

RECOMMANDATION
INTERNATIONALE

OIML R 111-2

Édition 2004 (F)

Poids des classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 ,
 M_{2-3} et M_3 .

Partie 2: Format du rapport d'essais

Weights of classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} and M_3 .

Part 2: Test report format



Sommaire

Avant-Propos	3
Notes explicatives	3
Information générale sur le type	4
Résumé de la classification.....	5
Liste de controle – Exigences générales pour toutes classes de poids	6
Liste De Controle – Poids De Classes E_1 Et E_2	8
Liste De Controle – Poids De Classes F_1 Et F_2	10
Liste De Controle – Poids $M_1, M_{1-2}, M_2, M_{2-3}$ Et M_3	12
Etat de surface	16
Magnetisation	17
Susceptibilite	18
Determination de la densite – Méthode A	19
Verification de la densite – Méthode B	21
Valeurs limites de densite	22
Determination de la densite – Méthode C.....	23
Determination de la densite – Méthode D	24
Determination de la densite – Méthode E.....	25
Determination de la densite – Méthode F	26
Comparaison du poids à tester avec un poids de référence et cycle Abba.....	27
Comparaison du poids à tester avec un poids de référence et cycle Aba.....	28
Comparaison du poids à tester avec un poids de référence et cycle $Ab_1 \dots B_n a$	29
Comparaison du poids à tester avec un poids de référence et cycle $Ab_1 \dots B_n a$	30
Incertitude type du procede de pesee, U_w ,	31
Incertitude du poids de reference, $U(M_{cr})$,	33
Incertitude type sur la correction de la poussee de l'air, U_b ,	34
Incertitude type de la balance, U_{ba} ,	36
Incertitude élargie, $U(M_{ct})$,	37

AVANT-PROPOS

L'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif premier est d'harmoniser les réglementations et les contrôles métrologiques appliqués par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses États Membres.

Les deux principales catégories de publications OIML sont :

- **les Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité; les États Membres de l'OIML doivent mettre ces Recommandations en application dans toute la mesure du possible;
- **les Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à améliorer l'activité des services de métrologie.

Les projets de Recommandations et Documents OIML sont élaborés par des comités techniques ou sous-comités composés d'États Membres. Certaines institutions internationales et régionales y participent aussi sur une base consultative.

Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, comme l'ISO et l'IEC, pour éviter des prescriptions contradictoires; en conséquence les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales et Documents Internationaux sont publiés en français (F) et en anglais (E) et sont périodiquement soumis à révision.

La présente publication – référence OIML R 111, édition 2004 (F) – a été élaborée par le sous-comité OIML TC 9/SC 3 «Poids».

Les publications de l'OIML peuvent être téléchargées à partir du site de l'OIML au format pdf. Des informations complémentaires sur les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation :

Bureau International de Métrologie Légale
11, rue Turgot - 75009 Paris - France
Telephone: 33 (0)1 48 78 12 82
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

Notes explicatives

Cette annexe est obligatoire dans le cadre du chapitre 15.1 de R 111-1.

Pour chaque essai, le “résumé d’examen de type” et la « liste de contrôle » appropriée doivent être complétés conformément à cet exemple :

Essai réalisé	Succès	Échec
Lorsque le poids a passé l’essai	X	
Lorsque le poids a échoué à l’essai :		X
Lorsque l’essai n’est pas applicable :	/	/

Les espaces laissés blancs dans les cases des rubriques du rapport devraient toujours être remplis conformément à l’exemple suivant :

	Au début	A la fin	
Température:	20.5	20.6	°C
Humidité relative:			%
Température de rosée:			°C
Pression barométrique:			hPa
Densité de l’air:			kg m ⁻³
Heure:	11:55	12:08	hh:mm

“Date” dans les rapports d’essais, fait référence à la date à laquelle l’essai a été réalisé.

Poids de classes E₁, E₂, F₁, F₂, M₁, M₁₋₂, M₂, M₂₋₃ et M₃

Information générale sur le type

Demande no.:

Désignation du type:

Classe d'exactitude:
Selon le fabricant

E₁

E₂

F₁

F₂

M₁

M₁₋₂

M₂

M₂₋₃

M₃

Jeu de poids présenté:

no. d'identification :

Date du rapport:

Observateur:

Utiliser cet espace pour les remarques et informations additionnelles (boite de poids, équipement supplémentaire)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Résumé de la classification

Demande no.:

Désignation du type:

Jeu de poids classifié
comme:

	Essais	Page du rapport	Succès	Échec	Classe	Remarques
	Liste de contrôle					
1	Etat de surface					
2	Magnétisme					
3	Densité					
4	Etalonnage					

Succès ou échec indique que la ou les poids, ou le jeu de poids, ont passé avec succès ou non la classe d’exactitude demandée par le fabricant.

Le [insérer le nom du laboratoire] a déterminé que l’utilisation de ces poids ou jeux de poids à une altitude ou la densité de l’air s’écarte de 10 % de sa valeur normale, telle qu’on l’observerait à des altitudes supérieures [utiliser ici les données de l’étalon . . .], peut affecter l’erreur de mesurage.

Remarques :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

LISTE DE CONTROLE – Exigences générales pour toutes classes de poids

Demande no.:

Désignation du type:

Jeu de poids classifié
comme:

Utiliser une seule liste de contrôle pour un jeu de poids. Ne pas utiliser de liste de contrôle séparée pour chaque poids lorsqu'on classe un jeu entier. Il est suffisant de lister les différences pour des poids individuels dans la colonne « Remarques ».

