

RECOMMANDATION  
INTERNATIONALE

**OIML R 33**

Edition 1973 (F)

---

Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air

Conventional value of the result of weighing in air

---



## 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 la CEI, 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 33 (F), édition 1973 – placée sous la responsabilité du TC 9/SC 3 *Poids*, a été sanctionnée par la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 1972.

Les publications de l'OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation:

Bureau International de Métrologie Légale  
11, rue Turgot - 75009 Paris - France  
Téléphone: 33 (0)1 48 78 12 82 et 42 85 27 11  
Fax: 33 (0)1 42 82 17 27  
E-mail: [biml@oiml.org](mailto:biml@oiml.org)  
Internet: [www.oiml.org](http://www.oiml.org)

# VALEUR CONVENTIONNELLE

## du RÉSULTAT des PESÉES dans l'AIR

### 0. Objet de la Recommandation.

Le but de la présente Recommandation est de définir la « valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air » et de fixer les valeurs des constantes physiques qui interviennent dans cette définition.

Elle fixe en outre :

- les dispositions concernant la masse volumique des poids <sup>(\*)</sup> utilisés avec les instruments de pesage et des poids incorporés dans ces instruments,
- les prescriptions d'ajustage des poids utilisés avec les instruments de pesage et les prescriptions de réglage de ces instruments, et précise,
- la manière d'utiliser les poids et les instruments de pesage pour la pesée des corps.

La justification des règles adoptées se trouve en annexe.

### — TITRE I —

#### 1. Définition.

La valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air d'un corps est égale à la masse d'un étalon, de masse volumique conventionnellement choisie à une température conventionnellement choisie, qui équilibre ce corps à cette température de référence dans un air de masse volumique conventionnellement choisie.

#### 2. Valeurs des constantes physiques.

Les valeurs conventionnellement choisies des constantes physiques intervenant dans la définition précédente sont :

température de référence :	20 °C
masse volumique à 20 °C de l'étalon de masse :	8 000 kg/m <sup>3</sup>
masse volumique de l'air :	1,2 kg/m <sup>3</sup> .

---

(\*) Il s'agit notamment des poids réglementaires :  
poids dont une réglementation fixe les caractéristiques métrologiques  
(valeur nominale, erreur maximale tolérée...) et techniques (forme, matière, exécution...)

## — TITRE II —

### 3. La masse volumique des poids.

La masse volumique <sup>(\*)</sup> des poids, ainsi que celle des contrepoids, curseurs et poids incorporés des instruments de pesage doit être choisie de façon telle que les variations du résultat de la comparaison de ces poids à un étalon de masse volumique 8 000 kg/m<sup>3</sup>, produites par une variation de la masse volumique de l'air de 10 % de part et d'autre de la valeur 1,2 kg/m<sup>3</sup>, ne soient pas supérieures au quart de l'erreur maximale tolérée sur le poids ou sur l'indication de l'instrument (voir annexe point A.2).

### 4. Ajustage des poids.

Un poids de valeur nominale donnée doit être ajusté de telle manière que la valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air de ce poids soit égale à la valeur nominale donnée, dans les limites d'erreurs fixées pour la classe de précision à laquelle appartient le poids (voir annexe point A.3).

NOTE : Cette prescription n'est pas valable pour les étalons de masse qui doivent être ajustés de telle manière que leur masse soit égale à la valeur nominale donnée, dans les limites d'erreurs fixées pour la classe de précision à laquelle appartient l'étalon.

### 5. Réglage des instruments de pesage.

Quels que soient le mode de fonctionnement des instruments de pesage (à contrepoids ou curseurs, ou avec poids incorporés ou non) et leur classe de précision, leur réglage s'opère, sans correction de poussée de l'air, en déposant sur leur récepteur de charge des poids ajustés conformément aux dispositions du point 4 ci-dessus, la masse volumique de l'air ambiant ne s'écartant pas de plus de 10 % de part et d'autre de la valeur conventionnelle 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

## — TITRE III —

### 6. Pesée des corps.

6.1. La pesée d'un corps se fait généralement :

- soit par comparaison avec des poids ajustés conformément au point 4,
- soit en utilisant un instrument de pesage réglé conformément au point 5,
- sans effectuer de correction de poussée de l'air.

6.2. S'il est nécessaire de déterminer la masse du corps (par exemple pour des travaux scientifiques ou techniques), il convient d'effectuer une correction pour tenir compte de la différence entre la poussée de l'air sur le corps et la poussée de l'air sur les poids (cette correction est déterminée par calcul en attribuant aux poids une masse volumique fictive de 8 000 kg/m<sup>3</sup>, quelle que soit leur masse volumique réelle).

