

EUROPEAN PHARMACOPOEIA COMMISSION

BSP/ba

Working document, with no legally binding status,  
intended exclusively for the addressees and their  
associates, under the responsibility of the addressees  
(listed opposite). Level 4

PA/PH/Exp. MG/T (19) 14 COM

**BILINGUE**

Strasbourg, November 2020

GROUP MG

(GENERAL METHODS / METHODES GENERALES)

**Balances (2.1.7.)**

**Balances (2.1.7.)**

Monograph N°: 20107

This general chapter will be submitted to the Commission for adoption of technical and editorial content. If comments are to be made on the text, they should be submitted in writing using the Document Review Tool (DRT) via the extranet.

Ce chapitre général sera présenté à la Commission pour adoption du contenu technique et rédactionnel. Tout commentaire sur le texte doit être soumis par écrit en utilisant l'outil Document Review Tool (DRT) via l'extranet.

**Distribution**

**For action:**

COM European Pharmacopoeia Commission

**For information:**

ANP National Pharmacopoeia Authorities  
Balances MG sub group  
COM 168 168th Commission  
MG General Methods  
PRES Praesidium

## 2.1.7. BALANCES FOR ANALYTICAL PURPOSES

The scope of this chapter is limited to balances used for analytical purposes. It does not cover balances used for manufacturing or other purposes. Any weighings performed as part of tests prescribed to establish compliance with a monograph of the European Pharmacopoeia must be carried out according to the principles outlined in this chapter.

Information about significant digits and rounding for mass values prescribed in a monograph or any other chapter of the European Pharmacopoeia can be found in the General Notices (under Quantities).

### PRINCIPLE

A balance is an instrument used to determine the mass of an object. The SI unit for mass is the kilogram, but its submultiples, e.g.  $\mu\text{g}$ ,  $\text{mg}$  or  $\text{g}$ , are often used.

While weighing instruments make use of different physical principles of mass determination, the majority are based on the weight, i.e. the gravitational force,  $F_G$  (expressed in newtons), exerted by Earth on the object being weighed. Weight is defined by the following expression:

$$F_G = m \cdot g \quad (1)$$

$m$  = mass of the object in kilograms;

$g$  = local acceleration due to gravity in metres per square second ( $\approx 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  at sea level).

The two most common gravitational force weighing principles are force compensation (typically used in electronic balances) and mass comparison with a known mass (typically used in mechanical balances).

Depending on the measuring principle of the balance, the mass is either measured directly (e.g. beam balance) or is calculated from the weight using equation (1) (e.g. balance using electromagnetic force compensation).

### ELECTRONIC BALANCES

Most balances used are electronic and based on force compensation. In practice, the gravitational force exerted on the object being weighed can be compensated by:

- elastic deformation: the object being weighed presses down onto a spring element that reacts with a compensation force  $F_C$ , expressed in newtons, given by the following equation:

$$F_C = c \times \Delta_S \quad (2)$$

- 1  
2  $c$  = spring constant in newtons per metre;  
3  $\Delta s$  = length change due to elastic deformation in metres; strain gauges are  
4 used to measure the strain or elongation and convert it into electrical  
5 resistance;  
6  
7 – an electromagnetic force that holds the load cell in equilibrium. In most  
8 high-resolution balances, this is the Lorentz force which is generated by a current  
9 inside a coil surrounding a permanent magnet.

10 *MECHANICAL BALANCES*

11 Most mechanical balances are equal-arm beam balances. An equal-arm beam balance  
12 performs a mass comparison with a two-arm lever and two weighing pans. The mass of  
13 the object being weighed is compensated for by counter weights of known mass at the  
14 opposite end of the lever. The counter weights are chosen in such a way that the beam  
15 of the balance is in equilibrium position.

16 *EQUIPMENT*

17  
18 Balances can be further classified according to their scale interval,  $d$ , also known as  
19 readability. This is the smallest increment of mass that can be indicated on the balance.

Type ( <i>sub-type</i> ) of balance	Readability, $d$ (in grams)
Precision	$10^{-1}$ to $10^{-3}$
Analytical	$\leq 10^{-4}$
<i>Semi-micro</i>	$10^{-5}$
<i>Micro</i>	$10^{-6}$
<i>Ultra-micro</i>	$10^{-7}$

28 Most balances in use today show the result of weighings on a digital display. Mechanical  
29 balances, e.g. beam balances, without such displays are rarely used.

31 Balances generally have some means of showing that the indication has stabilised and  
32 can be recorded or printed. Balances may be connected to other equipment which  
33 documents the result of the weighing procedure, e.g. printers or electronic systems such  
34 as laboratory information management systems.

35 Balances may be built into analytical equipment used for tests such as loss on drying,  
36 thermogravimetry and dynamic vapour sorption that determine properties of a  
37 sample by measuring changes in its mass, under defined conditions. Balances used  
38 for these purposes also fall within the scope of this general chapter, but more specific  
39 requirements than given here may be found in the corresponding general chapters.