R 111-1 ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarques
4	Unités et valeurs nominales des poids			
4.1	Unités			
	Unité de masse en milligramme (mg), gramme, (g) or kilogramme (kg)			
	Unité de densité en kilogramme par mètre cube (kg m^{-3})			
4.2	Valeurs nominales			
	1×10^n , 2×10^n , or 5×10^n			
4.3.1	La séquences des poids est :			
	$(1;1;2;5) \times 10^n$			
	$(1;1;1;2;5) \times 10^n$			
	$(1;2;2;5) \times 10^n$ or			
	$(1;1;2;2;5) \times 10^n$			
4.3.2	Le jeu de poids est constitué de n poids de valeur nominale x			
	$n =$			
	$x =$			
5	Erreurs maximales tolérées lors de la vérification			
5.1.1	Tableau 1 EMT pour les poids			
5.2	Incertitude élargie: $U(k = 2) \leq 1/3$ EMT au Tableau 1			
5.3.1	la masse conventionnelle ne doit pas différer de la valeur nominale de plus que l'erreur maximale tolérée moins l'incertitude élargie			
6	Forme			
6.1	Généralités			
6.1.1	Forme géométrique simple			
	Pas d'arrêtes vives ou de coins			
	Pas de creux prononcés			
6.1.2	Les poids d'un jeu ont la même forme			
6.2	Poids ≤ 1 g			
6.2.1	Poids < 1 g:			
	feuilles polygonales plates ou fils			
	Forme indicative de la valeur nominale			

R 111-1 ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarques
6.2.2	Poids de 1 g :			
	Feuilles polygonales plates ou fils			
	En l'absence de marquage, forme indicative de la valeur nominale conformément au Tableau 2			
6.2.3	une séquence de poids de formes différentes ne doit pas être insérée entre deux séquences de masses qui ont la même forme			
6.3	Poids de 1 g à 50 kg :			
6.3.1	Poids de 1 g: forme de multiples de 1 g ou forme de sous multiples de poids de 1g.			
6.3.2	Dimensions conformes à celles données en Annexe A			
6.3.2.1	Peuvent avoir un corps cylindrique ou légèrement tronconique, dont la hauteur doit être entre 3/4 et 5/4 de son diamètre moyen			
6.3.2.2	Peuvent avoir un bouton de préhension d'une hauteur comprise entre 0.5 × et 1 × le diamètre moyen du corps.			
6.3.3	Poids de 5 kg à 50 kg :			
	Peuvent avoir une forme adaptée à la leur méthode de manipulation			
	Au lieu d'un bouton de préhension, peuvent avoir un dispositif de préhension rigide (ex. axes, poignées, crochets ou œillets, etc.)			
6.4	Poids de 50 kg et plus :			
6.4.1	Forme permettant un stockage et une manipulation sûrs			
6.4.2	Peuvent avoir un dispositif de préhension rigide (ex. axes, poignées, crochets ou œillets, etc.)			
8	Matériau			
8.1	Résistant à la corrosion			
	Qualité du matériau assurant que l'altération de la masse des poids reste négligeable par rapport aux erreurs maximales tolérées, dans des conditions normales d'utilisation			
10	Densité			
10.1	La densité du matériau utilisé pour les poids doit être tel qu'un écart de 10 % à la densité de l'air ($1,2 \text{ kg m}^{-3}$) n'entraîne pas une erreur excédant 1/4 des EMT, voir tableau 5.			
11	Etat de surface			
11.1	Etat de surface tel que l'altération de la masse des poids reste négligeable par rapport aux erreurs maximales tolérées			
11.1.1	Surface des poids (base et coins inclus) lisse et bords arrondis			
13	Marquages			
13.1	Généralités			
13.1.2	Marquages des poids dupliqués ou triplés conformes aux exigences			

LISTE DE CONTROLE – Poids E₁ et E₂

R 111-1 ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
7	Construction			
7.1.1	Poids de classes E ₁ et E ₂ de 1 mg à 50 kg : Matériau massif et sans cavité			
7.1.2.1	Poids de classe E ₂ supérieures à 50 kg : Cavité d'ajustage conforme aux exigences			
7.1.2.2	Poids de classe E ₂ supérieures à 50 kg : Volume laissé vide conforme aux exigences			
8	Matériau			
8.2.1	Pour les poids de 1 g ou plus, la dureté du matériau et sa résistance à l'usure doivent être similaires ou meilleures que celle de l'acier inoxydable austénitique ¹			
9	Magnétisme			
9.1	Conforme aux exigences de polarisation du Tableau 3			
9.2	Conforme aux exigences de susceptibilité du Tableau 4			
10	Densité			
10.2.2	Les poids doivent être utilisées à une altitude > 330 m: La densité et l'incertitude associée sont documentées			
11	Etat de surface			
11.1.2	Surface non poreuse Surface présentant un aspect brillant lorsque examinée visuellement			
12	Ajustage			
12.1	Conformité aux exigences d'état de surface après le procédé d'ajustage			
13	Marquages			
13.1	Valeur nominale - Tableau 7			
13.2	Poids de classes E ₁ et E ₂ Classe E ₁ ou E ₂ indiquée sur le couvercle Les poids de classe E ₂ peuvent porter un point excentré sur la surface supérieure afin de les distinguer des poids de classe E ₁ . Qualité de l'état de surface et stabilité du poids non affectés par les marquages ou par le procédé de marquage			
13.6	Marque utilisateur conformément au Tableau 7			
14	Présentation			
14.1.1	Le couvercle de la boîte contenant les poids doit être marqué afin d'indiquer leur classe sous la forme E ₁ ou E ₂			
14.1.2	Les poids appartenant à un même jeu ont la même classe d'exactitude			

¹ Basé sur les données du fabricant ou mesuré sur une éprouvette de même alliage que la masse étalon. l'acier inoxydable austénitique a généralement une dureté comprise dans l'intervalle 160 – 200 HV. Référence: R.B. Ross, Metallic materials specification handbook (1972).