---

<sup>(\*)</sup> Il est entendu qu'il s'agit ici de la masse volumique moyenne du poids en tant qu'objet entier et non seulement de celle des matières constitutives : exemple des poids hétérogènes ou des poids comportant une cavité fermée ne communiquant pas avec l'atmosphère.

## ANNEXE A

Les unités employées sont :  
pour les masses, le kilogramme (kg)  
pour les masses volumiques, le kilogramme par mètre cube (kg/m<sup>3</sup>).

### A.1. — Relation entre la masse $m$ d'un corps et la valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air de ce corps.

La relation d'équilibre entre le corps et l'étalon, de masse  $m'$ , de masse volumique 8 000 kg/m<sup>3</sup>, dans un air de masse volumique 1,2 kg/m<sup>3</sup>, s'écrit :

$$m (1 - 1,2 / \rho) = m' (1 - 1,2 / 8000)^{(*)}$$

$\rho$  étant la masse volumique à 20 °C du corps.

Par définition, la valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air du corps est

$$\mathcal{M} = m' ; \text{ soit}$$
$$\mathcal{M} = m [1 - 1,2 (1/\rho - 1/8000)]$$

### A.2. — Règle concernant la masse volumique des poids (en application du point 3 de la Recommandation)

Soit  $\varepsilon$  la valeur absolue de l'erreur relative maximale tolérée sur le poids (ou sur l'indication de l'instrument de pesage).

La masse volumique  $\rho$  du poids doit vérifier les conditions suivantes :

$$8000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{1}{1 + 10^5 \frac{\varepsilon}{6}} \leq \rho \leq 8000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{1}{1 - 10^5 \frac{\varepsilon}{6}} \quad \text{si } \varepsilon < 6 \cdot 10^{-5}$$
$$8000 \text{ kg/m}^3 \times \frac{1}{1 + 10^5 \frac{\varepsilon}{6}} \leq \rho \quad \text{si } \varepsilon \geq 6 \cdot 10^{-5}$$

### A.3. — Ajustage d'un poids à une valeur nominale $\mathcal{M}$

A.3.1. A partir d'étalons de masse.

On ajuste le poids de telle manière qu'il équilibre, dans l'air ambiant de masse volumique  $a$ , des étalons de masse, de masse volumique  $\rho'$  et dont la masse est

$$m' = \mathcal{M} [1 - a (1/8000 - 1/\rho')]$$

Note : cet ajustage, qui permet de passer de l'étalon de masse (étalon primaire) aux poids de la plus haute précision, est exceptionnel.

---

(\*) afin de ne pas surcharger la présentation des relations, on écrit 1,2 et 1/8000 au lieu de 1,2 kg/m<sup>3</sup> et 1/8000 kg/m<sup>3</sup>.

A.3.2. A partir de poids de précision plus élevée dont l'ajustage répond aux prescriptions du point 4.

On ajuste le poids de telle manière qu'il équilibre, dans l'air ambiant, un poids de précision plus élevée (ou une somme de poids) de valeur nominale égale à  $M$  dans un air ambiant dont la masse volumique ne s'écarte pas de plus de 10 % de part et d'autre de la valeur conventionnelle  $1,2 \text{ kg/m}^3$ .

Note : cet ajustage, qui permet d'éviter l'utilisation d'étalons de masse, est la méthode la plus couramment employée.

## ANNEXE B

### DEVELOPPEMENT DE CERTAINS CALCULS

#### B.1. — Disposition concernant la masse volumique des poids (point 3)

L'équilibre, dans un air de masse volumique  $a$ , entre un poids de valeur nominale  $\mathcal{N}$  (donc de masse  $m = \mathcal{N} [1 + 1,2 (1/\rho - 1/8000)]$ ,  $\rho$  étant la masse volumique du poids) et un étalon de masse  $m'$ , de masse volumique  $8\,000 \text{ kg/m}^3$ , s'écrit :

$$m (1 - a/\rho) = m' (1 - a/8000).$$

$$\text{d'où } m' = \mathcal{N} [1 + (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)]$$

La masse  $m'$  de l'étalon réalisant l'équilibre ne doit pas varier d'une quantité supérieure au quart de l'erreur maximale tolérée sur le poids, lorsque  $a$  s'écarte de moins de 10 % de la valeur  $1,2 \text{ kg/m}^3$ .