40 *INSTALLATION AND LOCATION*

41 It is recommended to follow the manufacturer's instructions when installing a balance.  
42 It is particularly important to ensure that the installation conditions and location do not  
43 adversely affect the performance of the balance.

44 The environmental parameters that influence the performance of balances include:

- 45 – temperature, including changes of temperature caused by direct sunlight;  
46  
47 – ambient humidity and pronounced changes thereof. The optimum relative humidity  
(RH percentage) during a weighing operation is between 40 per cent and 60 per cent;

- 
- 1
- 2 – barometric pressure;
  - 3 – air currents: generated by heaters, air conditioners or devices with ventilators (e.g.
  - 4 computers or large laboratory equipment), or any airflow in doorways or areas of
  - 5 high traffic (corridors) and, in the case of toxic and other special materials, when the
  - 6 balance is placed inside a fume cupboard;
  - 7
  - 8 – dust;
  - 9 – electrostatic forces: electrostatic charging can be significantly reduced by using metal
  - 10 weighing vessels or antistatic devices. Balances must always be grounded (e.g. via the
  - 11 electric plug). Low relative humidity increases the risk of electrostatic charging;
  - 12 – magnetic forces (e.g. RF generators, magnetic fields from other laboratory
  - 13 equipment);
  - 14 – vibrations.

15 Irrespective of the construction materials, the weighing bench should be stable,

16 non-magnetic and vibration-proof. It should also be protected against electrostatic

17 charges (e.g. by grounding).

18

19 A balance used for analytical purposes is designed to measure small masses. The

20 weighing pan of these balances is generally located inside an enclosure to reduce dust

21 collection and the influence of air currents on the operation of the balance.

22 It is important to level balances correctly; most balances have a bubble level which must

23 be brought to the centre by modifying the height of the feet of the instrument, others are

24 equipped with an electronic levelling system. Balances must be adjusted after levelling,

25 using either built-in weights (if available) or external calibrated weights.

26 Balances must be allowed to warm up after they are connected to the power supply.

27 Typically, this may take from a few minutes for precision balances to up to several days

28 for ultra-micro balances, depending on the model. Electronic balances should be left

29 powered up, as this allows them to stay in thermal equilibrium.

30

### 31 *WEIGHING VESSELS*

32 Special care must be taken to ensure that the weighing vessel and the closure are made

33 from an inert material that is compatible with the sample. The size of the weighing vessel

34 must not compromise the repeatability and accuracy of the weighing process. Small

35 weighing vessels tend to give the most accurate results. However, it may sometimes be

36 more practical to use larger weighing vessels, for example, a volumetric flask in the case

37 of samples that are to be diluted after weighing to avoid potential transfer errors.

38 If considered necessary, the influence of the weighing vessel on the repeatability and

39 accuracy of the measurements may be assessed by including the vessel as a tare in the

40 corresponding equipment performance checks.

41 Care should also be taken to ensure that weighing vessels composed of materials with

42 a high degree of electrical insulation (e.g. glass and plastic) are not electrostatically

43 charged.

44 Weighing vessels are made of non-magnetic materials to prevent magnetic interference

45 with the components of electronic balances.

46 Vessels suitable for weighing solid materials include weighing paper, dishes and funnels,

47 or sealable vessels such as bottles, vials, and flasks, which can also be used for liquids.

1  
2 Weighing dishes are typically made from a polymer, glass or a metal such as aluminium.  
3 Antistatic weighing dishes are available for use with materials that retain static electricity.

4 Weighing funnels are typically made from glass or from a polymer. The design of this  
5 type of weighing vessel combines attributes of a weighing dish and a transfer funnel,  
6 which can simplify the transfer of a weighed powder to a narrow-necked vessel such as  
7 a volumetric flask.

8  
9 The weighing vessel and the sample must have the same temperature as their  
10 surroundings and the balance.

#### 11 EQUIPMENT PERFORMANCE

12  
13 Weighing instruments must be periodically calibrated and checked to ensure compliance  
14 with pre-defined requirements. Performance checks must be carried out between  
15 calibrations.

16 Minimum requirements for performance checks are given below. The frequency of the  
17 qualification and performance checks is defined in each user's quality management  
18 system.

#### 19 CALIBRATION

20 Calibration is part of balance qualification and is performed by the user or by a suitable  
21 competent body. Its aim is to establish traceability of measurement results to SI units  
22 (metrological traceability). The calibration results include measurement uncertainty and  
23 are documented in a calibration certificate. To ensure traceability, it is recommended  
24 to perform calibration before any maintenance operation is carried out on the balance  
25 that significantly alters its measurement performance. 'Significant' operations include  
26 repairs, transfer of the balance to another location or mechanical adjustment of one  
27 or more weighing parameters. The balance must be re-calibrated after significant  
28 operations. Re-calibration is not necessary after less significant operations, which  
29 include levelling the balance or adjustments using built-in weights.

