La maîtrise du pesage

GWP®
Good Weighing Practice
by METTLER TOLEDO

Expérience
Meilleur pesage
Utilisation sans erreur
Résultats précis

Peser correctement

avec des balances de laboratoire

METTLER TOLEDO

Peser correctement avec des balances de laboratoire

Introduction	5
Emplacement de la balance	6
Utilisation de la balance	8
Influences physiques	12
Termes techniques	20
GWP® – Good Weighing Practice™	30

Introduction

Le pesage est l'une des tâches les plus fréquentes au laboratoire. Les microbalances, semi-microbalances, balances d'analyse et balances de précision modernes sont de nos jours devenues tellement perfectionnées qu'il est en général possible de ne pas utiliser de chambres de pesée spéciales.

Le progrès technologique de l'électronique a permis se simplifier considérablement l'utilisation, de fortement réduire les temps de pesage et de rendre les balances tellement flexibles qu'elles peuvent aujourd'hui être intégrées directement dans un procédé de production.

Ce progrès comporte d'ailleurs en lui le risque que les influences perturbatrices de l'environnement ne soient pas suffisamment prises en considération. Il s'agit alors généralement d'effets physiques mesurables par les microbalances, semi-microbalances et balances d'analyse et qui ne doivent pas être supprimés par celles-ci, étant donné qu'il s'agit de variations réelles du poids (p. ex. évaporation lente, absorption d'humidité) ou de forces agissant sur le produit à peser et le plateau (p. ex. magnétisme, électricité statique) et que la balance reconnaît également en tant que variations du poids.

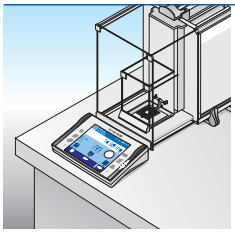
Avec la présente information, nous souhaitons vous renseigner sur les points essentiels devant être pris en considération lors de l'utilisation des microbalances, semi-microbalances et balances d'analyse, lorsque l'utilisateur exige des résultats de pesée de qualité élevée.

Après de succinctes remarques au sujet de l'emplacement et de l'utilisation appropriée des balances, les influences perturbatrices de l'environnement sur la détermination du poids seront abordées individuellement. La plupart de ces influences sont reconnaissables par une lente variation de l'affichage du poids (dérive).

Étant donné que l'interprétation correcte des caractéristiques techniques est particulièrement importante pour l'évaluation d'un résultat de pesée, les termes techniques les plus courants seront finalement expliqués.

Emplacement de la balance

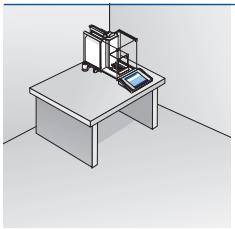
L'exactitude et la reproductibilité de résultats de pesée sont étroitement liées à l'emplacement de la balance. Tenez compte des points ci-après afin que votre balance puisse travailler dans les meilleures conditions:



La table de pesée

- Solide (table de laboratoire, plan de travail de laboratoire, table en pierre)
  Votre table de pesée ne doit pas fléchir lors de son utilisation et, si possible, ne pas transmettre de vibrations.
- Amagnétique (pas de plaque en acier).
- Protégée contre l'électricité statique
  (pas en matière plastique ou en verre).
- Fixation unique
  La table de pesée doit soit reposer sur le sol, soit être fixée au mur. Les deux types de fixation simultanément transmettent les vibrations du mur et du sol.
- Réservée uniquement pour le pesage.

L'emplacement et la table de pesée doivent présenter une stabilité telle que l'affichage de la balance ne varie pas lorsqu'on appuie sur la table ou qu'on se place au poste de pesage. Renoncez aux supports mous, p. ex. les sous-main. En ce qui concerne le positionnement de la balance, préférez l'emplacement directement au-dessus des pieds de la table car c'est à cet endroit qu'apparaissent les vibrations les plus faibles.

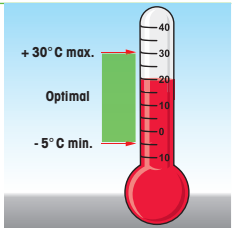


Le local de travail

- Sans secousses
- Non exposé aux courants d'air

Placez la table de pesée dans un coin d'un local. C'est à cet endroit qu'un bâtiment présente le moins de vibrations. L'accès au local devrait idéalement s'effectuer par le biais d'une porte coulissante, pour réduire l'influence du mouvement de la porte.

