

Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur

Direction de l'Action Régionale
et de la Petite et Moyenne Industrie

Sous-direction de la métrologie

C I R C U L A I R E
N° 92.00.600.001.1 du 15 octobre 1992

Relative aux
"Masses-étalons et poids-étalons"

S O M M A I R E

	pages
1. <u>GENERALITES</u>	1
1.1. DEFINITIONS.....	1
1.1.1. Masse marquée.....	1
1.1.2. Poids.....	1
1.1.3. Masse.-étalon.	1
1.1.4. Poids-étalon.....	1
1.1.5. Remarques.....	2
1.2. DOMAINE D'APPLICATION.....	2
1.3. RACCORDEMENT DES ETALONS.....	2
1.4. IDENTIFICATION DES ETALONS.....	3
1.5. APPPOSITION DES MARQUES REGLEMENTAIRES SUR LES ETALONS....	4
2. <u>PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX POIDS-ETALONS</u>	4
3. <u>PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX MASSES-ETALONS</u>	4
3.1. VALEURS NOMINALES ET CLASSIFICATION.....	5
3.2. GENERALITES CONCERNANT LES CAVITES D'AJUSTAGE.....	5
3.3. PRESCRIPTIONS DE CONSTRUCTION DES MASSES-ETALONS.....	5
3.3.1. Masses-étalons de classe M''.....	5
3.3.2. Masses-étalons de classe M'.....	6

3.3.3.	Masses-étalons de classe F'.....	6
3.3.4.	Masses-étalons de classe E'.....	7
3.4.	INSCRIPTIONS.....	7
3.4.1.	Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classe IIII.....	7
3.4.2.	Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classe III.....	8
3.4.3.	Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments des classes I et II.....	8
4.	<u>ETALONNAGE DES POIDS-ETALONS ET DES MASSES-ETALONS</u>	8
4.1.	DISPOSITIONS GENERALES.....	8
4.2.	PERIODICITE D'ETALONNAGE.....	9
4.3.	POIDS-ETALONS DE REFERENCE ET MASSES-ETALONS DE REFERENCE.	9
4.4.	POIDS-ETALONS DE TRAVAIL ET MASSES-ETALONS DE TRAVAIL....	10
4.5.	DISPOSITIF DE TRANSFERT.....	10
4.6.	MISE EN COMMUN DES MOYENS METROLOGIQUES.....	11
4.7.	LOCATION OU PRET D'ETALON DE TRAVAIL.....	11
5.	<u>ERREURS MAXIMALES TOLEREES</u>	11
5.1.	POIDS-ETALONS.....	11
5.2.	MASSES-ETALONS.....	12
5.3.	UTILISATION DE POIDS-ETALONS DE TRAVAIL ET/OU DES MASSES-ETALONS DE TRAVAIL.....	12

6.	<u>CLASSIFICATION DES POIDS-ETALONS ET DES MASSES-ETALONS...</u>	13
6.1.	GENERALITES.....	13
6.2.	CLASSIFICATION DES POIDS-ETALONS.....	14
6.2.1.	Objectifs de la classification.....	14
6.2.2.	Classification des poids-étalons des classes E ₁ , E ₂ , F ₁ , F ₂ et M ₁	14
6.2.3.	Classification des poids-étalons des classes M ₂ et M ₃	17
6.3.	CLASSIFICATION DES MASSES-ETALONS.....	18
6.3.1.	Masses-étalons de classe M''.....	19
6.3.2.	Masses-étalons de classe M'.....	20
6.3.3.	Masses-étalons de classe F'.....	21
6.3.4.	Masses-étalons de classe E'.....	21
7.	<u>ORGANISATION DU RACCORDEMENT AUX ETALONS NATIONAUX.....</u>	22
7.1	ETALONS DE REFERENCE.....	22
7.2	ETALONS DE TRAVAIL.....	23
7.3	CAS PARTICULIER.....	24
8.	<u>CONDITION D'ADMISSION DES MASSES-ETALONS.....</u>	24
8.1	DISPOSITIONS GENERALES.....	24
8.2	AUTORISATION DE CONSTRUCTION.....	24
8.3	AUTORISATION DE MISE EN SERVICE.....	24

9.	<u>CONTROLE DES MASSES-ETALONS ET DES POIDS-ETALONS.....</u>	25
10.	<u>DISPOSITION D'ORDRE PRATIQUE RECOMMANDEE.....</u>	26
11.	<u>MESURES DEROGATOIRES.....</u>	27
11.1	MASSES-ETALONS N° 1 (cf. annexe VI).....	27
11.2	MASSES-ETALONS N° 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11.....	28
11.3	ACCREDITATION PAR LE BUREAU NATIONAL DE METROLOGIE.....	28
12.	<u>DISPOSITIONS TRANSITOIRES.....</u>	29

TABLE DES ANNEXES

Annexe I

Mesures de masse. Décret n° 75-312 du 9 avril 1975 réglementant la catégorie d'instruments de mesure : mesures de masse (Journal officiel du 4 mai 1975, page 4536).

Annexe II

Tableau des erreurs maximales tolérées sur les masses-étalons pour la vérification primitive d'instruments de classes I, II et III (exprimées en grammes).

Annexe III

Tableau des erreurs maximales tolérées sur les masses-étalons pour la vérification primitive d'instruments de classe III (exprimées en grammes).

Annexe IV

Tableau des erreurs relatives maximales tolérées sur les masses-étalons.

Annexe V

Choix de la classe de précision des poids-étalons pour la vérification primitive d'un instrument de pesage.

Annexe VI

Différents types de masses-étalons.

Annexe VII

Réflexions relatives à l'organisation d'un laboratoire pour l'étalonnage de poids et de masses.

C I R C U L A I R E

N° 92.00.600.001.1 du 15 octobre 1992

1. GENERALITES :

La terminologie utilisée et les définitions contenues dans la présente circulaire sont conformes aux normes suivantes :

- NF X 06-044 : Application de la statistique - Traitement des résultats de mesure - Détermination de l'incertitude associée au résultat final.
- NF X 07-001 : Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie.
- NF X 07-010 : Métrologie - La fonction métrologique dans l'entreprise.

1.1. DEFINITIONS :

- 1.1.1. Masse marquée : Objet matériel servant à la détermination de la masse d'un corps. Une masse marquée n'a pas l'obligation de satisfaire aux spécifications d'une masse marquée légale appelée couramment poids.
- 1.1.2. Poids : Un poids est une masse marquée légale ; sa forme, sa constitution, sa valeur nominale et son erreur maximale tolérée sont réglementées.
- 1.1.3. Masse-étalon : Masse marquée servant soit à l'étalonnage, soit à la vérification, soit à l'ajustage de masses marquées et d'instruments de pesage. Leurs erreurs maximales tolérées sont fonction de celles des objets à contrôler ou à régler.
- 1.1.4. Poids-étalon : Poids servant soit à l'étalonnage, soit à la vérification, soit à l'ajustage de masses marquées, de poids et d'instruments de pesage.

1.1.5. Remarques :

Les étalons de valeur nominale inférieure ou égale à 50 kg peuvent être soit des poids-étalons soit des masses-étalons. Cependant, l'utilisation de masses-étalons est réservée aux cas où l'utilisation de poids-étalons de mêmes valeurs nominales est impossible ou présente des difficultés : c'est le cas des masses-étalons utilisées lors de la vérification d'instruments comportant un récepteur de charge particulier (crochet), des masses-étalons dont la forme permet de les empiler aisément en toute sécurité, des masses-étalons équipant les machines d'essais, etc...

Les étalons de valeur nominale supérieure à 50 kg sont nécessairement des masses-étalons car il n'existe pas de poids ni de poids-étalons de valeur nominale supérieure à 50 kg.

1.2. DOMAINE D'APPLICATION :

La présente circulaire s'applique aux poids-étalons et aux masses-étalons utilisés à l'occasion des opérations de contrôle effectuées dans le cadre de la réglementation sur les instruments de mesure et en particulier :

- lors des essais effectués dans le cadre des opérations énumérées à l'article 4 du décret n° 88-682 du 6 mai 1988 relatif au contrôle des instruments de mesure.
- lors des interventions réglementaires effectuées par les réparateurs et autres organismes, dans le cadre d'un agrément, d'une désignation ou d'une notification par le ministre chargé de l'industrie ou par les préfets.
- lors de l'utilisation réglementaire d'une procédure d'assurance de la qualité (par exemple, celle prévue par le décret n° 91-330 du 27 mars 1991 relatif aux instruments de pesage à fonctionnement non automatique et l'arrêté du 22 juin 1992).

1.3. RACCORDEMENT DES ETALONS :

Les étalons utilisés lors d'opérations de contrôle réglementaire, doivent avoir été raccordés aux étalons nationaux et être accompagnés d'un certificat d'étalonnage BNM ou d'un certificat d'étalonnage interne.

Les étalons de référence sont considérés raccordés aux étalons nationaux si les détenteurs disposent, lors de leur utilisation, d'un certificat d'étalonnage BNM délivré par un centre d'étalonnage agréé (CEA) ou un service de métrologie habilité (SMH) par le Bureau national de métrologie (BNM), dont la date de réalisation permet le respect des limites de validité définies par la présente circulaire.

Les étalons de travail sont considérés comme raccordés aux étalons nationaux si les détenteurs disposent, lors de leur utilisation :

- soit, d'un certificat d'étalonnage BNM, délivré par un CEA ou un SMH, dont la date de réalisation permet le respect des limites de validité définies par la présente circulaire.
- soit, d'un certificat d'étalonnage interne, dont la date de réalisation permet le respect des limites de validité définies par la présente circulaire. Cet étalonnage doit être effectué à partir d'un étalon de référence, possédant un certificat d'étalonnage BNM, conformément à des procédures internes de raccordement établies par le détenteur et validées par la direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE). Les procédures doivent concerner les méthodes, les moyens d'étalonnage et le personnel intervenant.

Note : Lorsque les procédures internes de raccordement ont été validées par le BNM dans le cadre d'une habilitation BNM, la validation par la DRIRE devrait être systématique.

Sauf dérogations prévues au point 11, la mise en commun d'étalons de référence par plusieurs sociétés, bien que déconseillée, peut être acceptée sous réserve que l'organisme ou la société gérant les moyens métrologiques soit centre d'étalonnage agréé ou service de métrologie habilité par le BNM.

1.4. IDENTIFICATION DES ETALONS

Chaque poids-étalon et chaque masse-étalon doit pouvoir être identifié. Pour ce faire, la meilleure solution consiste à effectuer un marquage sur le poids-étalon ou la masse-étalon. Cependant, la solution consistant à identifier un coffret ou une boîte de poids ou de masses est acceptée sous réserve que l'organisation du laboratoire ou des ateliers soit suffisamment efficace pour éviter toute confusion.

1.5. APPPOSITION DES MARQUES REGLEMENTAIRES SUR LES ETALONS :

Les marques réglementaires sont remplacées par un certificat d'étalonnage BNM précisant en son annexe ou sur un document d'accompagnement établi à partir du certificat d'étalonnage BNM :

- soit, la classe du poids-étalon (M_3 , M_2 , M_1 , F_2 , F_1 , E_2 , E_1),
- soit, la classe de la masse-étalon (M'' , M' , F' ou E'), la classe des instruments susceptibles d'être contrôlés avec cette masse-étalon et le nombre maximal d'échelons.

Le certificat d'étalonnage BNM est délivré par un laboratoire d'étalonnage accrédité (agrée ou habilité) par le BNM qui précise, en annexe, les informations mentionnées ci-dessus. Dans le cas où la compétence du laboratoire d'étalonnage BNM se limite à l'opération d'étalonnage, la DRIRE doit délivrer ce document complémentaire au vu des résultats portés sur le certificat d'étalonnage BNM et des prescriptions de la présente circulaire.

Lorsque le détenteur de poids-étalons et de masses-étalons ne possède pas de laboratoire d'étalonnage habilité par le BNM, il peut, sous réserve, qu'il possède les étalons de référence accompagnés d'un certificat d'étalonnage BNM, établir pour ses étalons de travail un certificat d'étalonnage interne complété par une annexe précisant les informations mentionnées ci-dessus. Cette solution ne doit être acceptée qu'aux conditions suivantes :

- la DRIRE a validé la procédure d'étalonnage et les moyens mis en oeuvre par une personne qualifiée,
- la DRIRE entérine les résultats d'étalonnage obtenus et l'annexe complémentaire.

2. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX POIDS-ETALONS :

Sauf en ce qui concerne les dispositions relatives à l'identification et les marques réglementaires, les poids-étalons sont soumis aux prescriptions figurant dans le décret n° 75-312 du 9 avril 1975 et l'arrêté du 11 juin 1975. De plus, ils doivent répondre aux prescriptions des chapitres 4, 5 et 6 de la présente circulaire.

3. PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX MASSES-ETALONS :

Outre les prescriptions générales suivantes, des prescriptions applicables à des masses-étalons peuvent être fixées par la SDM ou par les DRIRE au vu de leur utilisation particulière.

3.1. VALEURS NOMINALES ET CLASSIFICATION :

Sauf dérogation accordée par la SDM ou par les DRIRE, la valeur nominale des masses-étalons est de la forme : $a \times 10^b$ kg, a étant égal à 1, 2 ou 5 et b étant un nombre entier égal ou supérieur à 2.

Les masses-étalons sont classées en fonction du nombre d'échelons n des instruments qu'elles servent à étalonner :

- a) classe M'' pour $n \leq 3\ 000$ échelons,
- b) classe M' pour $3\ 000$ échelons $< n \leq 6\ 000$ échelons,
- c) classe F' pour $6\ 000$ échelons $< n \leq 30\ 000$ échelons,
- d) classe E' pour $30\ 000$ échelons $< n$

3.2. GENERALITES CONCERNANT LES CAVITES D'AJUSTAGE :

Les masses-étalons doivent comporter une ou plusieurs cavités d'ajustage sauf exception pour les masses de la classe E'. Le dispositif de fermeture de ces cavités doit garantir leur étanchéité. En outre, pour les masses des classes M'' et M', il doit pouvoir être scellé.

Les prescriptions concernant les masses volumiques précisées en annexe IV doivent être respectées.

3.3. PRESCRIPTIONS DE CONSTRUCTION DES MASSES-ETALONS :

Les prescriptions de construction des masses-étalons diffèrent selon leur classe.

3.3.1. Masses-étalons de classe M'' :

- matière : Ces masses-étalons sont métalliques ou polymétalliques. Lorsqu'une masse-étalon est constituée de plusieurs pièces dans une enveloppe, celles-ci doivent être rendues solidaires, si possible, par soudure. Les riblons, ne sont pas interdits mais fortement déconseillés ; s'ils sont utilisés, ils doivent être propres, séchés, dégraissés et passivés.
- état de surface : Ces masses-étalons ne présentent pas de rugosité, les soudures doivent être étanches et meulées. Leur surface doit être protégée par un traitement de surface approprié (par exemple peinture époxy claire) ou équivalent.
- forme et construction : Ces masses-étalons doivent être sans arêtes et angles vifs ou avoir des arêtes et angles "adoucis". Lorsque les masses-étalons comportent un ou plusieurs anneaux de manutention, ceux-ci doivent être fixes.

- masse volumique globale : Elle doit être supérieure à la valeur indiquée dans le tableau de l'annexe IV, en tenant compte du nombre maximal d'échelons.
- ajustage : Il doit être effectué avec une matière métallique.

3.3.2. Masses-étalons de classe M' :

- matière, état de surface et ajustage : Ces masses-étalons sont soumises aux mêmes exigences que les masses de classe M''.
- forme et construction : Ces masses-étalons sont conçues pour être manipulées soit par sangles de levage soit par un dispositif équivalent. Toutefois sont acceptées en M' jusqu'à 5 000 échelons les masses pouvant être manipulées et gerbées par un moyen approprié tel qu'un chariot élévateur à condition que toutes les précautions d'utilisation soient prises pour éviter l'altération des qualités métrologiques des masses-étalons. Il en est de même pour les masses roulantes munies de plusieurs bandes de roulement.
- masse volumique globale : Elle doit être supérieure à la valeur indiquée dans le tableau de l'annexe IV, en tenant compte du nombre maximal d'échelons.

3.3.3. Masses-étalons de classe F' :

- matière : Ces masses-étalons doivent être fabriquées d'un seul métal ou un seul alliage métallique, à l'exclusion de la fonte, du plomb et de tout métal ou alliage poreux.
- état de surface : Ces masses-étalons reçoivent un traitement de surface par métal dur (par exemple : acier massif protégé par nickelage, cadmiage, chromage ou équivalent). Les masses sablées puis recouvertes d'une peinture époxy claire ou équivalente sont acceptées.
- forme et construction : Ces masses-étalons ne doivent pas être roulantes. Elles doivent être conçues pour être manipulées à l'aide d'un moyen permettant de garantir la conservation des qualités métrologiques. Les grues ou palans permettant la manipulation à l'aide de crochets, anneaux ou systèmes équivalents sont particulièrement recommandés. Cependant, l'utilisation minutieuse d'autres systèmes tels que chariots élévateurs doit être réservée aux cas exceptionnels où d'autres solutions n'existent pas.

- masse volumique globale : Elle doit être comprise entre les valeurs indiquées dans le tableau de l'annexe IV, en tenant compte du nombre maximal d'échelons.
- ajustage : L'ajustage doit être effectué avec le même matériau que la masse, de l'étain pur ou du molybdène. Les masses-étalons de classe F' doivent avoir une cavité d'ajustage étanche, qui doit être fermée par un bouchon fileté, sans joint.

3.3.4. Masses-étalons de classe E' :

- matière : Ces masses-étalons sont en acier inoxydable monobloc amagnétique.
- ajustage : Elles ne comportent pas de cavité d'ajustage.

Les autres prescriptions sont examinées au cas par cas, par la DRIRE et la SDM.

3.4. INSCRIPTIONS :

Toutes les masses-étalons doivent porter les inscriptions suivantes :

- la valeur nominale suivie du symbole de l'unité de masse,
- l'identification de la masse à l'aide d'une marque et/ou d'un numéro permettant d'identifier sans ambiguïté chaque masse ou, le cas échéant, chaque série de masses (cf. 1.4.).

3.4.1. Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classe IIII :

Un instrument de classe IIII est contrôlé avec des masses-étalons au moins de classe M'' prévues pour un nombre d'échelons égal à 1 000. Ces masses portent simplement l'inscription IIII.

Conformément au point 4.4, les détenteurs de ces masses-étalons disposent soit d'un certificat d'étalonnage BNM soit d'un certificat d'étalonnage interne.

3.4.2. Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classe III :

Ces masses peuvent être classées en M'', M' ou F' selon le nombre maximal d'échelons des instruments de pesage qu'elles permettent de vérifier lors de la vérification primitive. L'inscription III est accompagnée du nombre maximal d'échelons qui est présenté sous la forme d'un multiple de 500 sans dépasser 10 000.

Conformément au point 4.4, les détenteurs de ces masses-étalons disposent soit d'un certificat d'étalonnage BNM soit d'un certificat d'étalonnage interne.

3.4.3. Masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classes I et II :

Ces masses-étalons sont obligatoirement accompagnées d'un certificat d'étalonnage BNM, c'est-à-dire que l'utilisateur dispose, en permanence pendant la vérification, du certificat d'étalonnage BNM. En annexe de ce certificat BNM ou sur un document complémentaire figurent les informations suivantes : la classe (I ou II), le nombre maximal d'échelons (n) des instruments de pesage pouvant être vérifiés et la classe des masses (F' ou E').

Les masses-étalons de travail utilisées pour le contrôle des instruments de classe II portent l'inscription II complétée par le nombre maximal d'échelons.

4. ETALONNAGE DES POIDS-ETALONS ET DES MASSES-ETALONS :

L'identification de chaque poids-étalon et de chaque masse-étalon doit être effectuée avant l'étalonnage.

4.1. DISPOSITIONS GENERALES :

Un poids-étalon ou une masse-étalon est caractérisé par sa valeur nominale V_n et sa classe (E_1 , E_2 , ..., M_3 pour les poids-étalons, E' , F' , M' , M'' pour les masses-étalons). L'étalonnage permet d'obtenir la valeur conventionnelle de la masse M_c à laquelle il convient d'associer une incertitude d'étalonnage I qui est fonction de différents facteurs tels que l'incertitude d'étalonnage de l'étalon de référence, les caractéristiques de l'instrument d'étalonnage utilisé, la procédure d'étalonnage mise en oeuvre, les conditions d'environnement, etc...

Le résultat de l'étalonnage se présente sous la forme : $M_c \pm I$. Le laboratoire d'étalonnage émet, selon le cas, un certificat d'étalonnage BNM ou un certificat d'étalonnage interne qui précise les valeurs numériques de M_c et I .

Selon leurs usages, on peut distinguer :

- les étalons de référence (poids-étalons de référence et masses-étalons de référence) servant uniquement à l'étalonnage d'autres poids-étalons ou masses-étalons, et pour lesquels le détenteur doit mettre en place des dispositions particulières de conservation et des procédures d'utilisation,
- les étalons de travail (poids-étalons de travail et masses-étalons de travail) utilisés pour l'ajustage et la vérification d'instruments de pesage, le contrôle de poids et de masses, etc...

4.2. PERIODICITE D'ETALONNAGE :

La périodicité d'étalonnage des étalons est, en général de :

- un an pour les étalons de travail,
- deux ans pour les étalons de référence.

Toutefois, en tenant compte de l'évolution de l'étalon entre deux étalonnages, la DRIRE peut porter la périodicité d'étalonnage jusqu'à 2 ans pour les étalons de travail et jusqu'à 5 ans pour les étalons de référence.

Le bien-fondé de cette augmentation de la périodicité d'étalonnage doit être examiné par la DRIRE à chaque étalonnage. De même, dans certains cas particuliers, la périodicité d'étalonnage peut être inférieure à une année.

Toute masse-étalon repeinte, toute masse-étalon et tout poids-étalon réajusté doit être immédiatement réétalonné.

4.3. POIDS-ETALONS DE REFERENCE ET MASSES-ETALONS DE REFERENCE :

Les étalons de référence sont étalonnés par un laboratoire accrédité par le BNM. Le détenteur doit pouvoir présenter à tout moment le certificat d'étalonnage BNM. Les étalons et les incertitudes d'étalonnage des étalons de référence doivent être adaptés aux besoins.

4.4. POIDS-ETALONS DE TRAVAIL ET MASSES-ETALONS DE TRAVAIL :

L'étalonnage d'un poids-étalon ou d'une masse-étalon de travail est effectué :

- a) soit par un laboratoire accrédité par le BNM qui délivre un certificat d'étalonnage BNM. Si le détenteur des poids-étalons et des masses-étalons est lui-même accrédité par le BNM, il a l'obligation d'établir un certificat d'étalonnage BNM.
- b) soit par le détenteur lui-même s'il possède la capacité et les moyens de raccordement nécessaires exclusivement réservés à cet usage et validés par la DRIRE (cf. 1.3.) :
 - poids-étalons de référence et masses-étalons de référence adaptés aux besoins et possédant un certificat d'étalonnage BNM en cours de validité.
 - dispositif de transfert (balances, bascules, fléaux, comparateurs de masses etc...),
 - personnel qualifié pour mettre en place les procédures d'étalonnage nécessaires,
 - locaux adaptés aux besoins.

Dans ce cas, les étalonnages effectués par le détenteur sont limités à ses propres étalons de travail pour lequel il établit un certificat d'étalonnage interne. Les étalonnages effectués pour des tiers sont formellement interdits sans avoir obtenu l'accréditation par le BNM.

4.5. DISPOSITIF DE TRANSFERT :

Les instruments de pesage permettant l'étalonnage des étalons de travail à l'aide des étalons de référence doivent posséder des qualités métrologiques adaptées aux besoins : la mobilité, la sensibilité et la fidélité doivent être en rapport avec les résultats d'étalonnage souhaités.

En outre, des moyens permettant de connaître et, le cas échéant de mesurer, les paramètres d'environnement doivent être mis en oeuvre.

4.6. MISE EN COMMUN DE MOYENS METROLOGIQUES :

La mise en commun de moyens métrologiques de plusieurs utilisateurs de poids-étalons et de masses-étalons est acceptée sous réserve que le gérant des moyens métrologiques ait obtenu l'accréditation par le BNM. Ceci permet de respecter le principe selon lequel tout raccordement externe doit être effectué dans un laboratoire accrédité par le BNM.

4.7. LOCATION OU PRET D'ETALON DE TRAVAIL :

Toute masse-étalon de travail, tout poids-étalon de travail loué ou prêté par son propriétaire à une autre entreprise doit être obligatoirement accompagné d'un certificat d'étalonnage BNM.

5. ERREURS MAXIMALES TOLEREES :

La norme NF X 07-010 précise que la notion d'erreurs maximales tolérées est directement liée à la notion de vérification (et non pas d'étalonnage - cf. page 5 de la norme).