R 111-1 ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
14.2.1	Protégés contre les détériorations et dommages dus aux chocs ou aux vibrations			
	Boîtes faites de bois, plastique ou tout matériau approprié, ayant des logements individuels.			
14.2.2	Moyens de préhension de manière à ne pas rayer ni modifier la surface de la masse			
15	Soumission aux contrôles métrologiques			
15.2.2.1	Pour les poids de classe E ₁ le certificat doit indiquer :			
	- la masse conventionnelle, m_c			
	- l'incertitude élargie, U			
	- le facteur d'élargissement, k			
	- la densité ou le volume			
	- une indication sur le fait que la densité a été mesurée ou estimée			
15.2.2.2	Pour les poids de classe E ₂ le certificat doit indiquer :			
	- la masse conventionnelle, m_c			
	- l'incertitude élargie, U			
	- le facteur d'élargissement, k			
	ou les informations requises pour les certificats d'étalonnage des poids de classe E ₁			
16	Marques de contrôle			
16.2.1	Les marques de contrôles peuvent être apposées sur la boîte			
16.2.2	Certificat d'étalonnage délivré par les autorités métrologiques			

LISTE DE CONTROLE – Poids F₁ et F₂

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
7	Construction			
7.2	Poids constitués d'une ou plusieurs pièces d'un même matériau			
7.2.1	Poids F ₁ et F ₂ de 1 g à 50 kg			
7.2.1.1	Cavité d'ajustage conforme aux exigences			
7.2.1.2	Volume laissé vide conforme aux exigences			
7.2.2	Poids F ₁ et F ₂ de plus de 50 kg			
	Boite suffisamment rigide et étanche à l'air			
	Le rapport masse/volume répond aux exigences de densité données au Tableau 5			
7.2.2.1	Cavité d'ajustage conforme aux exigences			
7.2.2.2	Volume laissé vide conforme aux exigences			
8	Matériau			
8.3	La surface des poids ≥ 1 g peut avoir un revêtement métallique			
8.3.1	La dureté des poids ≥ 1 g au moins égale à celle du laiton étiré ²			
	La friabilité des poids ≥ 1 g au moins égale à celle du laiton étiré ³			
8.3.2	Dureté et friabilité de tout le corps ou des surfaces externes des poids ≥ 50 kg au moins égale à celle de l'acier inoxydable			
9	Magnétisme			
9.1	Conforme aux exigences de polarisation du Tableau 3			
9.2	Conforme aux exigences de susceptibilité du Table 4			
10	Densité			
10.2.2	Poids F ₁ destinées à être utilisées à une altitude > 800 m: La densité et l'incertitude associée sont documentées			
11	Etat de surface			
11.1.2	Surface non poreuse			
	Surface présentant un aspect brillant lorsque examinée visuellement			
12	Ajustage			
12.2	Ajustage avec une méthode n'altérant pas la surface			
	Poids ajustés avec le même matériau que celui qui les constitue ou avec de l'acier inoxydable, du laiton, de l'étain, du molybdène ou du tungstène.			

² Basé sur les données du fabricant ou mesuré sur une éprouvette de même alliage que le poids.

³ Normalement pas testé. Basé sur les données du fabricant. La friabilité du laiton est normalement dans l'intervalle 28-100 (Impact [J])

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
13	Marquages			
13.3	Tous les poids de classe F de 1 g ou plus : indication de leur valeur nominale par brunissage ou gravure conformément au 13.1 (non suivie du nom ou du symbole de l'unité)			
13.3.1	Poids de classe F_1 : aucune référence de classe			
13.3.2	Poids de classe $F_2 \geq 1$ g: référence de classe sous la forme d'un « F » avec l'indication de valeur nominale			
13.6	Marque utilisateur selon Tableau 7			
14	Présentation			
14.1.1	Couvercles des boîtes de poids marqués pour indiquer leur classe sous la forme "F ₁ " or "F ₂ "			
14.1.2	Les poids d'un jeu ont la même classe d'exactitude			
14.2.1	Protégés contre les détériorations et dommages dus aux chocs ou aux vibrations			
	Boîtes faites de bois, plastique ou tout matériau approprié, ayant des logements individuels.			
14.2.2	Moyens de préhension de manière à ne pas rayer ni modifier la surface du poids			
16	Marques de contrôles			
16.3.1	Poids de classe F_1 : Si les poids sont sujets à des contrôles métrologiques, la marque de contrôle appropriée doit être apposée sur la boîte les contenant			
16.3.2	Poids de classe F_2 : Si des poids cylindriques de classe F_2 sont sujets à des contrôles métrologiques, la marque de contrôle appropriée doit être apposée sur le scellement de la cavité d'ajustage. Pour les poids sans cavité d'ajustage, les marques de contrôles doivent être apposées à leur base			

LISTE DE CONTROLE – Poids M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} et M_3