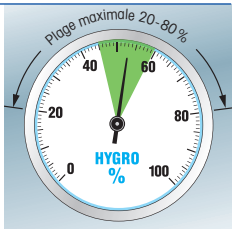
La température



- Maintenez si possible la température ambiante constante, les résultats de pesée dépendent de la température! (Dérive typique: 1-2 ppm/°C).
- Ne pesez pas à proximité de radiateurs ou de fenêtres.

Les balances METTLER TOLEDO avec „FACT“ (réglage motorisé entièrement automatique) peuvent largement compenser la dérive de température restante. De ce fait, laissez „FACT“ toujours activé.

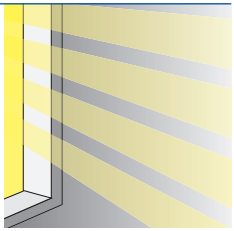
L'humidité de l'air



- L'humidité relative de l'air (% hr) se situe idéalement entre 45 et 60 %. En aucun cas, l'humidité relative de l'air ne devrait se situer hors de la plage de mesure de 20 à 80 % hr.

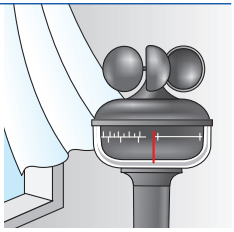
Une surveillance permanente est recommandée pour les microbalances. Si possible, les variations devraient toujours être corrigées.

La lumière



- Placez la balance si possible contre un mur sans fenêtre. Le rayonnement direct du soleil (chaleur) influence le résultat de pesée.
- Placez la balance avec un écart suffisant par rapport aux sources de lumière pour éviter le rayonnement thermique. Ceci concerne en particulier les lampes à incandescence. Utilisez les tubes fluorescents.

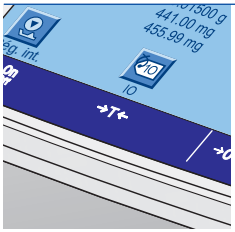
L'air



- Ne placez pas la balance dans le flux d'air d'installations de climatisation ou d'appareils dotés de ventilateurs comme les ordinateurs ou les grands appareils de laboratoire.
- Placez la balance avec un écart suffisant par rapport aux radiateurs. En plus de la dérive possible de la température, de fortes circulations d'air peuvent y apparaître et provoquer des perturbations.
- Ne placez pas la balance à côté d'une porte.
- Évitez les lieux très fréquentés par des personnes.
  Les passants occasionnent généralement un courant d'air sur le lieu de la pesée.

Utilisation de la balance

Les microbalances, semi-microbalances, balances d'analyse et balances de précision sont des instruments de mesure de très grande précision. Si vous suivez les conseils suivants, vous obtiendrez des résultats de pesée fiables.



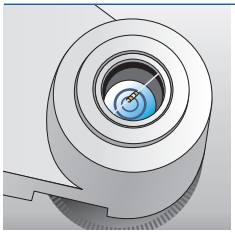
La mise en marche

- Ne débranchez pas la balance du réseau d'alimentation et laissez celle-ci toujours en marche. De cette manière, un équilibre thermique peut s'installer dans la balance.
- Si vous éteignez la balance, utilisez à cet effet la touche d'affichage (sur les anciens modèles, la touche de tarage). La balance est alors en mode veille. L'électronique reste sous tension et un temps d'échauffement n'est plus nécessaire.

CONSEIL: Lors du premier raccordement au réseau d'alimentation électrique, nous recommandons différents temps d'échauffement:

- Microbalances: jusqu'à 12 heures
- Semi-microbalances et balances d'analyse: environ 6 heures
- Balances de précision: environ 3 heures

Indépendamment de ces valeurs indicatives, tenez dans tous les cas compte des temps minimaux indiqués dans le mode d'emploi.



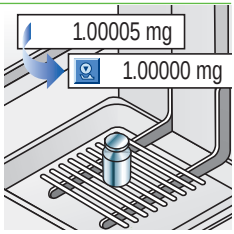
La mise de niveau

- Mettez la balance de niveau.
  Pour ce faire, contrôlez si la bulle d'air se trouve au centre du niveau à bulle. Vous pouvez effectuer des corrections en tournant les pieds réglables. Vous devez ensuite régler la sensibilité de la balance. La procédure exacte est décrite dans le mode d'emploi de la balance.