Dans le cas d'un poids-étalon et d'une masse-étalon, la vérification est l'opération permettant de constater que l'écart entre la masse nominale indiquée sur la masse ou le poids V_n et la masse conventionnelle M_c obtenue par étalonnage est inférieur à une valeur fixée qui est l'erreur maximale tolérée.

L'erreur maximale tolérée est fonction de la masse nominale et de la classe de précision.

5.1. POIDS-ETALONS :

Les "poids" sont des mesures matérialisées de masse dont les caractéristiques métrologiques et techniques sont réglementées par :

- le décret n° 75-312 du 9 avril 1975 réglementant la catégorie d'instruments de mesure : mesures de masse,
- l'arrêté du 11 juin 1975 concernant les modalités d'application de certaines dispositions du décret réglementant la catégorie d'instruments de mesure : mesures de masse.

Ces deux textes nationaux tiennent compte des prescriptions contenues dans les deux directives européennes du 26 juillet 1971 et du 4 mars 1974.

Les poids sont répartis en sept classes : E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂ et M₃, suivant leur degré de précision.

Le décret n° 75-312 du 9 avril 1975 précise les erreurs maximales tolérées pour les poids en service (cf. annexe I).

L'arrêté du 11 juin 1975 précise les erreurs maximales tolérées pour les poids neufs ou rajustés présentés à la vérification primitive. Le tableau des erreurs maximales tolérées est identique à celui du décret du 9 avril 1975 pour les poids des classes E₁, E₂, F₁, F₂ et M₁. Pour les poids de classes M₂ et M₃, seules les erreurs en plus, du tableau, sont tolérées (erreur = masse nominale - masse conventionnelle obtenue par étalonnage).

Les poids doivent être des poids-étalons lorsqu'ils servent soit à l'étalonnage, soit à la vérification, soit à l'ajustage de masses marquées, de poids et d'instruments de pesage.

5.2. MASSES-ETALONS :

L'ajustage des masses-étalons doit être compatible avec les erreurs maximales tolérées des instruments de pesage de la classe qu'elles permettent de vérifier en vérification primitive ou des masses-étalons qu'elles permettent d'étalonner.

Les erreurs maximales tolérées e_{mt} sur les masses-étalons sont indiquées dans les annexes II, III, IV. Elles expriment l'écart maximal entre la valeur nominale V_n (indiquée sur la masse) et la valeur de la masse M :

$$V_n - e_{mt} \leq M \leq V_n + e_{mt}$$

exemple :

Pour une masse-étalon de classe M'' (n = 3 000, cl. III) de valeur nominale $V_n = 500$ kg, nous avons $e_{mt} = \pm 83$ g

d'où $499,917$ kg $\leq M \leq 500,083$ kg.

5.3. UTILISATION DE POIDS-ETALONS DE TRAVAIL ET/OU DE MASSES-ETALONS DE TRAVAIL :

Lors de l'utilisation simultanée de poids-étalons de travail et/ou de masses-étalons de travail, la combinaison de poids-étalons et/ou de masses-étalons est telle que la somme arithmétique des erreurs sur les poids et/ou les masses doit être au plus égale au tiers de l'erreur maximale tolérée sur l'instrument en vérification primitive à la charge considérée.

6. CLASSIFICATION DES POIDS-ETALONS ET DES MASSES-ETALONS :

6.1. GENERALITES :

L'étalonnage d'une masse-étalon ou d'un poids-étalon de valeur nominale V_n permet de déterminer la valeur de la masse conventionnelle M_c qui se présente sous la forme $M_c \pm I$ où I est l'incertitude d'étalonnage : valeur numérique présentée par le laboratoire accrédité BNM dans les cas 4.3 et 4.4.a) ou calculée par le détenteur, après validation par la DRIRE dans le cas 4.4.b).

L'article 3 du décret du 9 avril 1975 stipule que la différence maximale tolérée e_{mt} entre la masse nominale V_n et la masse conventionnelle M_c est égale aux valeurs indiquées dans un tableau présenté à l'annexe I de la présente circulaire.

Cette condition se traduit par les deux inégalités :

$$\begin{array}{l} \textcircled{1} \quad M_c + I \leq V_n + e_{mt} \\ \textcircled{2} \quad V_n - e_{mt} \leq M_c - I \end{array}$$

La classification d'un poids-étalon dans une des classes $E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_2$ et M_3 ou d'une masse-étalon dans une des classes E', F', M' et M'' est effectuée en fonction des paramètres suivants :

a) pour les poids-étalons :

- les valeurs d'étalonnage M_c et I ,
- le respect des prescriptions contenues dans l'arrêté du 11 juin 1975, concernant notamment la matière, la constitution, les formes, les inscriptions, la qualité de construction, le rajustement. Ces caractéristiques sont précisées pour chaque classe,
- le respect des prescriptions du point 4 de la présente circulaire,
- le respect des erreurs maximales tolérées précisées dans l'arrêté du 11 juin 1975 qui fait référence au tableau présenté en annexe I (article 3 du décret n° 75-312 du 9 avril 1975).

b) pour les masses-étalons :

- les valeurs d'étalonnage M_c et I ,
- le respect des prescriptions des points 3 et 4 de la présente circulaire,
- le respect des erreurs maximales tolérées et des valeurs minimales et maximales de la masse volumique présentées dans les tableaux des annexes II, III, et IV.

6.2. CLASSIFICATION DES POIDS-ETALONS :

6.2.1. Objectifs de la classification :

Prévue par le décret n° 75-312 du 9 avril 1975 et l'arrêté du 11 juin 1975, la classification des poids-étalons permet, à l'aide du tableau présenté en annexe V, de déterminer la classe des poids-étalons à utiliser en fonction de la classe de l'instrument de pesage à vérifier et de son nombre d'échelons n .

Par exemple, un instrument de pesage à fonctionnement non automatique de classe III dont les caractéristiques métrologiques sont les suivantes :

Portée maximale	: Max	=	6 kg
Valeur de l'échelon	: e	=	2 g
Nombre d'échelons	: n	=	3000

nécessite pour assurer sa vérification primitive des poids-étalons de classe M_1 .

6.2.2. Classification des poids-étalons des classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 et M_1 ,

La préclassification s'effectue en fonction des prescriptions des titres I, V, VI et VII de l'arrêté du 11 juin 1975. Ensuite, l'étalonnage du poids-étalon permet de déterminer les valeurs de M_c et de I . Si les deux inégalités, présentées au point 6.1., sont vérifiées en tenant compte des valeurs des erreurs maximales tolérées précisées à l'article 3 du décret du 9 avril 1975 (voir annexe I), le poids-étalon peut être classé. Sinon, si la possibilité existe, il faut ajuster le poids, puis le réétalonner.

Exemple 1 :

Un poids-étalon de $V_n = 1$ kg répond en tout point aux articles 41 à 47 de l'arrêté du 11 juin 1975. Sa préclassification est donc M_1 . L'étalonnage effectué avec des moyens métrologiques adaptés donne :

$$M = M_c \pm I$$

$$M = 1,000008 \text{ kg} \pm 25 \text{ mg}$$

L'erreur maximale tolérée est de 50 mg en plus et en moins (cf. article 48 de l'arrêté de juin 1975 et annexe I de la présente circulaire).

Les deux inégalités 1 et 2 sont-elles vérifiées ?

$$\textcircled{1} \quad 1,000008 \text{ kg} + 25 \text{ mg} \leq 1 \text{ kg} + 50 \text{ mg}$$

$$1,000033 \text{ kg} \leq 1,000050 \text{ kg}$$

$$\textcircled{2} \quad 1 \text{ kg} - 50 \text{ mg} \leq 1,000008 \text{ kg} - 25 \text{ mg}$$

$$0,999950 \text{ kg} \leq 0,999983 \text{ kg}$$

Les articles 41 à 47 de l'arrêté du 11 juin 1975 sont respectés, les deux inégalités sont vérifiées, ce poids-étalon peut être classé en M_1 .

Exemple 2 :

Un poids-étalon de $V_n = 20$ kg conforme aux articles 50 à 57 de l'arrêté du 11 juin 1975 est préclassé en F_1 .

L'étalonnage donne : $M = 19,999950 \text{ kg} \pm 30 \text{ mg}$

L'annexe I précise : $e_{mt} = \pm 100 \text{ mg}$

$$\textcircled{1} \quad 19,999980 \text{ kg} \leq 20,000100 \text{ kg}$$

$$\textcircled{2} \quad 19,999900 \text{ kg} \leq 19,999920 \text{ kg}$$

Ce poids-étalon peut être classé en F_1 .

Exemple 3 :

Un poids-étalon de $V_n = 10$ kg conforme aux articles 50 à 57 de l'arrêté du 11 juin 1975 est préclassé en F_1 .

L'étalonnage donne : $M = 10,000020$ kg \pm 60 mg (car il a été effectué dans un laboratoire différent de celui de l'exemple 2).

L'annexe I précise : $e_{mt} = \pm 50$ mg

- ① $10,000080$ kg \leq $10,000050$ kg
 ② $9,999950$ kg \leq $9,999960$ kg

L'inégalité 1 n'étant pas satisfaite, le poids-étalon ne peut être classé en F_1 .

La comparaison des valeurs numériques de I et de e_{mt} montre que pour résoudre ce problème, les deux solutions consistent à augmenter e_{mt} ou à diminuer I.

a) augmentation de e_{mt}

Cette augmentation aura pour conséquence de déclasser ce poids-étalon en F_2 . Pour ce faire, il est toujours conforme aux articles 50 à 57 et aucun étalonnage supplémentaire n'est nécessaire. Il suffit de lire en annexe I :

$$e_{mt} = \pm 150 \text{ mg}$$

Les inégalités deviennent :

- ① $10,000080$ kg \leq $10,000150$ kg
 ② $9,999850$ kg \leq $9,999960$ kg

Ce poids-étalon peut être classé en F_2 .

b) diminution de I : incertitude d'étalonnage

S'il en a les possibilités le laboratoire d'étalonnage met en oeuvre des moyens métrologiques plus performants lui permettant de proposer une incertitude d'étalonnage plus faible, par exemple 15 mg. Sinon, le demandeur s'adresse à un autre laboratoire d'étalonnage.

Le résultat d'étalonnage est le suivant :

$$M = 10,000015 \text{ kg} \pm 15 \text{ mg}$$

Les inégalités deviennent :

- ① $10,000030 \text{ kg} \leq 10,000050 \text{ kg}$
- ② $9,999950 \text{ kg} \leq 10,000000 \text{ kg}$

Ce poids-étalon peut être classé en F1.

Il faut noter que dans ce cas, un ajustage du poids avant le nouvel étalonnage permettrait de diminuer la différence entre la valeur d'étalonnage M_c et la valeur nominale V_n .

6.2.3. Classification des poids-étalons des classes M₂ et M₃

La seule particularité des poids-étalons de classes M₂ et M₃ concerne les erreurs maximales tolérées en vérification primitive. En effet, l'article 16 (M₃) et l'article 24 (M₂) de l'arrêté du 11 juin 1975 précisent que seules les erreurs en plus définies au décret n° 75-312 du 9 avril 1975 (annexe I de la circulaire) sont tolérées.

En conséquence, les deux inégalités deviennent :

- ① $M_c + I \leq V_n + e_{mt}$
- ② $V_n \leq M_c - I$

6.3. CLASSIFICATION DES MASSES-ETALONS :

Le point 6.1.b) de la présente circulaire précise les paramètres de classification des masses-étalons qui sont de 3 types différents :

- les prescriptions de construction et celles relatives aux procédures d'étalonnage précisées aux points 3 et 4 de la circulaire,
- le résultat de l'étalonnage effectué par le laboratoire d'étalonnage : $M_c \pm I$,
- les erreurs maximales tolérées e_{mt} ainsi que les masses volumiques minimales et maximales, précisées dans les tableaux en annexes II, III et IV.

La classification proposée n'a pas la prétention d'être exhaustive. Cependant, elle couvre la majorité des cas et peut aider à extrapoler aux cas non prévus dans la présente circulaire.

Les types de masses les plus fréquents sont présentés en annexe VI et portent des numéros de 1 à 13 auxquels il convient de se référer.

Cependant, selon que l'utilisateur prend des précautions d'usage ou pas, selon la périodicité d'étalonnage, une masse-étalon de forme donnée peut être classée dans une ou l'autre des classes avec un nombre maximal d'échelons n différent.

.../...

