l'air qui est fonction de la température, la pression et l'humidité de l'air ambiant.

Les étalonnages sont effectués en masse conventionnelle.

Le laboratoire évalue la composante d'incertitude liée à la correction de la poussée de l'air.

Dans le cas où :

- le laboratoire effectue la correction de poussée de l'air : il mesure ou évalue les paramètres suivants, température, pression, humidité de l'air, masse volumique de l'étalon et de la masse étalonnée..., estime leurs incertitudes et en déduit l'incertitude sur les corrections effectuées,
- le laboratoire n'effectue pas la correction de poussée de l'air : pour les étalonnages en masse conventionnelle, le laboratoire détermine les limites dans lesquelles se trouve la masse volumique de l'air, d'une part, et les masses volumiques des masses (masses de référence, masses de travail et masses à étalonner) d'autre part, compte tenu des incertitudes demandées.

**g) autres composantes d'incertitude (le cas échéant) liées à l'environnement (dénivellement, poussières, vibration, température ...).**

**8.2 Présentation du bilan des incertitudes**

Les incertitudes-types définies précédemment permettent d'établir le tableau récapitulatif suivant, d'une part pour les masses de travail, d'autre part pour les masses clients :

Masse nominale	Incertitude-type de répétabilité du processus d'étalonnage, $u_{w1}$	Incertitude-type de reproductibilité du processus d'étalonnage $u_{w2}$	Incertitude-type due au pas de quantification $u_d$	Incertitude-type d'étalonnage de l'étalon $u(m_r)$	Incertitude-type de pérennité de l'étalon $u_{inst}$	Incertitude-type due à la correction de poussée de l'air $u_b$	Incertitude-type composée $u_c$

Tableau H: tableau récapitulatif des composantes d'incertitude

Les causes d'incertitude étant supposées indépendantes, l'incertitude-type composée s'obtient en effectuant la somme quadratique des incertitudes-type :

$$u_c = \sqrt{\sum_i u_i^2}$$

L'incertitude élargie est obtenue en multipliant l'incertitude-type composée par le facteur d'élargissement  $k = 2$ , soit

$$U = 2 \cdot u_c$$

$U$  est l'incertitude élargie proposée par le laboratoire pour l'accréditation dans le domaine considéré.

Remarques :

- le laboratoire peut, si cela s'avère nécessaire, déterminer des covariances et en tenir compte dans l'estimation des incertitudes.
- dans le cas où le laboratoire, pour réaliser l'étalonnage d'une masse de travail de valeur nominale  $n \cdot m$ , utilise  $n$  étalons de travail identiques de même valeur nominale  $m$  et raccordés avec une incertitude type d'étalonnage  $u_m$  à un même étalon de référence, on admettra que les valeurs d'étalonnage des  $n$  étalons de travail sont entièrement corrélées et on prendra  $u_c = n \cdot u_m$  comme incertitude-type d'étalonnage pour la masse composée des  $n$  étalons.

## 9 PRESENTATION DES RAPPORTS SUR LES RESULTATS

Le constat de vérification et le certificat d'étalonnage peuvent être édités sur un même document ou de manière disjointe.

### 9.1 Mentions du certificat d'étalonnage

Le certificat d'étalonnage est réalisé conformément aux exigences du § 5.10 de la norme NF EN ISO/CEI 17025, et des documents LAB REF 02 et GEN REF11. Il comporte notamment les informations suivantes :

- Identification des masses étalonnées,
- Caractéristiques des masses (forme, matériau),
- Méthode et moyens mis en œuvre pour cet étalonnage,
- Conditions ambiantes lors de la réalisation de l'étalonnage.

### 9.2 Constat de vérification

#### 9.2.1 Modalités d'émission d'un constat de vérification d'une masse

Un constat de vérification ne peut être délivré sous couvert de l'accréditation que par un laboratoire d'étalonnage accrédité pour l'étalonnage en question, et ceci pour une masse (ou un poids étalon) qui :

- a été au préalable étalonnée par le laboratoire selon ses procédures d'étalonnage habituelles ;
- est conforme ou non aux exigences de la classe pour laquelle elle a été fabriquée, ou aux exigences spécifiques du demandeur.

Le laboratoire d'étalonnage met en place une procédure relative à l'émission des constats de vérification assurant la traçabilité aux éléments suivants :

- la liste des textes de référence,
- pour chaque classe du texte considéré ou pour chaque exigence spécifique :
  - la liste des étalons et moyens d'étalonnage utilisés,
  - le type et le nombre de comparaisons effectuées,

- l'incertitude d'étalonnage qui en résulte, c'est à dire, l'incertitude délivrée en fonction des moyens, méthodes et caractéristiques de la masse à classer,
- les conditions pour lesquelles le laboratoire s'interdit de délivrer un constat de vérification : caractéristiques apparentes non conformes de l'étalon (forme, matériau, marquage, propreté, état de surface, masse conventionnelle, magnétisation).

Des modèles de tableaux de synthèse sont proposés dans le paragraphe suivant.

### 9.2.2 - Mentions du constat de vérification

Après étalonnage et avant vérification, le laboratoire d'étalonnage réalise une identification des caractéristiques de la masse à vérifier : forme, matériau, marquage, état de propreté, masse conventionnelle, état de rugosité (par un examen visuel), magnétisation permanente (comme défini dans le paragraphe 15 de la recommandation OIML R111-1) ... et pour toute masse plus précise que la classe F1, une identification du matériau utilisé pour l'ajustage.

Le constat de vérification porte sur la comparaison, à l'erreur maximale tolérée (EMT), de l'erreur de justesse ( $E_j$ ) de la masse augmentée de son incertitude d'étalonnage élargie ( $U$ ).

Un constat de vérification ne peut être émis qu'au moment de l'étalonnage. Aussi la date de vérification et celle d'émission du constat correspondent à la date ou période d'étalonnage, c'est-à-dire dans un délai d'un mois.

Une date d'émission du constat différente de la date ou période d'étalonnage est acceptée uniquement dans le cas où un laboratoire doit procéder à la correction d'un original. Dans ce nouveau constat, outre la mention «Ce constat annule et remplace le constat n° ...» sous l'en-tête du constat, le laboratoire précise à la rubrique « renseignements complémentaires » la date d'émission du constat remplacé.

Une rubrique « renseignements complémentaires » comporte, lorsque c'est le cas, les éléments suivants :

- le résultat de l'étalonnage avant ajustage, dans le cas où la masse a été ajustée ;
- la valeur d'une masse étalon qui a été remplacée ;
- le cas échéant, la mention de la rénovation complète sans étalonnage préalable d'une masse étalon.

Dans le cadre des textes réglementaires, si une masse ne peut pas être classée, le constat de vérification doit en faire état.

**NOTA BENE :** Relations entre incertitude d'étalonnage élargie ( $U$ ) avec  $k=2$  et erreur maximale tolérée (EMT)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recommandation R 111 de l'OIML</li> </ul>	$: U \leq \frac{EMT}{3}$
--	--------------------------

Il est recommandé d'utiliser l'inégalité  $U \leq \frac{EMT}{3}$ , étant donné que cette relation est appliquée au niveau européen et mondialement reconnue.

## 10 PARTICIPATION AUX COMPARAISONS INTERLABORATOIRES

Conformément au §5.9 de la NF EN ISO/CEI 17025, il convient que le laboratoire participe régulièrement à des comparaisons interlaboratoires même si celles-ci sont organisées par lui même.