CONSEIL: Si vous souhaitez assurer à tout moment la mise de niveau correcte de la balance et aussi documenter ceci, p. ex. pour satisfaire aux exigences selon BPx[1)], nous recommandons la famille de balances Excellence Plus avec l'automatisme intégré de contrôle de niveau "LevelControl".

[1)] BPx Bonnes Pratiques de Laboratoire (BPL) ou Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF)

Le réglage



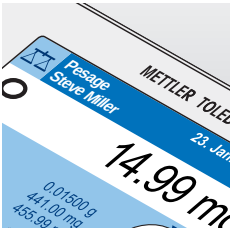
- Réglez régulièrement la sensibilité de la balance, avant tout
  - lorsque vous mettez la balance pour la première fois en service
  - après un changement d'emplacement
  - après la mise de niveau
  - après d'importantes variations de température, d'humidité ou de pression atmosphérique.

CONSEIL: Si vous souhaitez que le réglage soit effectué de manière entièrement automatique par exemple après une variation de température, il est judicieux de choisir des balances disposant de "FACT". Sur ces modèles, le réglage s'effectue de lui-même. Pour pouvez ainsi aussi augmenter l'intervalle de temps entre les contrôles de routine.

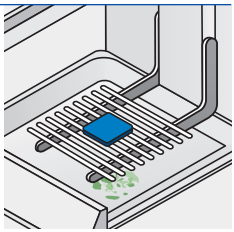
La lecture

- Au début de chaque pesée, veillez à ce que l'affachage indique exactement zéro, sinon mettez à zéro pour éviter les erreurs dues au zéro.
- Lisez seulement le résultat après disparition du petit cercle en haut à gauche sur l'affichage de la balance. Ce détecteur de stabilité valide le résultat de pesée.

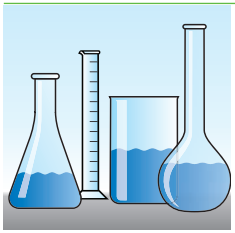
CONSEIL: Une détection de stabilité encore meilleure est proposée par la ligne Excellence Plus. Ces balances affichent les valeurs de mesure instables en **bleu**. Lorsque la stabilité est atteinte, l'affichage passe immédiatement au **noir** et le cercle en haut à gauche disparaît. Vous reconnaissez ainsi un résultat de pesage stable avec plus de fiabilité, de rapidité et de sûreté.



Le plateau de pesage



- Placez toujours le produit à peser au centre du plateau. Vous évitez ainsi les erreurs liées aux charges excentrées.
- Sur les microbalances et semi-microbalances, chargez le plateau, après une pause prolongée (>30 min) tout d'abord brièvement, pour annuler l'effet de la première pesée.



Le récipient de pesée

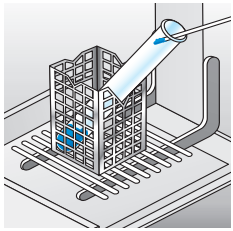
- Utilisez le plus petit récipient possible.
- Évitez les récipients en matière plastique si l'humidité de l'air est inférieure à 30-40 %. Dans ces conditions, ceux-ci peuvent se charger d'électricité statique.

  Les matériaux non conducteurs de l'électricité (p. ex. verre et matière plastique) peuvent se charger en électricité statique. Ceci peut entraîner des altérations drastiques du résultat de pesée. Veillez donc à prendre des mesures préventives appropriées (voir la page 14: Électricité statique).

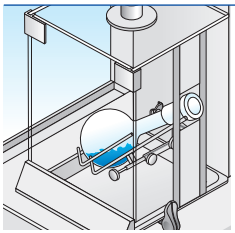
- Le récipient de pesée et le produit à peser doivent si possible avoir la même température que l'environnement. Des différences de température peuvent conduire à des circulations d'air qui altèrent le résultat de pesée (voir la page 7: Température). Après prélèvement dans un four de séchage ou un lave-vaisselle, laissez le récipient de pesée se refroidir, avant de le placer dans la balance.