6.3.1. Masses-étalons de classe M''

a) Masse n° 1

Caractéristiques	Instruments de pesage
masse roulante sans bande de roulement	classe IIII $n \leq 1\ 000$ classe III $n \leq 1\ 500$

b) Masse n° 1

Caractéristiques	Instruments de pesage
masse roulante avec un chemin de roulement de largeur inférieure à 5 cm et une périodicité d'étalonnage inférieure à 1 an.	classe III $n \leq 3\ 000$

REMARQUES :

1°) la largeur du chemin de roulement peut être estimée (et contrôlée) par l'évaluation de l'usure de la peinture époxy ou tout moyen équivalent,

2°) la périodicité d'étalonnage préconisée est de 6 mois pour les premiers étalonnages et peut être augmentée sans toutefois dépasser 1 an.

c) Masses numéros : 2, 3, 4, 5 et 6

Caractéristiques	Instruments de pesage
la masse n° 2 est roulante avec deux bandes de roulement. les masses n° 3, 4, 5 et 6 peuvent être soulevées à l'aide d'un chariot élévateur.	classe III $n \leq 3\ 000$

6.3.2. Masses-étalons de classe M'

a) Masses numéros : 2, 3 et 4

Caractéristiques	Instruments de pesage
un état de surface impeccable justifiant un entretien suivi (pas de rouille, de poussière, de chocs, etc..) étanchéité démontrée périodicité d'étalonnage inférieure à 1 an.	 classe III $n \leq 5\ 000$

b) Masses numéros : 5 et 6

Caractéristiques	Instruments de pesage
un état de surface impeccable justifiant un entretien suivi (pas de rouille, de poussière, de chocs, etc...) étanchéité démontrée manipulation à l'aide des crochets, anneaux ou système équivalent périodicité d'étalonnage inférieure à 1 an.	 classe III $n \leq 6\ 000$

c) Masses numéros : 7, 8 et 9

Caractéristiques	Instruments de pesage
un état de surface impeccable justifiant un entretien suivi (pas de rouille, de poussière, de chocs, etc...) étanchéité démontrée manipulation à l'aide des crochets, anneaux ou système équivalent	 classe III $n \leq 6\ 000$

6.3.3. Masses-étalons de classe F'

Masses n° 10 et 11 pour la vérification des :

- instruments de classe III avec $n \leq 10\ 000$
- instruments de classe II avec $n \leq 30\ 000$

6.3.4. Masses-étalons de classe E'

Masses numéros 12 et 13 :

Ces masses sont généralement des masses-étalons de référence et l'utilisation des valeurs de M_c et I portées par le certificat d'étalonnage est obligatoire :

si $7.10^{-6} < \frac{I}{M_c} \leq 1,0.10^{-5}$ alors $n \leq 50\ 000$,
classe II

si $5.10^{-6} < \frac{I}{M_c} \leq 7.10^{-6}$ alors $n \leq 70\ 000$,
classe II

si $3,3.10^{-6} < \frac{I}{M_c} \leq 5.10^{-6}$ alors $n \leq 100\ 000$,
classe II

REMARQUE : Cette classification est effectuée en tenant compte de caractéristiques et de possibilités d'étalonnage optimales. Il est évident que toute masse peut être déclassée soit parce qu'elle ne répond plus aux caractéristiques de sa classe soit parce que les possibilités d'étalonnage du laboratoire sont insuffisantes.

Exemple

Une masse n° 6 de valeur nominale $V_n = 500$ kg est manipulée à l'aide de crochets et d'une grue ou d'un palan. Le certificat d'étalonnage précise :

$$M = 500,035 \text{ kg} \pm 20 \text{ g}$$

Plusieurs cas peuvent s'appliquer. Si la masse respecte les caractéristiques présentées en 6.3.2.b), la meilleure classification possible est M', III, $n = 6000$ échelons.

Cependant, l'annexe III précise alors $e_{mt} = \pm 42$ g

Les inégalités ne sont pas vérifiées :

① $500,055 \text{ kg} \leq 500,042 \text{ kg}$ FAUX

② $499,958 \text{ kg} \leq 500,015 \text{ kg}$ EXACT

- a) 1er cas : aucune intervention sur la masse.
Il suffit de déclasser cette masse M', III, 3500.
Dans ce cas $e_{mt} = \pm 71$ g (voir annexe III).

Les inégalités sont vérifiées :

- ① $500,055 \text{ kg} \leq 500,071 \text{ kg}$ EXACT
- ② $499,929 \text{ kg} \leq 500,015 \text{ kg}$ EXACT

- b) 2eme cas : un ajustage suivi d'un nouvel étalonnage est effectué.

Le certificat d'étalonnage précise :

$$M = 500,018 \text{ kg} \pm 20 \text{ g}$$

Les inégalités sont vérifiées :

- ① $500,038 \text{ kg} \leq 500,042 \text{ kg}$ EXACT
- ② $499,958 \text{ kg} \leq 499,998 \text{ kg}$ EXACT

En conséquence, la masse est classée M', III, 6000

7. ORGANISATION DU RACCORDEMENT AUX ETALONS NATIONAUX :

Afin d'assurer le raccordement aux étalons nationaux, le Bureau National de Métrologie a mis en place une "chaîne d'étalonnage masse" composée de laboratoires destinés notamment à étalonner les étalons de référence des entreprises industrielles et des professionnels du pesage. Il est fortement conseillé que chaque industriel, chaque réparateur possède une série d'étalons de référence destinée à étalonner ses étalons de travail.

7.1. ETALONS DE REFERENCE :

La composition d'une série d'étalons de référence détenue par un utilisateur peut être établie en fonction de la portée maximale des instruments de pesage fabriqués, assemblés ou vérifiés par ce professionnel dont le domaine d'activité est caractérisé par :

Max : portée maximale de l'instrument de pesage dont la portée maximale est la plus grande.

e : valeur de l'échelon de vérification de l'instrument de pesage présentant le plus petit échelon de vérification.

a) Si la portée maximale Max est inférieure ou égale à 100 kg
La série de référence comprend toutes les masses-étalons, la plus petite étant égale à 0,1e, la plus grande étant égale à 20 kg. Cette série se compose d'un seul exemplaire pour chaque valeur de masse de la forme : 1, 2 ou 5 10ⁿ kg. Si Max < 20 kg, la plus forte masse est la valeur immédiatement inférieure à Max.

b) Si la portée maximale Max est supérieure à 100 kg

La série de référence comprend :

- une série de 0,1e à 20 kg, chaque masse en un seul exemplaire,
- une masse-étalon de référence pour chaque type de masse-étalon de travail détenue, jusqu'à 1 t.

Pour les masses de valeur nominale supérieure à 1 t, l'utilisation d'un ou plusieurs étalons de transfert faisant l'objet d'un étalonnage, par le détenteur, à durée limitée est tolérée (durée inférieure à 1 mois). Par exemple, pour étalonner une masse-étalon de travail de 2 t, les deux solutions suivantes sont acceptées :

- utiliser une masse-étalon de référence de 2 t possédant un certificat d'étalonnage BNM,
- utiliser une masse-étalon de référence de 1 t possédant un certificat d'étalonnage BNM et une masse-étalon de transfert de 1 t dont l'étalonnage en interne date de moins d'un mois. Un certificat d'étalonnage interne daté est obligatoire.

Les poids-étalons de référence et les masses-étalons de référence doivent toujours être conservés dans des coffrets à l'abri de l'humidité et dans un environnement protégé (sans choc, sans poussière, etc...).

REMARQUE : La série de masses-étalons de référence jusqu'à 20 kg peut être constituée par une série de poids-étalons bien adaptée aux besoins.

7.2. ETALONS DE TRAVAIL :

Les industriels, réparateurs, utilisateurs, organismes agréés ou notifiés disposent d'étalons de travail adaptés à leur domaine d'activité. L'étalonnage des étalons de travail est effectué selon les dispositions prévues au point 4 de la présente circulaire, leur classification doit être effectuée selon les dispositions prévues aux points 5 et 6 de la présente circulaire. L'annexe VII propose quelques procédures applicables en matière d'étalonnage.

Certains étalons de travail peuvent, après accord de la DRIRE, avoir des valeurs nominales différentes de 1, 2 ou 5 10^n kg. L'étalonnage de ces étalons de travail est effectué en utilisant la combinaison optimale d'étalons de référence de la forme : 1, 2 ou 5 10^n kg. La combinaison optimale est constituée par le nombre minimal de masses de la forme : 1, 2 ou 5 10^n kg. L'incertitude sur la masse de référence est obtenue en effectuant une somme arithmétique des incertitudes sur chaque masse de référence.

7.3. CAS PARTICULIER :

L'organisation de la fonction métrologique dans l'entreprise (NFX 07-010) prévoit que des détenteurs ou utilisateurs d'étalons de travail ne disposent pas obligatoirement d'étalons de référence (page 10 de la norme). Dans ce cas, tous les étalons de travail sont directement raccordés à la chaîne d'étalonnage BNM c'est-à-dire que l'étalonnage des étalons de travail est effectué dans un laboratoire accrédité BNM. Chaque étalon ou chaque série d'étalons de travail est accompagné d'un certificat d'étalonnage BNM.

8. CONDITION D'ADMISSION DES MASSES-ETALONS :

8.1. DISPOSITIONS GENERALES :

Les masses-étalons doivent faire l'objet d'une autorisation de construction et d'une autorisation de mise en service délivrée par les directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement.

8.2. AUTORISATION DE CONSTRUCTION :

L'autorisation de construction a pour but de vérifier que le modèle de masse-étalon satisfait aux prescriptions des chapitres 1 et 3.

La demande d'autorisation doit être accompagnée d'un plan précisant la forme, les dimensions, la matière constitutive et sa masse volumique, la valeur nominale, le nombre et l'emplacement des cavités d'ajustage et l'emplacement des inscriptions.

8.3. AUTORISATION DE MISE EN SERVICE :

L'autorisation de mise en service a pour but de vérifier que les masses-étalons satisfont aux prescriptions des chapitres 3, 4, 5 et 6.

La demande d'autorisation comprend :

- une copie de l'autorisation de construction,
- la définition de la classe de précision des masses, la classe de précision et le nombre maximal d'échelons des instruments de pesage susceptibles d'être vérifiés au moyen de ces masses-étalons.
- le certificat d'étalonnage qui doit être un certificat d'étalonnage BNM s'il s'agit d'étalons de référence ou d'étalons de travail dont l'étalonnage est prévu au point 4.4.a). Pour le cas prévu au point 4.4.b), le certificat d'étalonnage interne est établi par le détenteur des étalons qui en a lui-même effectué l'étalonnage.
- les conditions d'utilisation et d'entretien des masses-étalons.

L'autorisation de mise en service n'est accordée par la DRIRE que lorsque ses agents ont constaté que ces étalons sont adaptés au domaine d'activité du détenteur.

9. CONTROLE DES MASSES-ETALONS ET DES POIDS-ETALONS :

En dehors des périodes d'étalonnage définies au point 4.2., les agents des DRIRE peuvent exiger le contrôle des masses-étalons ou des poids-étalons.

La méthode et les moyens utilisés pour ce contrôle sont :

- ceux qui ont été employés pour l'étalonnage,
- ou tous les autres méthodes et moyens estimés suffisants par les agents chargés du contrôle.

Ces contrôles ont lieu notamment si les caractéristiques métrologiques des masses-étalons ou des poids-étalons peuvent être mises en cause (usure excessive, partie écaillée, résultat de pesage aberrant, etc...). Les frais en découlant sont à la charge du détenteur.

Les masses-étalons et les poids-étalons trouvés hors tolérance doivent être mis hors d'usage en vue d'un ajustage et d'un nouvel étalonnage.

10. DISPOSITION D'ORDRE PRAIQUE RECOMMANDEE :

Un dossier permettant de suivre l'évolution des masses-étalons (usure, importance de l'ajustage, valeur de la masse, etc...) est particulièrement recommandé.

Pour chaque masse-étalon, il doit comporter les informations suivantes :

- la classe de la masse,
- la constitution de la masse (matière, masse volumique, nom du constructeur...),
- les références des autorisations de construction et de mise en service,
- la date de la mise en service,
- la référence de la masse-étalon (le cas échéant),
- la valeur nominale,
- les valeurs de "n" et de la classe des instruments de pesage,
- les certificats d'étalonnage précisant la date des étalonnages successifs avec chaque fois la valeur de la masse, l'incertitude de l'étalonnage, la description du matériel utilisé, le nom de l'organisme et la signature de la personne qui a procédé à l'étalonnage.

11. MESURES DEROGATOIRES :

11.1. MASSES-ETALONS N° 1 (cf. annexe VI)

De nombreux professionnels du pesage utilisent des masses-étalons n° 1 présentées en annexe VI.