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
6	Forme			
6.3.4	Les poids de 5 kg à 50 kg peuvent avoir la forme de parallélépipèdes rectangles avec des bords arrondis et une poignée rigide. Figures A.2 et A.3.			
6.4.3	Poids > 50 kg équipées de chemins de roulement ou de rainures de surface limitée, si elles sont destinées à être utilisées sur un sol plat ou sur des rails			
7	Construction			
7.3.1	Poids de classes M_1 , M_2 et M_3 de 1 g à 50 kg			
7.3.1.1	1 g à 10 g: massive, pas de cavité d'ajustage			
	20 g à 50 g: cavités d'ajustages optionnelles			
	100 g to 50 kg: doivent avoir une cavité d'ajustage (sauf lorsque c'est optionnel pour les poids des classes M_1 et M_2 de 20 g à 200 g en acier inoxydable)			
	Cavité conçue de manière à éviter l'accumulation de débris			
	Volume de cavité $\leq \frac{1}{4}$ du volume total du poids			
7.3.1.2	Approximativement la moitié du volume de la cavité d'ajustage est vide après ajustage initial			
7.3.2	Poids cylindriques de 100 g à 50 kg:			
	Cavité d'ajustage conforme aux exigences			
	La cavité peut être scellée avec les moyens appropriés			
7.3.3	Poids parallélépipédiques rectangles de 5 kg à 50 kg: doivent avoir une cavité d'ajustement bien située			
7.3.3.1	La cavité d'un poids à poignée tubulaire peut être fermée avec des moyens appropriés			
7.3.3.2	La cavité d'ajustage moulée à l'intérieur d'un montant et débouchant sur le côté ou sur la face supérieure du montant peut être scellée avec des moyens appropriés			
7.3.4	Poids de classes M_1 , M_2 et M_3 > 50 kg et tous les poids de classes M_{1-2} et M_{2-3}			
7.3.4	Ne doivent pas avoir de cavités susceptibles d'entraîner l'accumulation rapide de poussière ou de débris.			
7.3.4.1	La cavité d'ajustage répond aux exigences			
7.3.4.2	Au moins un tiers du volume total de la cavité doit être vide après ajustage initial			
8	Materiau			
8.4	Poids de classes M_1 , M_2 et M_3 \leq 50 kg			
	Poids \geq 1 g peuvent être traités avec un revêtement adapté pour améliorer leur résistance à la corrosion ou leur dureté			
8.4.1	Poids de classe M de moins de 1 g doivent être faits d'un matériau suffisamment résistant à la corrosion et à l'oxydation			

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
8.4.2	Poids cylindriques de classe M ₁ de moins de 5 kg et ceux de classes M ₂ et M ₃ de moins de 100 g doivent être faits de laiton ou d'un matériau dont la dureté et la résistance à la corrosion est similaire ou meilleure			
	autres poids cylindriques de classes M ₁ , M ₂ et M ₃ de 50 kg ou moins, doivent être faits de fonte grise ou d'un autre matériau dont la friabilité et la résistance à la corrosion est similaire ou meilleure			
8.4.3	Poids de forme parallélépipédique rectangle de 5 kg à 50kg : faits d'un matériau dont la résistance à la corrosion et la friabilité sont similaires ou meilleures que celle de la fonte grise..			
8.4.4	Poignées des poids de forme parallélépipédique rectangle faites d'acier sans soudure ou de fonte, solidaires du corps du poids.			
8.5	Poids de classes M ₁ , M ₂ et M ₃ > 50 kg Tous poids de classes M ₁₋₂ et M ₂₋₃			
8.5.1	La surface des poids peut être traitée avec un revêtement, afin d'améliorer leur résistance à la corrosion et de permettre de résister aux chocs et aux conditions climatiques extérieures			
8.5.2	Le matériau a une résistance à la corrosion au moins égale à celle de la fonte grise			
8.5.3	Le matériau doit être d'une dureté et d'une résistance telle qu'il peut supporter les charges et chocs inhérents aux conditions normales d'utilisation			
8.5.4	Les poignées des poids parallélépipédiques rectangles doivent être faites de tubes d'acier non soudé ou de fonte, solidaires du corps de la masse			
9	Magnétisme			
9.1	Conforme aux exigences de polarisation du Tableau 3			
11	Etat de surface			
11.1.3	Poids cylindriques de classes M ₁ , M ₂ et M ₃ de 1 g à 50 kg : surface lisse et non poreuse lorsqu'examinée visuellement			
	Poids moulés de classes M ₁ , M ₂ et M ₃ de 100 g à 50 kg et tous poids de classes M ₁₋₂ et M ₂₋₃ de plus de 50 kg : finition de surface similaire à celle de la fonte grise soigneusement coulée en moule de sable fin			
12	Ajustage			
12.3.1	Poids de 1 mg à 1 g faites d'une fine feuille et ceux faits d'un fil : ajustage par coupage, abrasion ou polissage.			
12.3.2	Poids cylindriques n'ayant pas de cavité d'ajustage : ajustées par rectifiage			
12.3.3	Poids disposant d'une cavité d'ajustage ajustés en ajoutant ou en retirant un matériau métallique et dense : dans le cas où il n'est plus possible de retirer du matériau, l'ajustage se fait par rectifiage.			

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
13	Marquages			
13.4.1	Poids rectangulaires de 5 kg à 5000 kg : indication de la valeur nominale, suivi du symbole « kg » en creux ou en relief sur le corps de la masse			
13.4.2	Poids cylindriques de 1 g à 5000 kg : indication de la valeur nominale, suivie par le symbole « g » ou « kg », en creux ou en relief sur le bouton			
	Poids cylindriques de 500 g à 5000 kg : indication peut être reproduite sur la surface cylindrique du corps de la masse.			
13.4.3	Poids de classe M ₁ : « M ₁ » ou « M », marqué en creux ou en relief, avec l'indication de la valeur nominale			
	Poids M ₁ rectangulaires peuvent porter la marque du fabricant en creux ou en relief sur la partie centrale			
13.4.4	Poids M ₂ de forme rectangulaire : « M ₂ », marqués en creux ou en relief, avec l'indication de la valeur nominale			
13.4.5	Poids M ₃ de forme rectangulaire : « M ₃ » ou « X », en creux ou en relief, avec indication de la valeur nominale			
13.4.6	Poids M ₂ et M ₃ (sauf fils) peuvent porter la marque du fabricant en creux ou en relief : <ul style="list-style-type: none"> • Sur la portion centrale d'un poids rectangulaire • Sur la face supérieure du bouton pour les poids cylindriques ; ou • Sur la face supérieure du cylindre pour les poids cylindriques de classe M₃ qui sont équipées d'une poignée 			
13.4.7	Poids de classe M ₃ de 50 kg et plus : valeur nominale en chiffres suivie du symbole de l'unité			
13.5	Poids M _{1,2} et M _{2,3} <ul style="list-style-type: none"> • Doivent porter "M_{1,2}" ou "M_{2,3}" en creux ou en relief, avec la valeur nominale suivie du symbole « kg ». • Peuvent porter la marque du fabricant en creux ou en relief sur la face supérieure de la surface et avec une taille similaire à celle requise pour les poids M₁, M₂ et M₃ 			
13.6	Marque utilisateur selon Tableau 7			
14	Présentation			
14.1.1	Poids M ₁ : Couvercle de la boîte contenant les poids marqué "M ₁ "			
14.1.2	Poids appartenant à un même jeu ont la même classe d'exactitude			
14.3.1	Poids cylindriques de classe M ₁ de 500 g et moins contenus dans des boîtes disposant de logements individuels			
14.3.2	Poids M ₁ sous forme de fine feuille ou de fil :			
	Contenus dans des boîtes disposant de logements individuels			
	référence à la classe "M ₁ " inscrite sur le couvercle de la boîte			