#### 30 PERFORMANCE CHECKS

31 Performance checks are carried out to evaluate the random and systematic error of a  
32 balance; they consist of measuring precision and accuracy respectively and comparing  
33 the results obtained to pre-defined acceptance criteria. Balances are considered suitable  
34 if none of these errors exceeds 0.10 per cent.  
35  
36

37 In practice, performance checks focus on the two weighing parameters that most  
38 significantly affect the performance of the instrument, i.e. repeatability, for precision,  
39 and sensitivity as the main component of the accuracy of the balance.

40 Accuracy is also impacted by two other parameters: eccentricity and linearity. A  
41 quadratic addition of the errors of these individual parameters, rather than a more  
42 conservative linear addition, provides a more realistic approach to the assessment of  
43 the accuracy of the balance because the three individual parameters are known to be  
44 largely independent of each other, and it is considered unlikely that they will occur  
45 simultaneously and have the same algebraic sign. Therefore, the acceptance criterion  
46 for each individual parameter can be set at 0.05 per cent, i.e. half the overall accuracy  
47 tolerance of 0.10 per cent. While accuracy is impacted by all three parameters, the  
impact of eccentricity and linearity is typically less than that of sensitivity. Hence,

during a performance check on accuracy, it can be considered sufficient to investigate sensitivity only (at 0.05 per cent), all the more since the three individual parameters impacting accuracy are thoroughly evaluated during calibration.

#### *Repeatability*

In most cases, the net mass of the material being weighed is considerably smaller than the maximum capacity of the balance. When weighing such small quantities, one of the major contributors to measurement uncertainty is random error. This is estimated by the standard deviation of the indications that are obtained according to the following procedure.

Use a single weight denomination preferably in the lower end of the measurement range, for example not more than 5 per cent of the maximum capacity of the balance. However, if this yields a test load below 100 mg, 100 mg should be used, as smaller weights are difficult to handle. Zero the instrument, place the chosen test load on the weighing pan and record the indication. Repeat the whole procedure, including zeroing, at least 10 times.

The repeatability is satisfactory, if:

$$\frac{2 \times s}{m_{snw}} \times 100 \leq 0.10 \quad (3)$$

NOTE: if  $s < 0.41 \times d$ , where  $d$  is the readability (scale interval) of the balance, replace  $s$  by  $0.41 \times d$ ;

$s$  = standard deviation of the indicated values (e.g. in grams);  
 $m_{snw}$  = smallest net weight (e.g. in grams). This value is defined by the user as the smallest net amount of substance that will be weighed on the balance.

The lower limit of “ $0.41 \times d$ ” for the standard deviation originates from the rounding error of the balance. Given that weighing operations comprise two readings (tare and net sample weight), and as the rounding error allocated to a single reading is calculated as “ $0.29 \times d$ ”, in this case the propagation of errors by a quadratic sum gives “ $0.41 \times d$ ”.

Based on the result of the repeatability test, the minimum weight ( $m_{\min}$ ) of the balance can be determined. The “minimum weight” is the smallest net sample mass that can be weighed on the balance, whilst continuing to comply with the repeatability test criterion. It is given by the following equation:

$$m_{\min} = 2000 \times s \quad (4)$$

NOTE: if  $s < 0.41 \times d$ , replace  $s$  by  $0.41 \times d$

#### *Sensitivity*

The sensitivity test assesses the parameter that most significantly influences the accuracy of the balance.

The sensitivity deviation increases approximately linearly with the load, and thus is more significant in the upper part of the weighing range. In addition, as the influence of the random error is dominant at the lower end of the measuring range, using a test load with a mass below 5 per cent of the capacity of the balance to determine the error of sensitivity is not meaningful.

1  
2 Sensitivity is assessed using a single test load with a mass of between 5 per cent and  
3 100 per cent of the capacity of the balance. Zero the instrument, place the selected test  
4 load on the weighing pan and record the indication.

5 The sensitivity is satisfactory, if:  
6

$$\frac{|m - I|}{m} \times 100 \leq 0.05 \quad (5)$$

7  
8  
9  
10  $m$  = nominal weight of the test load, or its conventional mass (see conditions  
11 below), e.g. in grams;

12  $I$  = indication, e.g. in grams.  
13

14 It is generally sufficient to use the nominal weight as the test load value for the  
15 assessment, as long as the relative maximum permissible error of the test load (i.e. the  
16 maximum permissible error of the test load divided by the nominal weight) is not more  
17 than one third of the sensitivity test specification (0.05 per cent). If this ratio cannot  
18 be achieved, the conventional mass value of the test load (stated on the calibration  
19 certificate of the weight) must be used for the assessment. In this case, the user must  
20 ensure that the weight uncertainty divided by the nominal weight is not greater than  
21 one third of 0.05 per cent.