Fréquemment, ces masses-étalons sont utilisées pour effectuer l'ajustage ou la vérification d'instruments de pesage de 1500 échelons. C'est pourquoi, les exigences relatives à la qualité de ces masses restent minimales ; il y a lieu de s'assurer qu'elles sont suffisantes.

Certains professionnels apportent un soin particulier à ces masses-étalons qui, sous réserve d'être réétalonnées fréquemment (périodicité inférieure à un an) peuvent être utilisées pour l'ajustage et la vérification d'instruments de pesage présentant au plus 3000 échelons.

Afin de concilier les contraintes métrologiques et la situation économique de ce secteur d'activité, ces masses-étalons n° 1 sont autorisées pour l'ajustage et la vérification d'instruments de pesage présentant au plus 5000 échelons, sous réserve que :

- les propriétaires de ces masses-étalons s'engagent à les conserver dans un excellent état, de sorte que les résultats d'étalonnage ne soient pas entachés d'une erreur trop importante due aux masses-étalons utilisées,
- la périodicité d'étalonnage de ces masses soit toujours inférieure à une année (au début, une périodicité de six mois est recommandée),
- un dossier comprenant les certificats des étalonnages successifs de ces masses-étalons soit constitué.

Cette dérogation est accordée jusqu'au 31 décembre 1996. A cette date, une étude sera menée afin de juger si cette mesure doit être renouvelée ou pas. Pour ce faire, tous les éléments contenus dans les dossiers constitués par les propriétaires et utilisateurs de masses-étalons de ce type devront être pris en compte.

11.2. MASSES-ETALONS NUMEROS : 5, 6, 7, 8, 9, 10 et 11 :

Lorsque les masses-étalons sont classées en classe M' avec $n \leq 6000$ (masses numéros 5, 6, 7, 8 et 9) ou en classe F' avec $n \leq 10000$ (masses numéros 10 et 11), la manipulation à l'aide d'un chariot élévateur est interdite (points 6.3.2 et 6.3.3.). Toutefois, elle peut être autorisée à titre exceptionnel lorsque aucune autre solution n'existe et que toutes les précautions d'utilisation ont été prises.

11.3. ACCREDITATION PAR LE BUREAU NATIONAL DE METROLOGIE :

Le paragraphe 4.6 précise :

"- la mise en commun de moyens métrologiques de plusieurs utilisateurs de poids-étalons et de masses-étalons est acceptée sous réserve que le gérant des moyens métrologiques ait obtenu l'accréditation par le BNM",

Cependant, la procédure technico-administrative permettant d'obtenir l'accréditation par le BNM nécessite un délai qui n'est pas entièrement imputable au demandeur. C'est pourquoi, jusqu'au 1er septembre 1995, les demandes d'accréditation par le BNM seront aussi signalées à la sous-direction de la métrologie. Sans préjuger de la décision de la Commission Permanente d'Agrément du BNM, au vu du dossier technique et après enquête de la DRIRE une dérogation temporaire pourra être accordée par le sous-directeur de la métrologie pour l'application du point 4.6 de la présente circulaire. Les certificats d'étalonnage internes porteront la mention :

"CERTIFICAT D'ETALONNAGE INTERNE"
autorisation du sous-directeur de la métrologie
n° 92.00.600.RRR.4
limitée au : JJ/MM/AA"

Cette autorisation permet donc, jusqu'à la date limite, d'établir des certificats d'étalonnage internes pour les poids-étalons et les masses-étalons mis en commun au sein d'une coopérative, d'un groupement, d'une association, etc...

Dès que le demandeur a obtenu son accréditation BNM, il remplace le certificat d'étalonnage interne par un certificat d'étalonnage BNM.

12. DISPOSITIONS TRANSITOIRES :

1°) La présente circulaire s'applique à compter :

- de sa date de signature, en ce qui concerne les points 1.1, 1.2, 2, 3.1, 5, 8, 9 et 11,
- du 1er janvier 1993, au plus tard, pour les nouvelles acquisitions de poids-étalons et de masses-étalons (points 3.2, 3.3 et 10),
- du 1er janvier 1994, au plus tard, en ce qui concerne les points 1.3, 1.4, 1.5, 3.4, 4, 6 et 7,

2°) L'instruction n° 87.1.01.610.0.0 du 12 février 1987 sur les masses-étalons et les poids-étalons s'applique en tant que de besoin jusqu'à sa date d'abrogation fixée au 31 décembre 1993.

Pour le ministre de l'industrie et
du commerce extérieur
le directeur de l'action régionale
et de la petite et moyenne industrie



M. GERENTE

ANNEXE I

MESURES DE MASSE

Décret n° 75-312 du 9 avril 1975 réglementant la catégorie d'instruments de mesurage :
mesures de masse

(Journal officiel du 4 mai 1975, page 4536)

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre de l'industrie et de la recherche,

Vu la loi du 4 juillet 1837 modifiée relative aux poids et mesures ;

Vu le décret du 30 novembre 1944 portant réglementation d'administration publique en ce qui concerne le contrôle des instruments de mesure, et notamment son article 2 ;

Vu le décret n° 61-501 du 3 mai 1961 relatif aux unités de mesure et au contrôle des instruments de mesure, modifié par le décret n° 66-16 du 5 janvier 1966, et notamment son article 11 ;

Vu le décret n° 73-788 du 4 août 1973 portant application des prescriptions de la Communauté économique européenne relatives aux dispositions communes aux instruments de mesurage et aux méthodes de contrôle métrologiques ;

Le Conseil d'État (section des travaux publics) entendu,

Décète :

ARTICLE PREMIER. — Les mesures de masse ou « poids » sont des mesures matérialisées de la masse dont les caractéristiques métrologiques et techniques sont réglementées.

ART. 2. — Les poids sont caractérisés par leur masse conventionnelle.

La masse conventionnelle d'un poids est égale à la masse totale des poids de référence réalisés dans une matière de masse volumique 8 000 kilogrammes par mètre cube, qui équilibre la masse de ce poids, dans l'air de masse volumique 1,2 kilogramme par mètre cube, l'opération étant effectuée à 20 °C.

ART. 3. — Les poids sont répartis en sept classes : E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₂ et M₃, suivant leur degré de précision.

Pour les poids en service, la différence maximale tolérée entre la masse nominale et la masse conventionnelle est égale aux valeurs indiquées au tableau ci-après :

VALEURS NOMINALES	CLASSE E ₁	CLASSE E ₂	CLASSE F ₁	CLASSE F ₂	CLASSE M ₁	CLASSE M ₂	CLASSE M ₃
	en plus et en moins	en plus et en moins	en plus et en moins	en plus et en moins	en plus et en moins	en plus et en moins	en plus et en moins
	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
50 kilogrammes	25	75	250	750	2 500	8 000	25 000
20 kilogrammes	10	30	100	300	1 000	3 200	10 000
10 kilogrammes	5	15	50	150	500	1 600	5 000
5 kilogrammes	2,5	7,5	25	75	250	800	2 500
2 kilogrammes	1,0	3,0	10	30	100	400	1 000
1 kilogramme	0,50	1,5	5	15	50	200	500
500 grammes	0,25	0,75	2,5	7,5	25	100	300
200 grammes	0,10	0,30	1,0	3,0	10	50	100
100 grammes	0,05	0,15	0,5	1,5	5	30	100
50 grammes	0,030	0,10	0,30	1,0	3,0	30	100
20 grammes	0,025	0,080	0,25	0,8	2,5	20	50
10 grammes	0,020	0,060	0,20	0,6	2,0	20	50
5 grammes	0,015	0,050	0,15	0,5	1,5	10	50
2 grammes	0,012	0,040	0,12	0,4	1,2	5	»
1 gramme	0,010	0,030	0,10	0,3	1,0	5	»
500 milligrammes	0,008	0,025	0,08	0,25	0,8	5	»
200 milligrammes	0,006	0,020	0,06	0,20	0,6	4	»
100 milligrammes	0,005	0,015	0,05	0,15	0,5	3	»
50 milligrammes	0,004	0,012	0,04	0,12	0,4	»	»
20 milligrammes	0,003	0,010	0,03	0,10	0,3	»	»
10 milligrammes	0,002	0,008	0,025	0,08	0,25	»	»
5 milligrammes	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20	»	»
2 milligrammes	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20	»	»
1 milligramme	0,002	0,006	0,020	0,06	0,20	»	»

ART. 4. — En ce qui concerne les poids-carat en service dont les valeurs nominales sont exprimées en carats métriques, les erreurs maximales tolérées sont celles qui sont fixées à l'article 3 pour la classe M_1 .

ART. 5. — Les poids des classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 et certains poids de la classe M_2 définis par un arrêté prévu à l'article 9 sont soumis soit au contrôle C. E. E., soit au contrôle d'effet national.

Les poids de la classe M_3 et certains poids de la classe M_2 définis par un arrêté prévu à l'article 9 ainsi que les poids-carat ne peuvent être soumis qu'au contrôle d'effet national.

ART. 6. — Les poids soumis au contrôle Communauté économique européenne sont présentés à la vérification primitive Communauté économique européenne sans que leur constructeur ou leur importateur ait à faire une demande d'approbation de modèle. Les poids soumis au contrôle d'effet national sont soumis à l'approbation de modèle et à la vérification primitive d'effet national.

ART. 7. — La fabrication de poids à usage spécial, différents de ceux définis par les arrêtés prévus à l'article 9 ci-dessous, peut être autorisée par décision ministérielle.

Ces poids sont soumis à l'approbation de modèle d'effet national.

Lorsque leur valeur nominale est comprise entre les valeurs indiquées au tableau de l'article 3, les erreurs maximales tolérées sont celles qui sont affectées à la valeur immédiatement supérieure.

ART. 8. — Les poids des classes E_1 , E_2 , F_1 et F_2 sont dispensés de la vérification primitive lorsqu'ils ne sont pas utilisés à l'occasion des opérations prévues au paragraphe 1^{er} de l'article 12 du décret du 30 novembre 1944, ou à des fins intéressant la santé ou la sécurité publique.

ART. 9. — Des arrêtés du ministre de l'industrie et de la recherche préciseront les conditions de construction et de contrôle des poids.

ART. 10. — Le décret du 7 juillet 1910 concernant les poids-carat, le décret n° 65-488 du 18 juin 1965 et le décret n° 73-792 du 4 août 1973 ainsi que toutes les dispositions contraires au présent décret sont abrogés.

Toutefois, à titre transitoire et jusqu'à une date qui sera fixée par arrêté du ministre de l'industrie et de la recherche, les poids fabriqués avant la date de publication du présent décret demeureront soumis à la réglementation qui leur était applicable en ce qui concerne la vérification et le poinçonnage ainsi que les sanctions éventuelles.

ART. 11. — Le ministre de l'industrie et de la recherche est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 9 avril 1975.

Jacques CHIRAC.

Par le Premier ministre :

Le ministre de l'industrie et de la recherche,

Michel D'ORNANO.