R 111 Ref.	Exigence	Succès	Échec	Remarque
16	Marques de contrôles			
16.4.1	Poids de classes M_1 , M_2 et M_3 : si sujets à contrôles métrologiques, la marque de contrôle appropriée doit être apposée sur le scellement de la cavité d'ajustage. Pour les poids sans cavité d'ajustage, la marque de contrôle doit être apposée à leur base.			
16.4.2	Poids de type fine plaque ou fil, de classe M_1 : si sujets à contrôles métrologiques, la marque de contrôle appropriée doit être apposée sur la boîte.			

SUSCEPTIBILITE
(9, B.6.1, B.6.3, B.6.4, B.6.5, B.6.6)

Demande no.:

Désignation du type:

Date:

Heure de début:

Heure de fin:

Se référer au Tableau 4 de R 111-1 pour la susceptibilité maximum

Poids (nominal)	χ		Incertitude ($k = \underline{\hspace{1cm}}$)	Méthode utilisée ¹ A/S/F/Sp	Succès	Échec
	χ (partie supérieure)	χ (partie inférieure)				
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			
			±			

¹ Ecrire "A" pour la méthode par attraction, "S" pour le susceptomètre, F pour la sonde magnétométrique ou Sp pour spécification matériau, en fonction de la méthode employée comme exposé au Tableau B.3(b) de R 111-1

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques:
.....
.....
.....
.....
.....

DETERMINATION DE LA DENSITE – Méthode A
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.4)

Demande no.:	Conditions environnementales
Désignation du type:	Température de l'air <input type="text"/> °C
Date:	Température du liquide <input type="text"/> °C
Heure de début:	<input type="text"/>	Heure de fin: <input type="text"/>

Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité

Méthode A1 (deux poids différents pesés dans l'air) (R 111-1 B.7.4.2)

Calcul selon l'équation (B.7.4-2) de R 111-1.

$$\rho_t = \frac{\rho_1(C_a m_{ra} + \Delta m_{wa}) - \rho_a(C_{al} m_{rl} + \Delta m_{wl})}{C_a m_{ra} + \Delta m_{wa} - C_{al} m_{rl} - \Delta m_{wl}}$$

avec: $C_a = 1 - \frac{\rho_a}{\rho_{ra}}$, $C_{al} = 1 - \frac{\rho_{al}}{\rho_{rl}}$, $\Delta m_{wa} = (I_{ta} - I_{ra})C_s$, $\Delta m_{wl} = (I_{tl} - I_{rl})C_s$, et $C_s = 1 - \frac{\rho_{as}}{\rho_s}$

Calcul selon l'équation (B.7.4-16) dans R 111-1.

Dans la plupart des cas, les facteurs de correction de la poussée de l'air C_a , C_{al} et C_s ne diffèrent pas significativement les uns des autres et peuvent alors être pris égaux à 1, ce qui simplifie l'équation (B.7.4-2) comme suit :

$$\rho_t = \frac{\rho_1(m_{ra} + \Delta m_{wa}) - \rho_a(m_{rl} + \Delta m_{wl})}{m_{ra} + \Delta m_{wa} - m_{rl} - \Delta m_{wl}}$$

Méthode A2 (poids de référence pesés dans l'air et dans un liquide) (R111-1 B.7.4.3)

Calcul selon l'équation (B.7.4-22) ou (B.7.4-31) dans R 111-1.

Lorsque le même poids de référence est utilisé pour le mesurage dans l'air et dans l'eau, $m_{ra} = m_{rl} = m_r$ et

$\rho_{ra} = \rho_{rl} = \rho_r$, alors utiliser l'équation (B.7.4-22):

$$\rho_t = \frac{\rho_1(C_a m_r + \Delta m_{wa}) - \rho_a(C_l m_r + \Delta m_{wl})}{m_r \frac{\rho_1 - \rho_a}{\rho_r} + \Delta m_{wa} - \Delta m_{wl}}$$

Lorsque des poids de référence différents sont utilisés pour le mesurage dans l'air et dans l'eau, $m_{ra} \neq m_{rl}$ et $\rho_{ra} \neq \rho_{rl}$, alors utiliser l'équation (B.7.4-31):

$$\rho_t = \frac{\rho_1(C_a m_{ra} + \Delta m_{wa}) - \rho_a(C_l m_{rl} + \Delta m_{wl})}{C_a m_{ra} + \Delta m_{wa} - C_l m_{rl} - \Delta m_{wl}}$$

**VERIFICATION DE LA DENSITE – Méthode B
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.5)**

Demande no.:
 Désignation du type:
 Date:

Conditions environnementales

Température de l'air °C
 Température du liquide °C

Heure de début:

Heure de fin:

Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité

Calcul selon l'équation (B.7.5-1) (obligatoire pour la Classe E₁).

$$\rho_t = \frac{\rho_l m_t}{m_t - I_{tl} \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_{ref}} \right)}$$