- Si possible, ne prenez pas le récipient de pesée dans les mains pour le poser dans la chambre de pesée pour ne pas modifier la température et l'humidité de l'air de la chambre de pesée et du récipient de pesée, ce qui a une influence défavorable sur l'opération de pesée.

Support de récipient de tare "ErgoClip Basket".



CONSEIL: Différents supports de récipients de tare offrent les conditions optimales pour une pesée sûre et sans perturbation (voir illustrations).



Ballon gradué sur support spécial de récipient de tare "ErgoClip Flask" et "MinWeigh Door".

Le pare-brise

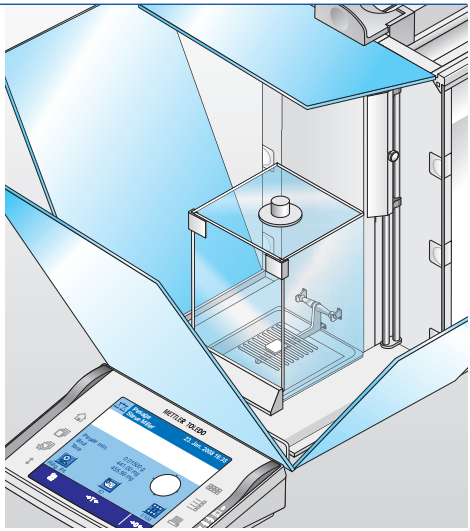
- N'ouvrez les portes du pare-brise que le juste nécessaire. Ainsi le climat dans la chambre de pesée reste constant et le résultat de pesée n'est pas influencé.
- Configurez les balances possédant un pare-brise automatique et configurable comme les instruments de la famille Excellence Plus, pour une ouverture minimale du pare-brise.

CONSEIL: Si dans des conditions très défavorables, vous souhaitez mesurer de manière sensiblement plus simple et plus précise, nous vous recommandons des accessoires spécifiques pour nos gammes de balances Excellence et Excellence Plus. Vous obtenez les meilleurs résultats même pour de très petites pesées et avec d'étroites tolérances et des conditions ambiantes défavorables. Notre porte spéciale de pare-brise "MinWeigh Door" est par exemple parfaite pour l'utilisation dans des cabines de pesée. Pour les conditions de pesage "normales", elle offre toutefois aussi des avantages. La répétabilité de la lecture du poids net peut ainsi être améliorée du facteur deux!

L'utilisation du plateau "SmartGrid" – qui se caractérise par sa structure à grille – stabilise tellement bien la pesée que les portes du pare-brise des balances d'analyse à 4 décimales peuvent en général rester ouvertes pendant la pesée.

L'entretien de la balance

- Veillez à ce que la chambre de pesée et le plateau soient toujours propres.
- Pour le pesage, utilisez exclusivement des récipients de pesée propres.
- Comme produit de nettoyage, les simples produits de nettoyage pour vitres suffisent.
- Pour le nettoyage, utilisez des chiffons non pelucheux.
- Ne balayez pas les impuretés avec un pinceau dans d'éventuelles ouvertures.
- Avant nettoyage, retirez d'abord toutes les pièces amovibles comme le plateau de pesage.



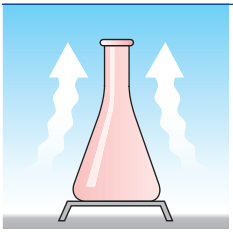
CONSEIL: Sur les balances d'analyse Excellence et Excellence Plus, vous pouvez retirer individuellement toutes les vitres du pare-brise pour un nettoyage au lave-vaisselle.

Influences physiques

Lorsque l'affichage du poids ne se stabilise pas, lorsque le résultat dérive lentement dans une direction ou lorsque les valeurs affichées sont erronées, l'origine se situe fréquemment dans des influences physiques non souhaitées. Les causes les plus courantes sont:

- les influences du produit à peser
- les influences ambiantes à l'emplacement de la balance
- l'absorption ou l'évaporation d'humidité par le produit à peser
- des produits à peser ou des récipients chargés d'électricité statique
- des produits à peser ou des récipients magnétiques

Dans le chapitre suivant, nous nous intéressons de plus près à ces influences, expliquons leurs causes et décrivons les mesures à prendre.



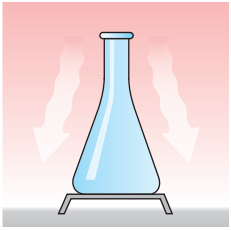
La température

Problème

L'affichage du poids d'un produit à peser dérive dans une direction.