#### 22 *USE OF REFERENCE WEIGHTS*

23 The reference weights used for calibration and the sensitivity test (and any other optional  
24 test for assessing the balance accuracy) comply with either OIML R-111 or ASTM E-617  
25 standards (notably concerning metrological traceability). Other weights can be used for  
26 the repeatability test, provided their mass does not change during the test.  
27

#### 28 *USE OF BUILT-IN WEIGHTS*

29 In addition to testing weighing instruments with external weights, it is accepted practice  
30 to adjust the instruments by means of built-in weights. This makes it possible to  
31 reduce the frequency of sensitivity tests with external reference weights. For electronic  
32 balances with a built-in weight, daily sensitivity testing with an external reference  
33 weight is not considered necessary, but a test with external weights should nevertheless  
34 be conducted periodically since it allows detection of any problems with the built-in  
35 weights themselves.

#### 36 *WEIGHING PROCEDURE*

37 The balance and weighing vessel must be appropriate for the quantity to be weighed and  
38 the expected performance. Both the balance and the weighing vessel must be clean and  
39 dry. The gross weight of the weighing vessel plus the material to be weighed must not  
40 exceed the maximum capacity of the balance.  
41

42 It is important that samples and weighing vessels are equilibrated to the ambient  
43 laboratory temperature in order to avoid weighing errors. For example, a flask that is  
44 warmer than ambient air warms up this air, which then flows upward along the flask  
45 and reduces the apparent weight of the contents by viscous friction.

46 Place the weighing vessel on the balance, taking care to centre it on the weighing pan.

47 Avoid handling the vessel with bare hands as this may affect the temperature and  
relative humidity. Tweezers can be used instead. After the balance display stabilises, tare

---

1  
2 the balance, and without spilling, add the desired amount of material to the weighing  
3 vessel. Allow the balance display to stabilise and record the mass. If a material transfer  
4 is necessary, take care to perform this operation quantitatively or, if it cannot be  
5 guaranteed that the entire amount has been transferred, weigh the weighing vessel again  
6 and note the difference.

#### 7 8 *SAMPLES*

9 For volatile, deliquescent or hygroscopic samples, it may be advantageous for analysts to  
10 use a vessel with a small opening or a vessel equipped with a gas-tight closure, ensuring  
11 the closure is put in place rapidly following weighing. The analyst can also tare both  
12 the vessel and closure prior to the operation, then add the material, close the vessel  
13 and record the indication.

#### 14 *ELECTROSTATIC SAMPLES*

15 Problems may be experienced when weighing electrostatic samples, since  
16 electrostatic forces may render them difficult to handle and can lead to incorrect and  
17 non-reproducible results. In such cases, an anti-electrostatic system can be helpful.  
18 Plastic and glass containers should be avoided. Metal containers usually reduce or  
19 prevent electrostatic charging. The risk of electrostatic effects is higher in working  
20 environments with low relative humidity, e.g. below 40 per cent RH.

#### 21 *MAGNETIC SAMPLES*

22  
23 Magnetic forces between a magnetic sample and parts of the balance or the environment  
24 add to gravity and may lead to incorrect and non-reproducible results. Special care  
25 should therefore be taken when weighing these samples, for example, by shielding them  
26 with a suitable material such as mu-metal. It may also be useful to increase the distance  
27 between the sample and metallic parts of the balance, as magnetic forces decrease with  
28 increasing distance.

29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47

## 2.1.7. BALANCES D'ANALYSE

Le présent chapitre porte uniquement sur les balances utilisées à des fins analytiques. Il ne s'applique pas aux balances utilisées pour la fabrication ou à d'autres fins. Toute pesée réalisée dans le cadre d'essais prescrits pour démontrer la conformité à une monographie de la Pharmacopée Européenne doit l'être dans le respect des principes énoncés dans le présent chapitre.

Les informations relatives aux chiffres significatifs et aux arrondis des valeurs de masse prescrites dans les monographies ou les chapitres de la Pharmacopée Européenne figurent dans la section « Prises d'essai » des Prescriptions générales.

### PRINCIPE

Une balance est un instrument servant à déterminer la masse d'un objet. Le kilogramme est l'unité SI de la masse, mais ses sous-multiples ( $\mu\text{g}$ ,  $\text{mg}$  ou  $\text{g}$ , par exemple) sont souvent utilisés.

Bien que les instruments de pesage puissent utiliser différents principes physiques de détermination de la masse, la plupart de ces principes reposent sur le poids, c'est-à-dire la force gravitationnelle  $F_G$  (exprimée en newtons) exercée par la Terre sur l'objet à peser. Le poids est défini par l'expression suivante :

$$F_G = m \cdot g \quad (1)$$

$m$  = masse de l'objet, en kilogrammes,

$g$  = accélération gravitationnelle locale, en mètres par seconde carrée ( $\approx 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  au niveau de la mer).

Les deux principes de pesage reposant sur la force gravitationnelle les plus courants sont la compensation des forces (généralement utilisée dans les balances électroniques) et la comparaison avec une masse connue (généralement utilisée dans les balances mécaniques).

Selon le principe de mesure de la balance, la masse est soit mesurée directement (balance à fléau, par exemple), soit calculée à partir du poids grâce à l'équation (1) (balance à compensation électromagnétique des forces, par exemple).