Poids	Observé				Calculé ρ_t kg m ⁻³	Incertitude estimée	Succès	Échec
	I_{tl}	m_t	ρ_l kg m ⁻³	ρ_a kg m ⁻³				

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques:

VALEURS LIMITES DE DENSITE
Détermination de la densité – Méthode B

Poids	Classe E ₁		Classe E ₂		Classe F ₁	
	Limite inférieure acceptable I _{tl(min)}	Limite supérieure acceptable I _{tl(max)}	Limite inférieure acceptable I _{tl(min)}	Limite supérieure acceptable I _{tl(max)}	Limite inférieure acceptable I _{tl(min)}	Limite supérieure acceptable I _{tl(max)}
50 kg	43.738	43.801	43.638	43.910	43.277	44.274
20 kg	17.495	17.520	17.455	17.564	17.311	17.709
10 kg	8.7476	8.7602	8.7277	8.7819	8.6555	8.8547
5 kg	4.3738	4.3801	4.3638	4.3910	4.3277	4.4274
2 kg	1.7495	1.7520	1.7455	1.7564	1.7311	1.7709
1 kg	0.87476	0.87602	0.87277	0.87819	0.86555	0.88547
500 g	437.41	437.98	436.42	439.07	432.81	442.71
200 g	174.98	175.17	174.59	175.61	173.15	177.07
100 g	87.50	87.58	87.30	87.80	86.58	88.53
50 g	43.741	43.797	43.596	43.948	43.184	44.365
20 g	17.472	17.545	17.358	17.660	17.000	18.017
10 g	8.720	8.788	8.638	8.872	8.352	9.166
5 g	4.3506	4.4041	4.283	4.478	4.069	4.688
2 g	1.7280	1.7742	1.671	1.833	1.51	2.00
1 g	0.8568	0.8954	0.814	0.937	0.67	1.00

Zones ombrées : Méthode B2 non recommandée

DETERMINATION DE LA DENSITE – Méthode C
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.6)

Demande no.:	Conditions environnementales
Désignation du type:	Température de l'air <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> °C
Date:	Température du liquide <input style="width: 50px; height: 20px;" type="text"/> °C
Heure de début: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>	Heure de fin: <input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité

Calculs selon l'équation (B.7.6-1) ou (B.7.6-2).

Utiliser le Tableau B.6 pour déterminer ρ_l

Poids	Observé				Calculé ρ_t kg m ⁻³	Incertitude estimée	Succès	Échec
	m_t	I_{al}	ρ_a kg m ⁻³	ρ_l kg m ⁻³				

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques :

.....

.....

.....

.....

.....

DETERMINATION DE LA DENSITE – Méthode D
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.7)

Demande no.:
 Désignation du type:
 Date:

Conditions environnementales
 Température de l'air °C
 Température du liquide °C

Heure de début:

Heure de fin:

Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité

Calculs selon l'équation (B.7.7-1).

Poids	Observé					Calculé ρ_t kg m ⁻³	Incertitude estimée	Succès	Échec
	m_t	ρ_l kg m ⁻³	I_{l+t}	I_l	ρ_a kg m ⁻³				

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques :

DETERMINATION DE LA DENSITE – Méthode E
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.8)

Demande no.: Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité
 Désignation du type: Calculs selon les équations (B.7.8-1) to (B.7.8-5).
 Date: Voir Figure B.8 pour les variables de dimension des poids cylindriques

Poids	Valeurs mesurées											Calculées					Calculé ρ_a kg m^{-3}	Incertitude estimée	Succès	Échec						
	H	R ₁	R ₂	R ₃	D ₁	D ₂	D ₃	l ₁	l ₂	l ₃	m ₀	V _A	V _B	V _C	V _D	V _{weight}										

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**DETERMINATION DE LA DENSITE – Méthode F
(10, B.7.1, B.7.2, B.7.9)**

Demande no.:
Désignation du
type:
Date:

Heure de début:

Heure de fin:

Se référer au Tableau 5 de R 111-1 pour les limites maximale et minimale de densité

Méthode utilisée: F1 (R 111-1 B.7.9.2) F2 (R 111-1 B.7.9.3)

Poids	Alliage	ρ_t kg m ⁻³	Incertitude estimée	Succès	Échec

Conforme Non conforme À la classe d'exactitude spécifiée par le fabricant

Remarques :
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

**COMPARAISON DU POIDS A TESTER AVEC UN POIDS DE REFERENCE ET CYCLE ABBA
(C.4.1)**

Demande no.:
 Désignation du type:
 Date:

	Au début	A la fin	
Température de l'air:			°C
Humidité relative:			%
Densité de l'air:			kg m ⁻³
Heure:			hh:mm

Applicable (oui/non):

Masse conventionnelle du poids de référence (m_{cr}):

Période: secondes

Densité du poids de référence (ρ_r): kg m⁻³

	I_{r1}	I_{t1}	I_{t2}	I_{r2}	ΔI_i	ρ_{ai}	C_i	Δm_{ci}
unités i						kg m ⁻³		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

$n =$

$\min(\Delta m_{ci}) =$	
$\max(\Delta m_{ci}) =$	
$\overline{\Delta m_c} =$	
$m_{ct} =$	

**COMPARAISON DU POIDS A TESTER AVEC UN POIDS DE REFERENCE ET CYCLE ABA
(C.4.1)**

Demande no.:
 Désignation du type:
 Date:

	Au début	A la fin	
Température de l'air:			°C
Humidité relative:			%
Densité de l'air :			kg m ⁻³
Heure :			hh:mm

Applicable (oui/non):

Valeur du poids de référence (m_{cr}):

Densité du poids de référence (ρ_r): kg m⁻³

	I_{r1}	I_{t1}	I_{r2}	ΔI_i	ρ_{ai}	C_i	Δm_{ci}	
i / unités					kg m ⁻³			
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
$n =$ <input type="text"/>							$\min(\Delta m_{ci}) =$	<input type="text"/>
							$\max(\Delta m_{ci}) =$	<input type="text"/>
							$\overline{\Delta m_c} =$	<input type="text"/>
							$m_{ct} =$	<input type="text"/>