ANNEXE II

TABLEAU DES ERREURS MAXIMALES TOLEREES SUR LES MASSES-ETALONS
 POUR LA VERIFICATION PRIMITIVE D'INSTRUMENTS
 DE CLASSES I, II et IIII
 (exprimées en grammes)

Instrument de pesage		Masses-étalons						
Classe	Nombre maximal d'échelons n	Classe	Valeur nominale					
			100 kg	200 kg	500 kg	1000 kg	2000 kg	5000 kg
IIII	1 000	M''	50	100	250	500	1 000	2 500
II	10 000	F'	3,3	6,6	16,5	33	66	165
II	30 000	F'	1,7	3,3	8,3	17	33	83
II	50 000	E'	1,0	2,0	5,0	10	20	50
II	70 000	E'	0,7	1,4	3,6	7,1	14	36
II	100 000	E'	0,5	1,0	2,5	5,0	10	25
I	100 000	E'	0,33	0,66	1,65	3,3	6,6	16,5
I	200 000	E'	0,17	0,33	0,83	1,7	3,3	8,3
I	500 000	E'	0,10	0,20	0,50	1,0	2,0	5,0
I	1 000 000	E'	0,05	0,10	0,25	0,5	1,0	2,5

ANNEXE III

TABLEAU DES ERREURS MAXIMALES TOLEREES SUR LES MASSES-ETALONS
 POUR LA VERIFICATION PRIMITIVE D'INSTRUMENTS
 DE CLASSE III
 (exprimées en grammes)

Instrument de pesage	Masses-étalons						
	Classe	Valeur nominale					
Nombre maximal d'échelons n		100 kg	200 kg	500 kg	1000 kg	2000 kg	5000 kg
1 000	M''	33	67	167	333	667	1 667
1 500	M''	22	44	111	222	444	1 111
2 000	M''	17	33	83	167	333	833
2 500	M''	17	33	83	167	333	833
3 000	M''	17	33	83	167	333	833
3 500	M'	14	29	71	143	286	714
4 000	M'	13	25	63	125	250	625
4 500	M'	11	22	56	111	222	555
5 000	M'	10	20	50	100	200	500
5 500	M'	9	18	45	91	182	455
6 000	M'	8	17	42	83	167	417
6 500	F'	8	15	38	77	154	385
7 000	F'	7	14	36	71	143	357
7 500	F'	7	13	33	67	133	333
8 000	F'	6	13	31	63	125	313
8 500	F'	6	12	29	59	118	294
9 000	F'	6	11	28	56	111	278
9 500	F'	5	11	26	53	105	263
10 000	F'	5	10	25	50	100	250

ANNEXE IV

TABLEAU DES ERREURS RELATIVES
MAXIMALES TOLEREES SUR LES MASSES-ETALONS

Instrument de classe	Nombre maximal d'échelons des instruments de pesage susceptibles d'être vérifiés avec les masses étalons en vérification primitive	Classe des masses étalons	Erreurs relatives maximales tolérées sur les masses-étalons	Masse Volumique en kg/m ³	
				Minimale	Maximale
IIII	1 000	M''	$5 \cdot 10^{-4}$	857	
III	1 000	M''	$3,3 \cdot 10^{-4}$	1 220	
III	3 000	M''	$1,7 \cdot 10^{-4}$	2 117	
III	5 000	M'	$1,0 \cdot 10^{-4}$	3 000	
III	6 000	M'	$0,8 \cdot 10^{-4}$	3 349	
III	10 000	F'	$0,5 \cdot 10^{-4}$	4 364	
II	10 000	F'	$3,3 \cdot 10^{-5}$	5 143	18 000
II	30 000	F'	$1,7 \cdot 10^{-5}$	6 261	11 077
II	50 000	E'	$1,0 \cdot 10^{-5}$	6 857	9 600
II	100 000	E'	$0,5 \cdot 10^{-5}$	7 385	8 727
I	100 000	E'	$3,3 \cdot 10^{-6}$	7 579	8 471
I	200 000	E'	$1,7 \cdot 10^{-6}$	7 784	8 348
I	500 000	E'	$1,0 \cdot 10^{-6}$	7 869	8 135
I	1 000 000	E'	$0,5 \cdot 10^{-6}$	7 934	8 067

Constitution des masses-étalons :

La notion de masse conventionnelle M_c se réfère à une matière de masse volumique $8\,000 \text{ kg m}^{-3}$. Si les étalons ont une masse volumique différente de $8\,000 \text{ kg m}^{-3}$, la différence entre leur masse et celle de l'étalon de masse volumique $8\,000 \text{ kg m}^{-3}$, varie en fonction de la masse volumique de l'air. Les valeurs de masse volumique minimale présentées dans la dernière colonne du tableau ci-dessus sont telles que l'utilisation de masse étalon dans de l'air de masse volumique comprise entre $1,08 \text{ kg m}^{-3}$ et $1,32 \text{ kg m}^{-3}$ ne provoque pas une erreur supplémentaire supérieure à 1/4 de l'erreur maximale tolérée.

CHOIX DE LA CLASSE DE PRECISION DES POIDS-ETALONS POUR LA VERIFICATION PRIMITIVE D'UN INSTRUMENT DE PESAGE

Classe des instruments à vérifier	Portée maximale de l'instrument inférieure ou égale à (en décagrammes)	Erreurs relatives		Erreurs maximales tolérées sur étalons de											Classe des poids													
		en 10 ⁻³	en 10 ⁻²	1 g	2 g	5 g	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	500 g	1 kg	2 kg		5 kg	10 kg	20 kg	50 kg									
				en microgrammes																								
III Ordinaire	100 e	10	3,3	3,3	6,6	17	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	M ₃			
	300 e	5	1,7	3,3	8,5	17	33	85	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170		330	850	
	500 e	3	1,0	1,0	2,0	5	10	20	50	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500		100	200	500
	1000 e	1,5	0,5	0,5	1,0	2,5	5	10	25	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250		50	100	250
III Moyenne	1000 e	10	3,3	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	M ₂			
	3000 e	5	1,7	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850		170	330	850
	5000 e	3	1,0	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500		100	200	500
	10000 e	1,5	0,5	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250		50	100	250
II Fine	10000 e	10	3,3	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	F ₂			
	30000 e	5	1,7	17	33	85	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850	170	330	850		170	330	850
	50000 e	3	1,0	10	20	50	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500		100	200	500
	100000 e	1,5	0,5	25	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100		250	50	100
I Spéciale	100000 e	10	3,3	17	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	E ₂		
	200000 e	5	1,7	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330		660	1700
	500000 e	3	1,0	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100		200	500
	1000000 e	1,5	0,5	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50		100	250
I Spéciale	1000000 e	10	3,3	17	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	E ₁		
	2000000 e	5	1,7	33	66	170	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330	660	1700	330		660	1700
	5000000 e	3	1,0	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100	200	500	100		200	500
	10000000 e	1,5	0,5	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50	100	250	50		100	250

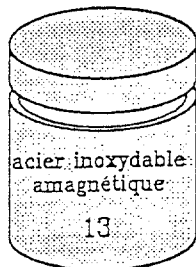
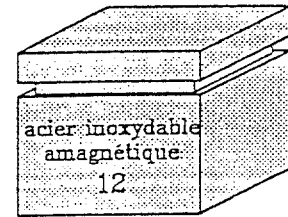
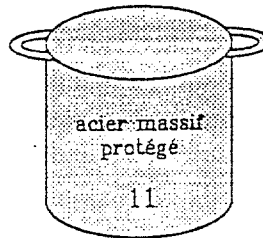
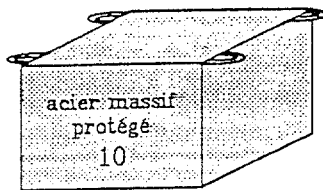
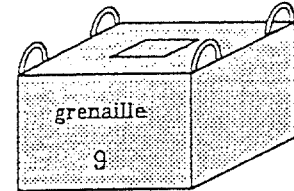
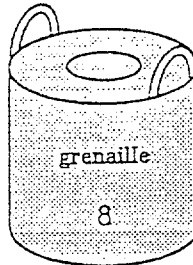
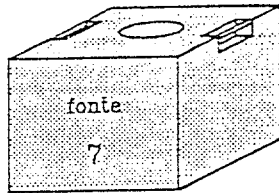
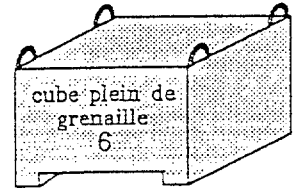
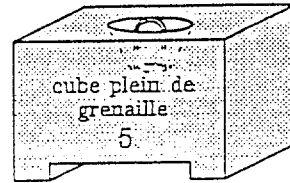
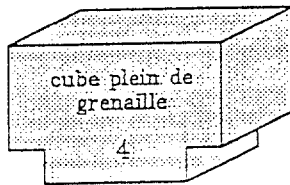
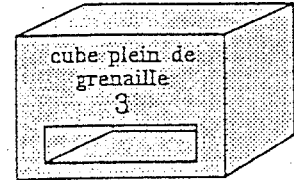
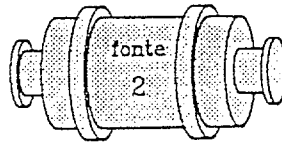
(1) Pour utiliser ce tableau, on remarquera que, dans la dernière colonne de droite, on a l'indication de la classe des poids à utiliser pour effectuer une vérification primitive d'un instrument de pesage dont la classe est donnée par la première colonne de gauche. Pour déterminer la classe de poids à utiliser, on procède à gauche de l'instrument, prendra parmi les quatre lignes celle dont la portée maximale indiquée est immédiatement supérieure à celle de l'instrument. Sur cette ligne, rejoindra la colonne correspondant à un poids égal ou compris entre 1/10 et 1/20 de la portée maximale. On se trouve sur une erreur maximale calculée et entre deux lignes pointillées délimitant, à l'extrême droite, la classe des poids à utiliser.

Exemple: soit un instrument de pesage de classe moyenne, de portée maximale 75 kg, gradué par 10 g (75000 décagrammes). On prend dans la précision moyenne la ligne de 10 000 e (75000 étant compris entre 5000 et 10000) et l'on cherche un poids compris entre 7,5 et 3,75 kg - donc le poids de 5 kg; à l'intersection de la ligne 10 000 e et de la colonne 5 kg, on lit 250 mg et l'on se trouve entre les deux lignes pointillées indiquant qu'il s'agit de la classe M₁.

ANNEXE VI



DIFFERENTS TYPES DE MASSES-ETALONS



ANNEXE VII

REFLEXIONS RELATIVES A L'ORGANISATION D'UN LABORATOIRE
POUR L'ETALONNAGE DE POIDS ET DE MASSES

Ces quelques réflexions ont pour objectif de fournir des informations aux industriels, aux réparateurs, aux organismes agréés ou notifiés ainsi qu'aux utilisateurs d'instruments de pesage.

Les informations très générales n'ont pas un caractère exhaustif et par conséquent les intéressés doivent prendre les initiatives qui permettront de satisfaire leur cas particulier sans s'éloigner des règles fondamentales régissant la fonction métrologique dans l'entreprise.

Qu'elle soit effectuée dans le cadre d'une accréditation par le Bureau National de Métrologie ou bien simplement limitée aux besoins de l'entreprise, une opération d'étalonnage de masses-étalons ou de poids-étalons nécessite la mise en oeuvre de moyens métrologiques et l'implication de techniciens ou d'ingénieurs capables d'appliquer les procédures d'étalonnage.

Les possibilités d'étalonnage d'un laboratoire d'étalonnage de masses ou de poids dépendent principalement, mais pas uniquement :

- du local qui doit être bien adapté à la métrologie, c'est-à-dire pour le moins, réservé aux opérations d'étalonnage, situé loin de toute source thermique ou de vibration (équipé de tables antivibratoires, si possible). La température et l'hygrométrie doivent être relativement stables, la pression atmosphérique doit pouvoir être mesurée, etc. L'influence des variations des principaux facteurs liés à l'environnement doit être déterminée.
- de l'équipement qui se compose d'une série de masses-étalons de référence et de poids-étalons de référence, d'une ou plusieurs séries de masses-étalons de travail et de poids-étalons de travail. Ces poids-étalons et ces masses-étalons doivent être parfaitement identifiés et bien séparés de tout ce qui n'a pas vocation à être utilisé pour l'étalonnage, le réglage, l'ajustage ou la vérification d'instruments de pesage. Le laboratoire est équipé d'un ou plusieurs dispositifs de transfert qui peut être, par exemple, un fléau, une balance, une bascule, un comparateur de masse, etc... Les principales caractéristiques métrologiques de ces instruments doivent être déterminées : fidélité, mobilité et sensibilité (le cas échéant), influence de l'excentration des masses, autres... .
- de la procédure d'étalonnage et du personnel chargé de sa mise en oeuvre. Le personnel compétent, formé pour assurer des opérations d'étalonnage met en oeuvre une procédure d'étalonnage et détermine les incertitudes d'étalonnage liées à cette procédure.

1. Laboratoire d'étalonnage accrédité par le Bureau National de Métrologie

Pour obtenir l'accréditation par le BNM, le responsable d'un laboratoire d'étalonnage doit constituer un dossier présentant, au minimum, les différents aspects évoqués ci-dessus. Ayant obtenu cette accréditation, le laboratoire peut effectuer des étalonnages, dans son domaine d'accréditation, pour des tiers ou pour ses besoins propres, et doit émettre un certificat d'étalonnage BNM portant, au moins, les incertitudes d'étalonnage. Ce laboratoire fait partie de la chaîne d'étalonnage "masse" mise en place par le BNM.

2. Laboratoire d'étalonnage non accrédité par le Bureau National de Métrologie

Ce laboratoire est raccordé à la chaîne d'étalonnage BNM s'il possède les masses-étalons de référence et poids-étalons de référence étalonnés par un laboratoire accrédité BNM. A l'aide de dispositifs de transfert adaptés à ses besoins, le laboratoire étalonne les masses-étalons de travail et poids-étalons de travail de son entreprise.