Cette condition s'écrit ( $\epsilon$  étant la valeur absolue de l'erreur relative maximale tolérée).

$$|\mathcal{N} (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)| \leq \frac{\epsilon}{4} \mathcal{N} \quad \text{si } |1,2 - a| \leq 0,12 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{soit } |1/\rho - 1/8000| \leq \frac{\epsilon}{0,48},$$

qui conduit aux conditions du point A.2.

#### B.2. — Ajustage des poids

##### B.2.1. A partir d'étalons de masse (point A.3.1.)

Soient  $m$  la masse du poids une fois ajusté,  $\rho$  sa masse volumique  
 $m'$  et  $\rho'$  la masse et la masse volumique des étalons réalisant l'équilibre.

La condition d'équilibre entre le poids et les étalons s'écrit :

$$m (1 - a/\rho) = m' (1 - a/\rho')$$

Le poids a été ajusté à une valeur nominale  $\mathcal{N}$

La relation entre cette valeur nominale  $\mathcal{N}$  et la masse  $m$  du poids s'écrit :

$$m = \mathcal{N} [1 + 1,2 (1/\rho - 1/8000)]$$

Des deux relations précédentes on déduit que

$$m' = \mathcal{N} [1 + 1,2 (1/\rho - 1/8000) - a (1/\rho - 1/\rho')]$$
$$\text{soit } m' = \mathcal{N} [1 - a (1/8000 - 1/\rho') + (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)]$$

La masse volumique du poids ajusté est telle que l'expression  
 $\mathcal{N} (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)$   
est inférieure au quart de l'erreur maximale tolérée sur le poids (point B.1.).

Cette quantité est donc négligeable et la masse  $m'$  des étalons permettant d'ajuster le poids à une valeur nominale  $\mathcal{N}$  est bien égale à :

$$\mathcal{N} [1 - a (1/8000 - 1/\rho')]$$

note :  $m, m', \mathcal{N}$  représentent des kilogrammes  
 $\rho, \rho', a$  des kilogrammes par mètre cube.

B.2.2. A partir de poids de précision plus élevée (point A.3.2.)

Le poids servant d'étalon a pour valeur nominale  $\mathcal{M}$  et il a été lui-même ajusté suivant les prescriptions du point 4, donc sa masse est :

$$m' = \mathcal{M} [1 + 1,2 (1/\rho' - 1/8000)]$$

$\rho'$  étant sa masse volumique.

Soient  $m$  la masse du poids une fois ajusté,  $\rho$  sa masse volumique.

La condition d'équilibre entre ce poids et le poids servant d'étalon s'écrit :

$$m (1 - a/\rho) = m' (1 - a/\rho')$$

$$\text{soit } m = m' [1 + a (1/\rho - 1/\rho')]$$

d'où en remplaçant  $m'$  par sa valeur en fonction de  $\mathcal{M}$

$$m = \mathcal{M} [1 + a (1/\rho - 1/\rho') + 1,2 (1/\rho' - 1/8000)]$$

En multipliant les deux membres de l'égalité par  $[1 - 1,2 (1/\rho - 1/8000)]$  on obtient la valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air du poids ajusté, qui est égale à

$$\mathcal{M} [1 + a (1/\rho - 1/\rho') + 1,2 (1/\rho' - 1/8000) - 1,2 (1/\rho - 1/8000)]$$

expression qui peut s'écrire

$$\mathcal{M} [1 + (1,2 - a) (1/\rho' - 1/8000) - (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)]$$

La quantité  $\mathcal{M} (1,2 - a) (1/\rho - 1/8000)$  est négligeable car inférieure au quart de l'erreur maximale tolérée sur le poids ajusté.

La quantité  $\mathcal{M} (1,2 - a) (1/\rho' - 1/8000)$  est à plus forte raison négligeable car inférieure au quart de l'erreur maximale tolérée sur le poids servant d'étalon.

La valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air du poids ajusté est bien égale à  $\mathcal{M}$ .

note : dans tous les calculs, les infiniment petits d'ordre supérieur à 1 sont négligés.



## Sommaire

<i>Avant-propos</i> .....	2
0. <i>Objet</i> .....	3
1. <i>Définition</i> .....	3
2. <i>Valeurs des constantes physiques</i> .....	3
3. <i>Masse volumique des poids</i> .....	4
4. <i>Ajustage des poids</i> .....	4
5. <i>Réglage des instruments de pesage</i> .....	4
6. <i>Pesée des corps</i> .....	4
<i>Annexe A</i> .....	5
<i>Annexe B</i> .....	7