### BALANCES ÉLECTRONIQUES

La plupart des balances sont électroniques et reposent sur la compensation des forces. Dans la pratique, la force gravitationnelle exercée sur l'objet à peser peut être compensée par :

- la déformation élastique : l'objet à peser exerce une pression sur un ressort qui réagit par une force de compensation  $F_c$ , exprimée en newtons, et donnée par l'équation suivante :

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47

$$F_C = c \times \Delta_S \quad (2)$$

$c$  = constante de raideur du ressort, en newtons par mètre,  
 $\Delta_S$  = variation de longueur due à la déformation élastique, en mètres ; des jauges de déformation permettent de la mesurer et de la convertir en résistance électrique,

– une force électromagnétique qui maintient la cellule de pesée en équilibre. Dans la plupart des balances à haute résolution, il s'agit de la force de Lorentz qui est générée par un courant circulant dans une bobine autour d'un aimant permanent.

#### BALANCES MÉCANIQUES

Les balances mécaniques sont, pour la plupart, des balances à bras égaux. Une balance à bras égaux permet d'effectuer une comparaison de masses au moyen d'un fléau et de deux plateaux de pesée. La masse de l'objet pesé est compensée par des contrepoids de masse connue à l'extrémité opposée du fléau. Les contrepoids sont choisis de manière à pouvoir maintenir la position d'équilibre.

#### ÉQUIPEMENT

Les balances peuvent, en outre, être classées selon leur échelon  $d$ , également appelé résolution. Il s'agit du plus petit incrément de masse pouvant être indiqué par la balance.

Type ( <i>sous-type</i> ) de balance	Résolution, $d$ (en grammes)
de précision	$10^{-1}$ à $10^{-3}$
analytique	$\leq 10^{-4}$
<i>semi-micro</i>	$10^{-5}$
<i>micro</i>	$10^{-6}$
<i>ultra-micro</i>	$10^{-7}$

La plupart des balances utilisées aujourd'hui affichent le résultat de la pesée sur écran numérique. Les balances mécaniques qui ne disposent pas de ce type d'affichage, comme les balances à fléau, par exemple, sont rarement utilisées.

Les balances disposent généralement d'un système permettant de voir si l'indication est stabilisée et peut être enregistrée ou imprimée. Les balances peuvent être connectées à d'autres appareils servant à consigner le résultat de la procédure de pesage, par exemple une imprimante ou un système de gestion de l'information du laboratoire.

Les balances peuvent être incorporées dans un appareil d'analyse utilisé pour des essais tels que la perte à la dessiccation, la thermogravimétrie ou la gravimétrie d'adsorption de vapeur d'eau, qui visent à déterminer les propriétés d'un échantillon en mesurant, dans des conditions définies, la variation de sa masse. Les balances utilisées à ces fins entrent également dans le champ d'application du présent chapitre général, mais d'autres exigences plus spécifiques peuvent en outre être prescrites dans les chapitres généraux correspondants.

1

2 *INSTALLATION ET EMPLACEMENT*

3 Il est recommandé de respecter les instructions du fabricant lors de l'installation d'une  
4 balance. Il importe en particulier de veiller à ce que les conditions d'installation et  
5 l'emplacement ne perturbent pas le bon fonctionnement de la balance.

6

7 Les paramètres environnementaux ayant une influence sur la performance des balances  
8 sont les suivants :

- 9 – température, y compris les changements de température causés par une exposition  
10 directe au rayonnement du soleil,
- 11 – humidité ambiante ainsi que ses variations prononcées : l'humidité relative optimale  
12 (pourcentage HR) pendant une pesée se situe entre 40 et 60 pour cent,
- 13 – pression barométrique,
- 14 – courants d'air : générés par des radiateurs, des climatiseurs ou des appareils équipés  
15 de ventilateurs (par exemple, ordinateurs ou appareils de laboratoire volumineux),  
16 ou tout flux d'air au niveau des embrasures de porte, dans les zones très passantes  
17 (couloirs) ou encore dans une sorbonne (pour la pesée des substances toxiques ou  
18 autre substances spéciales),
- 19 – poussière,
- 20 – forces électrostatiques : la charge électrostatique peut être considérablement réduite  
21 en utilisant des récipients de pesage métalliques ou des dispositifs antistatiques. Les  
22 balances doivent toujours être mises à la terre (via la prise électrique, par exemple).  
23 Une humidité relative faible augmente le risque de charge électrostatique,
- 24 – forces magnétiques (par exemple, générateurs de signaux RF, champs magnétiques  
25 d'autres appareils de laboratoire),
- 26 – vibrations.

29

30 Quels que soient les matériaux utilisés pour sa fabrication, le support de pesage doit  
31 être stable, amagnétique et résistant aux vibrations. Il doit également être protégé de  
32 l'électricité statique (par exemple, par mise à la terre).

34

35 Une balance utilisée à des fins d'analyse est conçue pour mesurer de faibles masses. Le  
36 plateau de pesée de ces balances est généralement placé à l'intérieur d'une cage pour  
37 prévenir l'accumulation de poussière et éviter que les courants d'air n'affectent le bon  
38 fonctionnement de la balance.