Causes possibles

La balance n'est pas encore suffisamment longtemps raccordée à l'alimentation électrique.



Une différence de température entre le produit à peser et l'environnement entraîne des circulations d'air le long du récipient de pesée. L'air frôlant le récipient génère une force dirigée vers le haut ou le bas. Le résultat de pesée s'écarte alors de la valeur vraie. Cet effet est appelé poussée dynamique. Il ne diminue que lorsqu'un équilibre thermique a été atteint. Un objet froid paraît plus lourd, un objet chaud plus léger. Cet effet peut entraîner des problèmes en particulier lors des pesées différentielles avec des semi-microbalances, des microbalances et des ultramicrobalances.

Exemple

Avec l'expérience suivante, vous pouvez expérimenter la poussée dynamique: pesez un erlenmeyer ou un récipient similaire et notez le poids.

Tenez le récipient dans la main pendant une minute environ puis répétez la pesée. La température plus élevée et la différence de température qui en résulte font que le récipient paraît plus léger. (La transpiration de la main ne joue aucun rôle dans ce test. Dans le cas contraire, l'échantillon deviendrait ainsi même plus lourd).

Remède

- Ne pesez aucun échantillon provenant directement du dessiccateur ou du réfrigérateur.
- Acclimatez le produit à peser à la température du laboratoire ou du local de pesage.
- Tenez le porte-échantillon à l'aide d'une pince.
- N'introduisez pas la main dans la chambre de pesée.
- Choisissez un récipient porte-échantillon à petite ouverture.

L'absorption d'humidité / l'évaporation

Problème

L'affichage du poids d'un produit pesé dérive en permanence dans une direction.

Causes possibles

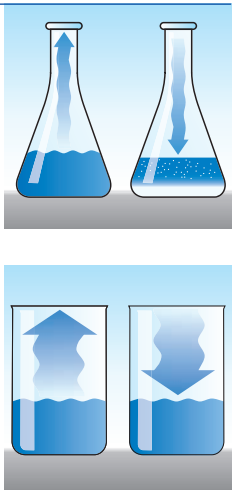
Vous mesurez la perte de poids de substances volatiles (p. ex. l'évaporation de l'eau) ou l'augmentation de poids de produits à peser hygroscopiques (absorbtion de l'humidité de l'air).

Exemple

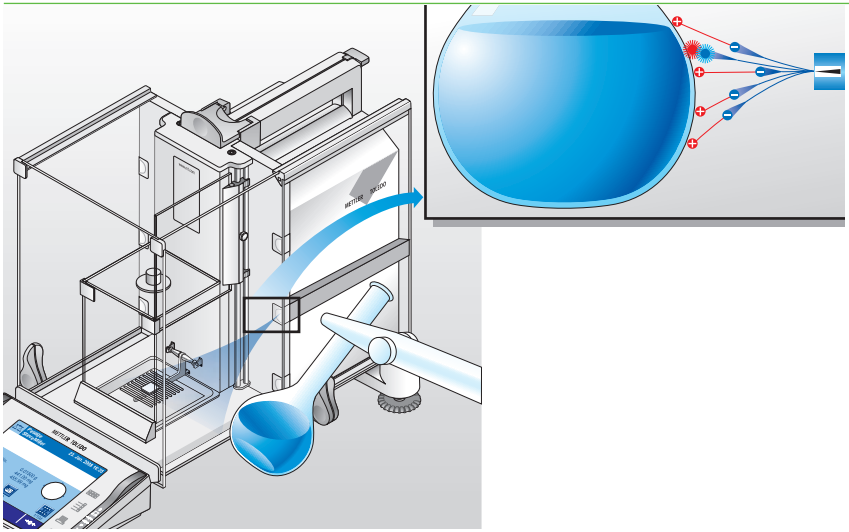
Vous pouvez constater cet effet avec de l'alcool ou du gel de silice.

Remède

Utilisez des récipients de pesée propres et secs et gardez le plateau de pesage propre et sec. Utilisez des récipients à petites ouvertures ou des couvercles. Pour les ballons de chimie, évitez les supports en liège ou carton. Ceux-ci peuvent absorber ou transmettre beaucoup d'humidité. Les supports triangulaires métalliques ou les „ErgoClips“ pour la famille de balances Excellence et Excellence Plus ont par contre un comportement neutre.