Les étalons de référence sont internes au laboratoire de l'entreprise. La compétence du laboratoire en ce qui concerne les étalonnages de masses et de poids est limitée à l'entreprise ; en conséquence, aucun étalonnage de masses ou de poids ne doit être effectué pour des tiers : sous-traitants, clients ou fournisseurs, etc...

3. Informations générales sur l'étalonnage d'un poids-étalon ou d'une masse-étalon

L'étalonnage d'un étalon de masse (poids ou masse) nécessite la mise en oeuvre d'une méthode d'étalonnage et l'exploitation des résultats de mesure. Différentes normes concernent ce dernier point (NF ISO 5725 : Fidélité des méthodes d'essai - section un : principes généraux et NF X 06.044 : traitement des résultats de mesure). Des stages de formation consacrés à ce thème existent déjà (organisés par les laboratoires accrédités BNM) et d'autres seront organisés.

Il est important de prendre conscience qu'un étalonnage est une opération difficile nécessitant beaucoup de minutie et de précautions. L'opérateur doit avoir reçu une formation adaptée qui lui permette en permanence, d'effectuer une analyse complète des différentes sources d'erreurs possibles dues notamment aux conditions d'environnement plus ou moins perturbé, aux conditions de mise en oeuvre de l'étalonnage (dispositifs de transfert utilisés pour l'étalonnage, étalons de référence, etc...), aux procédures d'étalonnage utilisées, etc...

Tenant compte de ces éléments, le traitement des résultats de mesure permet, pour un poids ou une masse donnée, d'obtenir la valeur conventionnelle de la masse M_c à laquelle il convient d'associer une incertitude d'étalonnage I . Le résultat final s'exprime sous la forme :

$$M_c \pm I$$

La valeur numérique I caractérise l'aptitude du laboratoire à effectuer des étalonnages.

Application pratique

L'exemple suivant est une étude incomplète qu'il convient de ne pas reproduire. L'expression de l'incertitude globale d'étalonnage I dépend de différentes incertitudes élémentaires ainsi que de la procédure d'étalonnage utilisée qui doit être choisie en fonction des possibilités du laboratoire et des moyens mis en oeuvre.

Pour une certaine procédure mise en oeuvre utilisant une balance à équilibre automatique à indication discontinue d'échelon d , pour laquelle l'opérateur a déterminé, pour une certaine masse, l'écart-type de répétabilité s , l'expression de I est :

$$I = k \sqrt{\frac{5}{4} s^2 + \frac{d^2}{12} + \frac{I_E^2}{4} + \dots}$$

où k est un coefficient de sécurité dépendant notamment du niveau de confiance choisi.

et I_E est l'incertitude d'étalonnage de l'étalon de référence utilisé, donnée par le laboratoire d'étalonnage accrédité BNM.

Exemple :

- . Le certificat d'étalonnage d'un poids-étalon de référence F_2 de valeur nominale $V_n = 1$ kg donne $0,999998$ kg \pm 5 mg
- . la balance utilisée a un échelon : $d = 1$ cg
- . le calcul de l'écart-type de répétabilité donne $s = 0,9$ cg
- . choix de $k = 2$ (à justifier) :

$$I = 2 \sqrt{\frac{5}{4} (81 + 9) + 7} \quad \text{mg}$$

$$I = 22 \text{ mg}$$

L'opérateur étalonne un poids-étalon de travail et obtient le résultat d'étalonnage : $1,00002$ kg \pm 22 mg. S'il répond au titre V de l'arrêté de 1975, ce poids peut être classé en M_1 . En effet, l'annexe I montre que pour la classe M_1 et $V_n = 1$ kg, on a $e_{mt} = \pm 50$ mg. Les deux inégalités 1) et 2) sont vérifiées.

Pour une autre procédure mise en oeuvre utilisant un fléau d'échelon div, pour laquelle l'opérateur a déterminé, pour une certaine masse, l'écart-type de répétabilité s , l'expression de I est :

$$I = k \sqrt{\frac{3}{2} \left[s^2 + \frac{\text{div}^2}{36} \right] + \frac{I_E^2}{4} + \dots}$$

où k est un coefficient de sécurité et I_E est l'incertitude d'étalonnage de l'étalon de référence.

Naturellement, la détermination de chaque formule n'est valable que pour des procédures d'étalonnage bien précisées et pour des analyses des causes d'incertitudes bien menées. Toute utilisation abusive ne pourrait conduire qu'à des aberrations dans l'expression du résultat de mesure :

$$M_c \pm I$$

4. Incertitude d'étalonnage et erreur maximale tolérée

L'étalonnage d'un poids-étalon ou d'une masse-étalon permet, selon le cas, deux utilisations possibles :

- soit en tant qu'étalon de référence de l'entreprise, permettant ainsi le raccordement aux étalons nationaux. Dans ce cas, l'étalon de référence est étalonné dans un laboratoire accrédité BNM qui délivre un certificat d'étalonnage BNM précisant $M_c \pm I$. Cet étalon de référence et son certificat d'étalonnage BNM sont utilisés pour l'étalonnage des étalons de travail.
- soit en tant qu'étalon de travail. Dans le cadre de la métrologie légale défini au point 1.2 de la présente circulaire, il peut être pratique et parfois il est obligatoire qu'un poids-étalon ou qu'une masse-étalon soit classé selon des paramètres présentés au point 6 page 13 et du respect des deux inégalités 1) et 2) :

$$\textcircled{1} \quad M_c + I \leq V_n + e_{mt}$$

$$\textcircled{2} \quad V_n - e_{mt} \leq M_c - I$$

Les valeurs des erreurs maximales tolérées sont fixées par des textes réglementaires et reprises dans les annexes I, II et III de la présente circulaire.

- l'incertitude d'étalonnage I est telle que l'une des inégalités n'est pas vérifiée. Il existe donc un risque pour que la valeur M_c ne soit pas à l'intérieur du domaine $[V_n - e_{mt} , V_n + e_{mt}]$; en conséquence, il est difficile d'utiliser cet étalon pour assurer une vérification d'instrument de pesage. Cependant, son utilisation en tant qu'étalon de référence est parfaitement justifiée en tenant compte de l'écart entre V_n et M_c , qu'il convient de corriger par une correction d'erreur systématique.

Exemple :

Le même poids $V_n = 2$ kg en classe E_2 est étalonné par le laboratoire.

. résultat d'étalonnage : $M_c = 2,0000028$ kg
 $I = 1,2$ mg

. $e_{mt} = \pm 3,0$ mg

. l'inégalité ① : $2,0000040$ kg \leq $2,0000030$ kg n'est pas vérifiée,

. l'inégalité ② : $1,9999970$ kg \leq $2,0000016$ kg est vérifiée.

En conséquence, il existe un risque non nul en cas d'utilisation de ce poids pour la vérification primitive d'un instrument de classe I comportant 200000 échelons. Par contre, ce poids peut être utilisé comme étalon de référence en prenant en compte la valeur d'étalonnage : $2,0000028$ kg \pm 1,2 mg.

5. Analyse d'un cas concret :

Un réparateur d'instrument de pesage intervient sur un instrument de classe III (Max = 75 kg, $e = 10$ g). Pour en assurer la vérification primitive, le réparateur doit utiliser des poids-étalons de travail de classe M_1 (cf. tableau annexe V). Pour étalonner ses poids-étalons de travail de $V_n = 20$ kg de classe M_1 , il doit posséder un poids-étalon de référence de $V_n = 20$ kg de classe F_2 , étalonné dans un laboratoire accrédité BNM. Le certificat d'étalonnage BNM précise : $20,000120$ kg \pm 150 mg ; l'erreur maximale tolérée sur le poids-étalon de travail M_1 est de 1000 mg. Pour respecter cette valeur, l'opérateur doit obtenir un résultat d'étalonnage avec une incertitude maximale de l'ordre de 500 mg.

a) choix d'un instrument de transfert :

A priori, le choix de l'instrument et celui de la procédure d'étalonnage doivent permettre d'obtenir une incertitude d'étalonnage proche de 500 mg.

Le réparateur dispose d'un fléau à bras égaux de portée maximale 50 kg. L'évaluation de ce fléau montre qu'à 20 kg la valeur de la division est $\text{div} = 1$ g et l'écart-type de répétabilité est $s = 2,2$ g.

En utilisant la procédure d'étalonnage (non décrite dans cette circulaire) du point 3 de la présente annexe avec $k = 2$, il obtient une incertitude d'étalonnage $I = 5,4$ g, ce qui permettrait de classer ce poids en classe M_3 . En conséquence, ce fléau ne convient pas.

Le réparateur achète une balance à équilibre automatique dont les caractéristiques métrologiques sont les suivantes : $Max = 25$ kg, $d = 0,2$ g. Il détermine l'écart-type de répétabilité à 20 kg et obtient le résultat $s = 0,18$ g. Mettant en place la procédure d'étalonnage du point 3 avec $k = 2$ et en utilisant le poids-étalon de référence F_2 , l'incertitude globale d'étalonnage est $I = 0,45$ g. En conséquence, le poids-étalon de travail est classé M_1 .

b) étalonnage, ajustage et classification :

L'étalonnage du poids-étalon de travail selon la procédure adaptée aux moyens mis en oeuvre et aux besoins, donne le résultat suivant : $19,99920$ kg $\pm 0,45$ g. Le tableau de l'annexe I précise $e_{mt} = \pm 1$ g, donc I est inférieur à $\frac{1}{2} e_{mt}$.

Cependant $V_n - M_c = 0,8$ g est très supérieur à $\frac{1}{2} e_{mt}$ et, en conséquence :

- . l'inégalité ① est satisfaite : $19,99965$ kg $\leq 20,00100$ kg
- . l'inégalité ② : $19,99900$ kg $\leq 19,99875$ kg, n'est pas satisfaite.

Ce poids-étalon de travail nécessite un ajustage qui augmentera sa masse jusqu'à l'obtention d'une valeur plus proche de la valeur nominale $V_n = 20$ kg. A la suite de cet ajustage un nouvel étalonnage est nécessaire. Le résultat est le suivant : $20,00020$ kg $\pm 0,45$ g.

Les deux inégalités sont maintenant satisfaites, le poids-étalon de travail est conforme au titre V de l'arrêté de 1975, il peut donc être classé en M_1 .

Le réparateur établit un certificat d'étalonnage interne relatif au poids-étalon de travail, précisant la date de l'étalonnage et le résultat sous la forme $M_c \pm I$. En annexe, il indique que le résultat d'étalonnage et la conformité du poids-étalon de travail à l'arrêté de 1975 lui permettent de classer ce poids en M_1 .

c) conclusion :

Les points les plus importants de cette analyse sont les suivants :

- définir correctement les besoins,
- disposer d'un local adapté aux étalonnages,
- détenir un étalon de référence dont l'incertitude d'étalonnage est suffisante (par exemple un poids de classe F_2 pour étalonner un poids de classe M_1),

- disposer d'un instrument de transfert dont les caractéristiques métrologiques sont conformes aux besoins (l'opérateur doit les déterminer lui-même),
- mettre en place une procédure d'étalonnage,
- établir un document final.

6. Le document final associé aux poids-étalons et aux masses-étalons :

Le document final comprend deux parties :

a) le certificat d'étalonnage dont le contenu est défini dans la norme NF X 07.010 (page14).

- lorsqu'il s'agit d'étalons de référence, le certificat d'étalonnage BNM est établi par un laboratoire accrédité BNM,
- lorsqu'il s'agit d'étalons de travail, il est établi :
 - . soit par un laboratoire accrédité BNM, qui édite un certificat d'étalonnage BNM,
 - . soit par le laboratoire d'étalonnage du propriétaire des étalons, qui édite un certificat d'étalonnage interne.

b) Le document de classification :

Ce document est établi par le laboratoire d'étalonnage, en annexe du certificat d'étalonnage, au vu des prescriptions contenues dans la présente circulaire, du décret n° 75-312 du 9 avril 1975 et de l'arrêté du 11 juin 1975.

Il permet à un utilisateur dont la seule préoccupation est la vérification d'instruments de pesage de connaître immédiatement la classe de la masse-étalon ou du poids-étalon nécessaire pour effectuer cette vérification. Un même document peut être commun à une série ou plusieurs séries d'étalons. Leur identification doit exclure toute possibilité de confusion.

Exceptionnellement, si le laboratoire qui a effectué l'étalonnage n'a pas la volonté ou la capacité d'établir ce document, la DRIRE peut l'établir au vu des résultats d'étalonnage portés sur le certificat d'étalonnage et des prescriptions de la présente circulaire.

Ce document doit toujours être associé au certificat d'étalonnage.