**COMPARAISON DU POIDS A TESTER AVEC UN POIDS DE REFERENCE ET CYCLE AB₁...B_nA
(C.4.2)**

Demande no.:
 Désignation du type:
 Date:

	At start	At end	
Température de l'air:			°C
Humidité relative:			%
Densité de l'air :			kg m ⁻³
Heure :			hh:mm

Applicable (oui/non):

Valeur du poids de référence (m_{cr}):

Densité du poids de référence (ρ_r): kg m⁻³

	I_{r1}	$I_{t(1)}$	$I_{t(2)}$	$I_{t(3)}$	$I_{t(4)}$	$I_{t(5)}$	I_{r2}	ρ_{ai}	C_i
unités i								kg m ⁻³	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

$n =$

Note: $J \leq 5$

**COMPARAISON DU POIDS A TESTER AVEC UN POIDS DE REFERENCE ET CYCLE AB₁...B_nA
(C.4.2), suite**

	$\Delta I_{(1)}$	$\Delta I_{(2)}$	$\Delta I_{(3)}$	$\Delta I_{(4)}$	$\Delta I_{(5)}$	$\Delta m_{c(1)}$	$\Delta m_{c(2)}$	$\Delta m_{c(3)}$	$\Delta m_{c(4)}$	$\Delta m_{c(5)}$
unités <i>i</i>										
1										
2										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
						$\min(\Delta m_{c(j)}) =$				
						$\max(\Delta m_{c(j)}) =$				
						$\overline{\Delta m_{c(j)}} =$				
						$m_{ct} =$				

Remarques:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**INCERTITUDE TYPE DU PROCEDE DE PESAGE, u_w , TYPE A
(C.6.1)**

Quantité	Valeur	Unité
$s(\Delta m_{ci})$		mg
n		-

Equation (C.6.1-1):

$u_w(\overline{\Delta m_c}) = \frac{s(\Delta m_{ci})}{\sqrt{n}} =$		
--	--	--

Pour les classes F₂, M₁, M₂ et M₃ (C.6.1.1)

Quantité	Valeur	Unité
$\max(\Delta m_{ci})$		mg
$\min(\Delta m_{ci})$		mg

Equation (C.6.1-2):

$s(\Delta m_c) = \frac{\max(\Delta m_{ci}) - \min(\Delta m_{ci})}{2 \times \sqrt{3}} =$		mg
---	--	----

Pour les classes E₁, E₂ et F₁ (C.6.1.2)

Quantité	Valeur	Unité
n		-
Δm_{c1}		mg
Δm_{c2}		mg
Δm_{c3}		mg
Δm_{c4}		mg
Δm_{c5}		mg

Note: Utiliser les lignes vides pour des Δm_{ci} additionnels

Equation (C.6.1-3):

$s^2(\Delta m_c) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta m_{ci} - \overline{\Delta m_c})^2$		mg^2
--	--	---------------

**INCERTITUDE TYPE DU PROCÉDE DE PESEE, u_w , TYPE A
(C.6.1), suite**

Pour J séries de mesurages (C.6.1.4)

	Quantité	Valeur	Unité
	J		–
	s_1		mg
	s_2		mg
	s_3		mg
	s_4		mg
	s_5		mg
Equation (C.6.1-4):	$s^2(\Delta m_c) = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J s_j^2 (\Delta m_{ci}) =$		mg ²

Note: Utiliser les lignes vides pour des s_j additionnels

**INCERTITUDE DU POIDS DE REFERENCE, $u(m_{cr})$, TYPE B
(C.6.2)**

Incertitude type du poids de référence connue

	Quantité	Valeur	Unité
	U		–
	k		–
	$u_{inst}(m_{cr})$		mg
Equation (C.6.2-1):	$u(m_{cr}) = \sqrt{\left(\frac{U}{k}\right)^2 + u_{inst}^2(m_{cr})}$		mg

Incertitude type du poids de référence inconnue, pour les classes F₁, F₂, M₁, M₂, M₃ (C.6.2.1)

	Quantité	Valeur	Unité
	δm		mg
	$u_{inst}(m_{cr})$		mg
Equation (C.6.2-2):	$u(m_{cr}) = \sqrt{\frac{\delta m^2}{3} + u_{inst}^2(m_{cr})}$		mg

Si une combinaison de poids de référence est utilisée (C.6.2.2)

	Quantité	Valeur	Unité
	$u(m_{cr1})$		
	$u(m_{cr2})$		
	$u(m_{cr3})$		
	$u(m_{cr4})$		
	$u(m_{cr5})$		
Utiliser les lignes vides pour des $u(m_{cr i})$ additionnels			
Equation (C.6.2-3):	$u(m_{cr}) = \sum_i u(m_{cr i})$		

**INCERTITUDE TYPE SUR LA CORRECTION DE LA POUSSEE DE L'AIR, u_b , TYPE B
(C.6.3)**

$$u_b^2 = \left[m_{cr} \frac{(\rho_r - \rho_t)}{\rho_r \rho_t} u(\rho_a) \right]^2 + [m_{cr}(\rho_a - \rho_0)]^2 \frac{u^2(\rho_t)}{\rho_t^4} + m_{cr}^2(\rho_a - \rho_0)[(\rho_a - \rho_0) - 2(\rho_{al} - \rho_0)] \frac{u^2(\rho_r)}{\rho_r^4} \quad (C.6.3-1)$$