Dans le cas d'une grande ouverture du récipient de pesée, le risque d'erreurs de mesure par évaporation ou condensation augmente.



L'électricité statique

Problème

La pesée affiche à chaque fois un autre résultat. L'affichage du poids dérive; les résultats ne sont presque pas reproductibles.

Causes possibles

Votre récipient de pesée ou l'échantillon s'est chargé d'électricité statique. Les matériaux à faible conductibilité électrique (verre, matière plastique, poudre ou granulés) ne peuvent pas écouler les charges électrostatiques ou seulement très lentement (pendant des heures). La charge est déclenchée en premier lieu par manipulation ou frottement pendant le maniement ou le transport de récipients ou de matières. L'air sec avec une humidité de l'air inférieure à 40 % augmente le risque d'apparition de cet effet.
Les erreurs de pesée proviennent de la force électrostatique entre le produit à peser et l'environnement. Ceci peut conduire aux écarts de pesée indiqués, surtout avec les microbalances, semi-microbalances et balances d'analyse.

Exemple

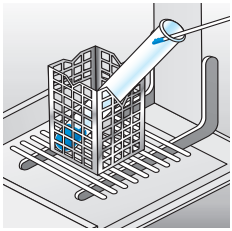
Un verre propre ou un récipient en matière plastique qui est légèrement frotté avec un chiffon en laine, montre cet effet de manière très nette.

Remède

- Augmentez l'humidité de l'air.
  Le problème apparaît plus particulièrement en hiver dans les locaux chauffés. Dans les locaux climatisés, le réglage correspondant de l'installation de climatisation (45-60 % d'humidité relative) peut être un remède.
- Stoppez les forces électrostatiques par un blindage.
  Placez le récipient de pesée dans un récipient en métal.
- Utilisez un autre récipient de pesée.
  La matière plastique et le verre se chargent rapidement en électricité statique et ne sont pas donc recommandés. Le métal est mieux adapté.
- Utilisez un pistolet antistatique. Les produits disponibles dans le commerce ne sont cependant pas efficaces dans toutes les situations.
- Utilisez les kits antistatiques externes ou internes de METTLER TOLEDO.

Remarque: La balance et donc aussi le plateau de pesage devraient toujours être mis à la terre. Toutes les balances METTLER TOLEDO avec fiche secteur à 3 contacts sont automatiquement mises à la terre.

Support de récipient de tare "ErgoClip Basket".

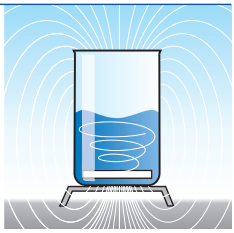


CONSEIL: Le support de récipient de tare "ErgoClip Basket" évacue l'électricité statique de manière optimale et évite ainsi efficacement les problèmes décrits pour les tubes à essai.

Le magnétisme

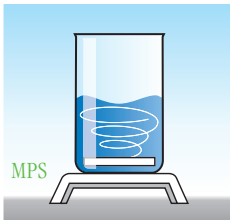
Problème

Un produit à peser présente, suivant sa position sur le plateau, des résultats de mesure différents. Le résultat n'est presque pas reproductible. L'affichage reste toutefois stable.



Causes possibles

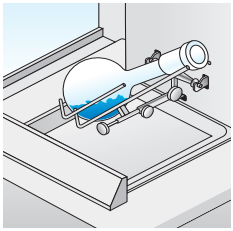
Vous pesez un matériau magnétique. Les objets magnétisés et les objets perméables magnétiquement s'attirent mutuellement. La force supplémentaire engendrée est interprétée de façon erronée comme étant une charge. Pratiquement tous les objets en fer (acier) sont magnétiquement très perméables (ferromagnétiques).



Remède

Si possible, stoppez les forces magnétiques par blindage en plaçant le produit à peser p. ex. dans un récipient en mumétal. Comme la force diminue avec la distance, le produit à peser peut être placé plus loin du plateau à l'aide d'un support amagnétique (p. ex. becher, support en aluminium). Le même effet peut être obtenu avec le dispositif permettant de peser sous la balance. Celui-ci est monté en standard sur les microbalances, semi-microbalances, balances d'analyse et balances de précision METTLER TOLEDO. METTLER TOLEDO emploie de préférence des matériaux amagnétiques afin d'exclure cet effet dès le début.