39

40 Il importe de mettre les balances de niveau. Les balances sont le plus souvent dotées  
41 d'un niveau à bulle dont la bulle doit être centrée en modifiant la hauteur des pieds de la  
42 balance ; d'autres sont équipées d'un système électronique de mise de niveau. Une fois  
43 de niveau, les balances doivent être ajustées à l'aide de poids intégrés (le cas échéant) ou  
44 de poids étalons externes.

44

45 Un temps de préchauffage est nécessaire après la mise sous tension d'une balance. Il  
46 peut être de l'ordre de quelques minutes pour les balances de précision et aller jusqu'à  
47 plusieurs jours pour les ultra-microbalances, selon le modèle. Il convient de laisser  
une balance électronique sous tension car cela lui permet de conserver son équilibre  
thermique.

1

2 *RÉCIPIENTS DE PESÉE*

3 Il convient de prendre des précautions particulières pour s'assurer que le récipient de  
4 pesée et le bouchon sont fabriqués dans un matériau inerte compatible avec l'échantillon.  
5 La taille du récipient de pesée utilisé ne doit pas compromettre la répétabilité et  
6 l'exactitude de la pesée. Une meilleure exactitude des résultats est souvent obtenue  
7 avec de petits récipients de pesage. Il peut toutefois être parfois plus pratique d'utiliser  
8 des récipients de pesée plus grands, comme par exemple une fiole jaugée dans le cas  
9 d'échantillons devant être dilués après la pesée, afin d'éviter une possible erreur due au  
10 transfert.

11 Si nécessaire, l'influence du récipient de pesée sur la répétabilité et l'exactitude des  
12 mesures peut être évaluée en utilisant le récipient comme tare dans les contrôles de  
13 performance de l'équipement correspondant.

14 Il importe également de veiller à ce que les récipients de pesée composés de matériaux  
15 dont le degré d'isolation électrique est élevé (verre ou plastique, par exemple) ne soient  
16 pas chargés d'électricité statique.

17 Les récipients de pesée sont fabriqués avec des matériaux amagnétiques pour éviter  
18 toute interférence magnétique avec les composants de la balance électronique.

19 Parmi les récipients appropriés pour peser des matières solides figurent le papier de  
20 pesée, les coupelles et les entonnoirs, ou encore des récipients fermés (bouteilles, flacons,  
21 fioles). Ces derniers peuvent aussi être utilisés pour peser des liquides.

22 Les coupelles de pesée sont généralement fabriquées à partir d'un polymère, de verre ou  
23 d'un métal comme l'aluminium. Il existe des coupelles antistatiques pour mesurer des  
24 matériaux sensibles à l'électricité statique.

25 Les entonnoirs de pesée sont généralement en verre ou fabriqués à partir d'un polymère.  
26 La conception de ce type de récipient de pesée combine les attributs d'une coupelle et  
27 d'un entonnoir de transfert, ce qui permet de simplifier le transfert d'une poudre pesée  
28 vers un récipient à col étroit, comme une fiole jaugée.

29 Le récipient de pesée et l'échantillon qu'il contient doivent avoir la même température  
30 que la balance et son environnement.

31  
32  
33 *PERFORMANCE DE L'ÉQUIPEMENT*

34 Les instruments de pesage doivent être périodiquement étalonnés et contrôlés afin  
35 de garantir leur conformité aux exigences prédéfinies. Entre deux étalonnages, des  
36 contrôles de performance doivent être effectués. Les exigences minimales pour les  
37 contrôles de performance sont indiquées ci-après.

38 La fréquence de qualification et des contrôles de performance est définie dans le système  
39 de management de la qualité de chaque utilisateur.

40  
41 *ÉTALONNAGE*

42 L'étalonnage fait partie de la qualification de la balance. Il est effectué par l'utilisateur  
43 ou par un organisme compétent approprié. Il a pour but d'établir la traçabilité des  
44 résultats de mesure aux unités SI (traçabilité métrologique). Les résultats d'étalonnage  
45 comprennent l'incertitude de mesure et sont consignés dans un certificat d'étalonnage.  
46 Pour assurer la traçabilité, il est recommandé d'effectuer un étalonnage avant  
47 toute opération de maintenance de la balance altérant de manière significative ses  
performances de mesure. Ces opérations « significatives » comprennent les réparations,

1  
2 le transfert de la balance vers un autre emplacement ou le réglage mécanique d'un  
3 ou plusieurs paramètres de pesage. La balance doit être réétalonnée après toute  
4 opération significative. Un réétalonnage n'est pas nécessaire après des opérations moins  
5 importantes, comme la mise de niveau de la balance ou les ajustements à l'aide de poids  
6 intégrés.

#### 7 *CONTRÔLES DE PERFORMANCE*

8 Des contrôles de performance sont effectués pour évaluer l'erreur aléatoire et l'erreur  
9 systématique de la balance ; ils consistent à mesurer respectivement la fidélité et  
10 l'exactitude et à comparer les résultats obtenus avec des critères d'acceptation prédéfinis.  
11 Une balance est considérée satisfaisante si aucune de ces erreurs ne dépasse 0,10 pour  
12 cent.