	Quantité	Valeur	Unité
	m_{cr}		
	ρ_r		
	ρ_t		
	ρ_a		
	ρ_{a1}		
	ρ_0		
	$u(\rho_a)$		
	$u(\rho_t)$		
	$u(\rho_r)$		
Premier terme (A):	$\left[m_{cr} \frac{(\rho_r - \rho_t)}{\rho_r \rho_t} u(\rho_a) \right]^2$		
Second terme (B):	$[m_{cr}(\rho_a - \rho_0)]^2 \frac{u^2(\rho_t)}{\rho_t^4}$		
Troisième terme (C):	$m_{cr}^2(\rho_a - \rho_0)[(\rho_a - \rho_0) - 2(\rho_{al} - \rho_0)] \frac{u^2(\rho_r)}{\rho_r^4}$		
Equation (C.6.3-1):	$u_b^2 = A + B + C =$		

INCERTITUDE TYPE SUR LA CORRECTION DE LA POUSSEE DE L’AIR, u_b , TYPE B (C.6.3), suite

L’incertitude due à la poussée de l’air est négligeable (généralement dans le cas des classes M₁, M₂ et M₃) (C.6.3.2)

Densité de l’air (C.6.3.4):

Densité de l’air non mesurée, moyenne pour le site utilisée. Incertitude estimée comme suite

$u(\rho_a) = \frac{0.12}{\sqrt{3}} = 0.069\ 282\ 032\ \text{kg m}^{-3}$ (C.6.3-2)

Données justifiant une incertitude plus faible fournies $u(\rho_a) =$ kg m^{-3}

Variance de la densité de l’air (C.6.3.6):

Avec une humidité relative de l’air de $hr = 0,5$ (50 %), une température de 20 °C et une pression de 101 325 Pa, les valeurs numériques suivantes s’appliquent approximativement :

$u_F = [\text{incertitude de la formule utilisée}]$ (pour la formule du CIPM : $u_F = 10^{-4} \rho_a$)

$\frac{\partial \rho_a}{\partial p} = 10^{-5} \text{ Pa}^{-1} \rho_a$

$\frac{\partial \rho_a}{\partial t} = -3.4 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1} \rho_a$

$\frac{\partial \rho_a}{\partial hr} = -10^{-2} \rho_a$

où hr = humidité relative, en fraction.

Valeurs utilisées:

Quantité	Valeur	Unité
u_F		
$\frac{\partial \rho_a}{\partial p}$		
u_p		
$\frac{\partial \rho_a}{\partial t}$		
u_t		
$\frac{\partial \rho_a}{\partial hr}$		
u_{hr}		

Equation (C.6.3-3):

$u^2(\rho_a) = u_F^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial p} u_p\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial t} u_t\right)^2 + \left(\frac{\partial \rho_a}{\partial hr} u_{hr}\right)^2 =$		
---	--	--

INCERTITUDE TYPE DE LA BALANCE, u_{ba} , TYPE B (C.6.4)

Incertitude type due à la sensibilité de la balance, u_s , Type B (C.6.4.2)

Quantité	Valeur	Unité
$\overline{\Delta m_c}$		
$u(m_s)$		
m_s		
$u(\Delta I_s)$		
ΔI_s		

Equation (C.6.4-1):

$$u_s^2 = \left(\overline{\Delta m_c}\right)^2 \left(\frac{u^2(m_s)}{m_s^2} + \frac{u^2(\Delta I_s)}{\Delta I_s^2} \right) =$$

Incertitude type due à la résolution d'affichage d'une balance numérique, u_d , Type B (C.6.4.3)

Quantité	Valeur	Unité
d		

Equation (C.6.4-2):

$$u_d = \left(\frac{d/2}{\sqrt{3}} \right) \times \sqrt{2} =$$

Incertitude type due à l'excentration de la charge, u_E , Type B (C.6.4.4)

Balance **sans** mécanisme automatique d'échange de poids (C.6.4.4.1)

Quantité	Valeur	Unité
d_1		
d_2		
Valeur maximale provenant de l'essai		
Valeur minimale provenant de l'essai		
D		

Equation (C.6.4-3):

$$u_E = \frac{\frac{d_1}{2} \times D}{2 \times \sqrt{3}} =$$

Balance **avec** mécanisme automatique d'échange de poids (C.6.4.4.2)

Quantité	Valeur	Unité
Position 1, ΔI_1		
Position 2, ΔI_2		

Equation (C.6.4-4):

$$u_E = \frac{|\Delta I_1 - \Delta I_2|}{2} =$$

**INCERTITUDE TYPE DE LA BALANCE, u_{ba} , TYPE B
(C.6.4) (suite)**

Incertitude type due au magnétisme du poids à tester, u_{ma} , Type B (C.6.4.5)

Le poids satisfait aux exigences de cette Recommandation. Par conséquent, l'incertitude due au magnétisme, u_{ma} , est supposée égale à zéro.

Quantité	Valeur	Unité
$u_{ma} =$		

Incertitude type combinée de la balance, u_{ba} (C.6.4.6)

Quantité	Valeur	Unité
u_s		
u_d		
u_E		
u_{ma}		

Equation (C.6.4-5):

$u_{ba} = \sqrt{u_s^2 + u_d^2 + u_E^2 + u_{ma}^2} =$		
--	--	--

**INCERTITUDE ELARGIE, $U(m_{ct})$
(C.6.5)**

Quantité	Valeur	Unité
$u_w(\overline{\Delta m_c})$		
$u(m_{cr})$		
u_b		
u_{ba}		

Equation (C.6.5-1):

$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_w^2(\overline{\Delta m_c}) + u^2(m_{cr}) + u_b^2 + u_{ba}^2} =$		
--	--	--

Quantité	Valeur	Unité
$u_c(m_v)$		
k (usually $k=2$)		

Equation (C.6.5-3):

$U(m_{ct}) = k u_c(m_{ct}) =$		
-------------------------------	--	--

Note: Utiliser des copies des pages 27 à 37 pour des poids supplémentaires