---=---

ANNEXE VIII

-----°-----

CLASSE DE PRÉCISION DES POIDS-ÉTALONS EN FONCTION DE LA PORTÉE MAXIMALE DE L'INSTRUMENT DE PESAGE À CONTRÔLER

-----°-----

Pour déterminer la classe de précision des poids-étalons utilisés pour la vérification primitive d'un instrument de pesage à fonctionnement non automatique à échelon unique, l'annexe V de la présente circulaire est applicable. Les dispositions du point 6 de la circulaire réduisent le risque d'utilisation de poids-étalons hors des tolérances prévues par le décret n° 75-312 du 9 avril 1975 (annexe I).

Pour déterminer la classe de précision des poids-étalons nécessaires, il convient d'adopter les règles suivantes :

- la classe de précision des poids-étalons utilisés pour la vérification d'un IPFNA est choisie de sorte que les erreurs maximales tolérées sur les poids-étalons (annexe I) sont toujours inférieures ou égales au tiers de l'erreur maximale tolérée sur l'instrument de pesage, quelle que soit la charge,
- le point 5.3 s'applique, c'est-à-dire que lors de l'utilisation simultanée de plusieurs poids-étalons, leur combinaison est telle que la somme arithmétique des erreurs maximales tolérées sur les poids-étalons doit être inférieure ou égale au tiers de l'erreur maximale tolérée sur l'instrument de pesage.

La présente annexe comprend 3 tableaux présentant pour les IPFNA de classes I et II, la classe de précision des poids-étalons à utiliser en fonction de la portée maximale de l'instrument et du nombre d'échelons de vérification, dans les cas de vérification périodique et de vérification primitive. Un 3ème tableau concerne une application spécifique.

Il faut remarquer que ces tableaux peuvent ne pas coïncider exactement avec celui de l'annexe V notamment dans le cas d'utilisation de plusieurs poids de même valeur nominale (par exemple, 10 poids de 10 g au lieu d'un poids de 100 g). Cependant, leur utilisation est recommandée, car plus aisée.

Vérifications des instruments de pesage à fonctionnement non automatique de classe I.

1) Généralités

Les IPFNA de classe I nécessitent généralement pour leurs vérifications des poids-étalons de classes E₁ et E₂. Cependant, l'utilisation et l'étalonnage des poids de classes E₁ et E₂ sont des opérations particulièrement difficiles qui nécessitent une parfaite maîtrise des instruments et des conditions d'environnement (température, pression, hygrométrie, courants d'air, mais aussi l'environnement électromagnétique). Ces poids-étalons doivent toujours être accompagnés de certificats d'étalonnage BNM/FRETAC/COFRAC.

Ce certificat d'étalonnage précise la valeur de la masse conventionnelle M_c ainsi que l'incertitude d'étalonnage I. Pour classer ce poids-étalon il faut lire, en annexe I, la valeur de l'erreur maximale tolérée emt et s'assurer que :

$$I \leq \frac{emt}{2}$$

$$|V_n - M_c| \leq \frac{emt}{2}$$

EXEMPLE :

Un poids E₂ respecte les prescriptions du titre VII de l'arrêté du 11 juin 1975 avec V_n = 2 kg.

. L'étalonnage donne M_c = 2,0000014 kg

$$I = 1,2 \text{ mg}$$

. emt = ± 3,0 mg

Ce poids peut être classé E₂.

Cette partie de l'annexe VIII concerne les vérifications des instruments de pesage à fonctionnement non automatique de classe I. Cependant, il faut remarquer que la procédure présentée dans cette annexe pour les instruments de classe I n'est pas rigoureusement conforme à la procédure de vérification basée sur la détermination de l'erreur à l'aide de la méthode des seuils. En effet, cette méthode nécessite l'utilisation de poids-étalons de valeurs égales à $0,2e$ ou $0,1e$. Or, les instruments de classe I ayant des échelons e de valeurs faibles, il n'existe pas obligatoirement de poids-étalons correspondants (c'est-à-dire inférieur à 1 mg) c'est pourquoi, la procédure et les résultats proposés comportent une incertitude qu'il est illusoire de vouloir supprimer totalement.

2) Poids-étalons de classes E_1 et E_2 .

Sauf, peut-être, quelques cas exceptionnels, les poids-étalons de classe E_1 sont des étalons de référence détenus par quelques laboratoires, les fabricants et réparateurs d'instruments de classe I.

Le tableau n° 1 montre que, en théorie, de nombreux instruments de pesage de classe I ne pourraient pas être vérifiés. C'est pourquoi, il convient d'optimiser l'utilisation des poids étalonnés. Pour ce faire, deux dérogations relatives à l'utilisation des poids-étalons de classe E_2 sont acceptées.

Cependant, ces deux dérogations ne concernent que l'utilisation de poids-étalons pour vérifier les IPFNA. Elles ne peuvent en aucun cas s'appliquer à l'utilisation en tant que poids d'ajustage ou de réglage pour un IPFNA.

a) **Dérogation n° 1** : Utilisation de poids-étalons de classe E_2 à la place de poids-étalons de classe E_1 .

Les poids-étalons de classe E_2 sont toujours accompagnés de certificats d'étalonnage BNM/FRETAC spécifiant les valeurs de M_e et de l . En conséquence, l'écart par rapport à la valeur nominale $V_n - M_e$ peut-être pris en considération pour effectuer la vérification. Dans ce cas particulier, le poids-étalon E_2 peut-être utilisé à la place d'un poids-étalon E_1 si son incertitude d'étalonnage l est inférieure ou égale au tiers de l'emt de l'instrument de classe I, à la charge considérée. Cette considération a permis d'établir le tableau n° 3.

EXEMPLE : soit un IPFNA de classe I
Max = 2 kg $e = 2$ mg.

Le tableau n° 1 montre que, en vérification périodique, l'utilisation de poids-étalons de classe E_1 est nécessaire, par exemple le poids E_1 suivant :

$$E_1 = 1,9999997 \text{ kg} \pm 0,5 \text{ mg.}$$

En plaçant le poids-étalon E_1 sur la balance, l'indication ne doit être qu'une valeur comprise entre 1,999994 kg et 2,000006 kg, bornes incluses, car l'erreur maximale tolérée, en plus ou en moins est de 3 échelons, c'est-à-dire 6 mg.

Si le vérificateur ne dispose pas de poids de classe E_1 mais possède le poids-étalon E_2 suivant, de classe E_2 :

$$E_2 = 1,9999986 \text{ kg} \pm 1,5 \text{ mg}.$$

E_2 peut être utilisé en appliquant le raisonnement suivant :

L'erreur maximale tolérée sur la balance est 6 mg ; l'incertitude d'étalonnage de E_2 est 1,5 mg c'est-à-dire inférieure au tiers de l'emt de la balance. L'utilisation de E_2 est possible à condition de corriger de l'écart entre la valeur d'étalonnage et la valeur nominale c'est-à-dire 1,4 mg (2,000000 kg - 1,9999986 kg).

En plaçant le poids E_2 sur le plateau de la balance, les bornes s'obtiennent ainsi :

$$\text{a) } 2 \text{ kg} - 1,4 \text{ mg} - 6 \text{ mg} = 1,9999926 \text{ kg}$$

$$\text{b) } 2 \text{ kg} - 1,4 \text{ mg} + 6 \text{ mg} = 2,0000046 \text{ kg}$$

Pour que la balance soit acceptée en vérification périodique son indication ne doit être qu'une valeur comprise entre 1,999992 kg et 2,000004 kg bornes incluses.

Ce raisonnement peut s'appliquer dans tous les cas



proposés par le tableau n° 3.

b) Déroqation n° 2 : pseudo poids-étalons de classe E₂ utilisés à la place des poids-étalons de classe E₂

L'annexe VII de la circulaire masses-étalons et poids-étalons recommande de respecter les 2 inégalités suivantes :

$$l \leq \frac{emt}{2} \text{ et } |V_n - M_c| \leq \frac{emt}{2}$$

On appelle pseudo poids-étalon de classe E₂ un poids qui respecte les prescriptions du titre VII de l'arrêté du 11 juin 1975 (relatif aux poids E₂) et l'inégalité :

$$l \leq \frac{emt}{2}$$

Ce poids-étalon ne peut pas être classé en E₂ car il n'est pas convenablement ajusté. Cependant, son utilisation est acceptée pour vérifier une balance de classe I à condition de corriger de l'écart entre la valeur d'étalonnage et la valeur nominale : il sera classé "pseudo E₂".

EXEMPLE : soit un IPFNA de classe I

$$Max = 500 \text{ g} \quad e = 1 \text{ mg}$$

Le tableau n° 1 montre que, en vérification périodique, l'utilisation d'un poids-étalon de classe E₂ est nécessaire.

Le vérificateur ne dispose pas de poids de classe E₂, mais un "pseudo E₂".

$$Pseudo E_2 = 499,9989 \text{ g} \pm 0,3 \text{ mg}$$

- ce poids est conforme au titre VII de l'arrêté du 11 juin 1975,
- son incertitude d'étalonnage est 0,3 mg :

0,3 mg est inférieur à $\frac{emt}{2} = 0,375 \text{ mg}$ (emt est la valeur relevée dans le tableau de l'annexe I)

- mais $|V_n - M_c| = 1,1 \text{ mg} > 0,375 \text{ mg}$.

Si l'ajustage n'est pas possible, ce poids est classé "pseudo E_2 ".

La vérification de la balance est effectuée en tenant compte des considérations suivantes :

à 500 g, l'erreur maximale tolérée pour la balance est ± 3 mg

$$\text{on a bien : } 0,3 \text{ mg} \leq \frac{1}{3} \times 3 \text{ mg}$$
$$0,3 \text{ mg} \leq 1 \text{ mg}$$

en plaçant le poids "pseudo E_2 " sur le plateau de la balance, il faut corriger de l'écart entre la valeur d'étalonnage et la valeur nominale c'est-à-dire 1,1 mg (500 g - 499,9989 g). Les bornes sont les suivantes :

$$500 \text{ g} - 1,1 \text{ mg} - 3 \text{ mg} = 499,9959 \text{ g}$$

$$500 \text{ g} - 1,1 \text{ mg} + 3 \text{ mg} = 500,0019 \text{ g}$$

Pour que la balance soit acceptée en vérification périodique, son indication ne doit être qu'une valeur comprise entre 499,996 g et 500,002 g.

TABLEAU N° 1

IPFNA - Classe I - Echelon unique

Nombre d'échelons inférieur ou égal à	Vérification primitive Vérification après réparation					Vérification périodique				
	Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à					Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à				
	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g
100 000	E ₁	E ₁	E ₁	E ₂	E ₂	E ₁	E ₂	E ₂	F ₁	F ₁
300 000		E ₁	E ₁	E ₁	E ₂		E ₁	E ₁	E ₂	E ₂
500 000			E ₁	E ₁	E ₁			E ₁	E ₁	E ₂
1 000 000				E ₁	E ₁				E ₁	E ₁

TABLEAU N° 2

IPFNA - Classe II - Echelon unique

Nombre d'échelons inférieur ou égal à	Vérification primitive Vérification après réparation					Vérification périodique				
	Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à					Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à				
	0,1 g	20 g	50 g	100 g	200 g	0,1 g	20 g	50 g	100 g	200 g
10 000	F ₁	F ₁	F ₁	F ₂	F ₂	F ₁	F ₂	F ₂	M ₁	M ₁
30 000		F ₁	F ₁	F ₁	F ₂		F ₁	F ₁	F ₂	F ₂
50 000			F ₁	F ₁	F ₁			F ₁	F ₁	F ₂
100 000				F ₁	F ₁				F ₁	F ₁

TABLEAU N° 3

IPFNA - Classe I - Echelon unique

Nombre d'échelons inférieur ou égal à	Vérification primitive Vérification après réparation					Vérification périodique				
	Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à					Portée maximale de l'IPFNA supérieure ou égale à				
	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g
100 000	E ₁	E ₂	E ₂	E ₂	E ₂	E ₂	E ₂	E ₂	F ₁	F ₁
300 000		E ₁	E ₁	E ₂	E ₂		E ₂	E ₂	E ₂	E ₂
500 000			E ₁	E ₁	E ₂			E ₂	E ₂	E ₂
1 000 000				E ₁	E ₁				E ₂	E ₂

E₂

dans ces cas là, les poids-étalons E₂ peuvent être utilisés à condition de prendre en considération l'écart $V_n - M_c$. Sinon, les poids-étalons E₁ doivent être utilisés.

E₂

dans ces cas là, peuvent être utilisés :
 - les poids-étalons E₂
 - les pseudo E₂ à condition de prendre en considération l'écart $V_n - M_c$.