13 Dans la pratique, les contrôles de performance portent principalement sur les deux  
14 paramètres de pesage ayant l'incidence la plus significative sur la performance de  
15 l'instrument, à savoir la répétabilité, pour évaluer la fidélité, et la sensibilité, comme  
16 composante principale de l'exactitude de la balance.

17 Deux autres paramètres, l'excentration et la linéarité, influent également sur l'exactitude.  
18 La somme quadratique des erreurs liées à ces paramètres individuels, plutôt qu'une  
19 prudente somme linéaire, offre une approche plus réaliste de l'évaluation de l'exactitude  
20 de la balance, car il est établi que les trois paramètres sont largement indépendants  
21 les uns des autres et il est peu probable qu'ils se produisent simultanément, avec  
22 le même signe algébrique. Par conséquent, le critère d'acceptation pour chaque  
23 paramètre individuel peut être fixé à 0,05 pour cent, soit la moitié de la tolérance  
24 globale d'exactitude de 0,10 pour cent. Bien que l'exactitude soit influencée par ces  
25 trois paramètres, l'excentration et la linéarité ont généralement moins d'impact que la  
26 sensibilité. Ainsi, lors d'un contrôle de l'exactitude, on peut estimer qu'il est suffisant  
27 de ne vérifier que la sensibilité (à 0,05 pour cent), d'autant que les trois paramètres  
28 individuels influençant l'exactitude font l'objet d'une évaluation minutieuse lors de  
29 l'étalonnage.

#### 31 *Répétabilité*

32 Dans la plupart des cas, la masse nette de la matière à peser est nettement inférieure à la  
33 portée maximale de la balance. Par conséquent, l'une des plus importantes contributions  
34 à l'incertitude de mesure lors du pesage d'aussi faibles quantités est l'erreur aléatoire.  
35 Elle est estimée par l'écart type des indications obtenues selon la procédure suivante.

36 Utilisez un poids de valeur unitaire située de préférence à l'extrémité inférieure de la  
37 plage de mesure, par exemple une valeur inférieure à 5 pour cent de la portée maximale  
38 de la balance. Toutefois, si cette limite correspond à une valeur inférieure à 100 mg,  
39 utilisez un poids de 100 mg car les poids plus petits sont difficiles à manipuler. Réglez  
40 le zéro de la balance, placez la charge d'essai choisie sur le plateau de pesée et notez  
41 le résultat indiqué. Répétez toute la procédure au moins 10 fois, y compris le réglage  
42 du zéro.

43 La répétabilité est satisfaisante si :

$$44 \quad \frac{2 \times s}{m_{pppn}} \times 100 \leq 0,10 \quad (3)$$

REMARQUE : si  $s < 0,41 \times d$ ,  $d$  étant la résolution (échelon) de la balance, remplacez  $s$  par  $0,41 \times d$ .

$s$  = écart type des valeurs indiquées (en grammes, par exemple),  
 $m_{ppn}$  = plus petit poids net (en grammes, par exemple). Cette valeur est définie par l'utilisateur comme la plus petite quantité nette d'échantillon qui sera pesée sur la balance.

La limite inférieure de «  $0,41 \times d$  » appliquée à l'écart type est déterminée à partir de l'erreur d'arrondi de la balance. Etant donné que la procédure de pesage comprend deux lectures (tare et poids net de l'échantillon) et que l'erreur d'arrondi calculée pour chaque lecture est égale à «  $0,29 \times d$  », la propagation quadratique des erreurs donne une valeur de «  $0,41 \times d$  ».

La pesée minimale ( $m_{\min}$ ) de la balance peut être déterminée sur la base du résultat de l'essai de répétabilité. La pesée minimale est la plus petite masse nette d'échantillon qui peut être pesée sur la balance en respectant le critère de l'essai de répétabilité. Elle est donnée par l'équation suivante :

$$m_{\min} = 2000 \times s \quad (4)$$

REMARQUE : si  $s < 0,41 \times d$ , remplacez  $s$  par  $0,41 \times d$

#### Sensibilité

L'essai de sensibilité évalue le paramètre ayant l'influence la plus significative sur l'exactitude de la balance.

L'écart de sensibilité augmente de manière approximativement linéaire par rapport à la charge ; il est donc plus important dans la partie supérieure de la plage de mesure. En outre, l'erreur aléatoire ayant une influence dominante à l'extrémité inférieure de la plage de mesure, il n'est pas pertinent d'utiliser une charge d'essai inférieure à 5 pour cent de la capacité de la balance pour déterminer l'erreur de sensibilité.

Évaluez la sensibilité en utilisant une seule charge d'essai dont la masse est comprise entre 5 pour cent et 100 pour cent de la portée maximale de la balance. Réglez le zéro de la balance, placez la charge d'essai choisie sur le plateau de pesée et notez le résultat indiqué.

La sensibilité est satisfaisante si :

$$\frac{|m - I|}{m} \times 100 \leq 0,05 \quad (5)$$

$m$  = poids nominal de la charge d'essai, ou sa masse conventionnelle (voir conditions ci-après), en grammes, par exemple,  
 $I$  = indication, en grammes, par exemple.

En règle générale, le poids nominal est suffisant comme charge d'essai pour l'évaluation, sous réserve que l'erreur relative maximale admissible de la charge d'essai (c'est-à-dire l'erreur maximale admissible de la charge d'essai divisée par le poids nominal) ne dépasse pas un tiers de la valeur spécifiée dans l'essai de sensibilité (0,05 pour cent). Si ce rapport ne peut être atteint, la valeur de la masse conventionnelle de la charge d'essai

(indiquée sur le certificat d'étalonnage du poids) doit être utilisée pour l'évaluation. Dans ce cas, l'utilisateur doit veiller à ce que l'incertitude du poids divisée par le poids nominal ne soit pas supérieure à un tiers de 0,05 pour cent.

#### *UTILISATION DE POIDS DE RÉFÉRENCE*

Les poids de référence utilisés pour l'étalonnage et l'essai de sensibilité (et pour tout autre essai facultatif destiné à évaluer l'exactitude de la balance) sont conformes aux normes OIML R-111 ou ASTM E-617 (notamment pour ce qui concerne la traçabilité métrologique). D'autres poids peuvent être utilisés pour l'essai de répétabilité, sous réserve que leur masse ne varie pas pendant l'essai.

#### *UTILISATION DES POIDS INTÉGRÉS*

Outre le contrôle des instruments de pesage à l'aide de poids externes, il est d'usage d'ajuster les instruments à l'aide des poids intégrés. Cette pratique permet de réduire la fréquence des essais de sensibilité avec des poids de référence externes. Pour les balances électroniques dotées de poids intégrés, il n'est pas jugé nécessaire de réaliser chaque jour un essai de sensibilité avec un poids de référence externe, mais un tel essai doit néanmoins être effectué périodiquement car il permet de détecter d'éventuels problèmes liés aux poids intégrés.

#### *PROCÉDURE DE PESAGE*

La balance et le récipient de pesée doivent être propres, secs et adaptés à la quantité à peser et à la performance souhaitée. Le poids brut du récipient de pesée avec l'échantillon à peser ne doit pas dépasser la portée maximale de la balance.

Pour éviter les erreurs de pesée, il est important que les échantillons et les récipients de pesée soient à la température ambiante du laboratoire. Par exemple, une fiole plus chaude que l'air ambiant réchauffe cet air, qui s'écoule ensuite vers le haut le long de la fiole et réduit le poids apparent du contenu par frottement.

Poser le récipient de pesée sur la balance en prenant soin de le centrer sur le plateau de pesée. Evitez de manipuler le récipient à mains nues car cela pourrait affecter la température et l'humidité relative ; utilisez plutôt des pinces. Une fois l'affichage de la balance stabilisé, tarez la balance et ajoutez la quantité d'échantillon souhaitée dans le récipient de pesée, sans en renverser. Laissez l'affichage de la balance se stabiliser, puis notez la masse. Si un transfert de substance est nécessaire, veillez à l'effectuer quantitativement ou, s'il n'est pas possible de garantir que la totalité de la quantité a été transférée, pesez à nouveau le récipient et notez la différence.

#### *ÉCHANTILLONS*

Pour les échantillons volatils, déliquescents ou hygroscopiques, il peut être avantageux pour l'analyste d'utiliser un récipient à ouverture réduite ou un récipient muni d'un bouchon étanche aux gaz, en veillant à sa mise en place rapide après la pesée. L'analyste peut également tarer au préalable le récipient et le bouchon, puis ajouter la substance, fermer le récipient et enregistrer l'indication.

#### *ÉCHANTILLONS ÉLECTROSTATIQUES*

Le pesage d'échantillons électrostatiques est susceptible de poser des problèmes car les forces électrostatiques peuvent rendre la manipulation difficile et donner lieu à des résultats incorrects et non reproductibles. Dans de tels cas, l'utilisation d'un système antistatique peut être utile. Les récipients en plastique et en verre sont à éviter. En

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42  
43  
44  
45  
46  
47

général, les récipients en métal réduisent ou empêchent la charge électrostatique. Un environnement de travail à faible humidité relative (par exemple, en dessous de 40 pour cent HR) augmente le risque d'effets électrostatiques.

*ÉCHANTILLONS MAGNÉTIQUES*

Les forces magnétiques entre un échantillon magnétique et l'environnement ou certaines parties de la balance augmentent la gravité et peuvent donner lieu à des résultats erronés et non reproductibles. Par conséquent, une attention particulière devrait être prise lors de la pesée de ces échantillons en les protégeant, par exemple, par un matériau approprié, comme du mu-métal. Il peut également être utile d'augmenter la distance entre l'échantillon et les parties métalliques de la balance car la force magnétique diminue à mesure que la distance augmente.