Support de récipient de tare "ErgoClip Flask" pour balances des lignes Excellence et Excellence Plus.



CONSEIL: Pour la pesée de moyens et grands aimants à l'aide de balances de précision, nous recommandons d'utiliser en plus un "plateau "MPS" (Magnetic-Protection-System). Pour les balances d'analyse, nous recommandons d'utiliser un support triangulaire. Il augmente l'écart de l'aimant par rapport au plateau. Pour les balances de la ligne Excellence et Excellence Plus, nous proposons des "ErgoClips" spéciaux.

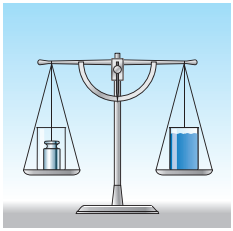
La poussée aérostatique

Effet

Un produit pesé dans l'air et dans le vide n'a pas le même poids.

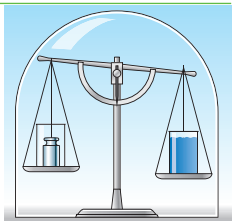
Cause: Le poids d'un corps est égal au poids du fluide déplacé par ce corps (loi d'Archimède). Grâce à cette loi, on explique pourquoi un bâteau flotte, un ballon vole ou l'affichage du poids d'un produit pesé dépend de la pression atmosphérique.

Le fluide qui entoure nos produits à peser est l'air. La masse volumique de l'air est d'environ 1.2 kg/m^3 (dépend de la température et de la pression atmosphérique). La poussée aérostatique du produit à peser (corps) est alors de 1.2 kg par mètre cube de son volume.



Exemple

Posons une masse de référence de 100 g dans un becher sur une balance à fléau puis remplissons un même becher sur l'autre plateau avec de l'eau jusqu'à ce que le fléau soit en équilibre. Ainsi, les deux produits pesés dans



l'air ont le même poids. Plaçons ensuite la balance à fléau sous une cloche en verre et créons le vide; la balance penchera du côté du becher contenant de l'eau, étant donné que l'eau du fait de son plus grand volume, déplace plus d'air et subit donc une poussée aérostatique plus forte. Dans le vide, cette poussée disparaît. Donc dans le vide, le poids de l'eau sur le côté droit est supérieur à 100 g.

	Poids de référence	Eau
Poids dans l'air	100 g	100 g
Masse volumique	8000 kg/m³	1000 kg/m³
Volume	12.5 cm³	100 cm³
Poussée aérostatique	15 mg	120 mg
Poids dans le vide	100.015 g	100.120 g

Remède

La sensibilité de la balance est réglée avec des poids de référence d'une masse volumique de 8.0 g/cm3. Si des produits avec une masse volumique différente sont pesés, il en résulte une erreur due à la poussée aérostatique. Si une grande précision de mesure relative est demandée, il est recommandé de corriger en conséquence le poids affiché.

Dans le cas de pesées effectuées à des jours différents, p. ex. des pesées différentielles ou des pesées comparatives, vous devriez contrôler la pression atmosphérique, l'humidité de l'air et la température et calculer de la manière suivante la correction de la poussée aérostatique:

Méthode pour la détermination de la masse volumique d'un produit à peser:

1. Calcul de la masse volumique de l'air

$$\rho_a = \frac{0.348444\ p - h(0.00252\ t - 0.020582)}{273.15 + t}$$

ρ	Masse volumique de l'air en kg/m³
P	Pression atmosphérique en hPa (= mbar) (utiliser la pression locale)
h	Humidité relative de l'air en %
t	Température en °C

2. Détermination de la masse du produit à peser (correction de la poussée aérostatique dans l'air)

$$m = \frac{1 - \frac{\rho_a}{\rho_c}}{1 - \frac{\rho_a}{\rho}} W$$

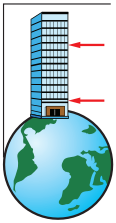
m	Masse
a	Masse volumique de l'air en kg/m³
ρ	Masse volumique du produit à peser
c	Masse volumique conventionnelle du corps (8000 kg/m³)
W	Valeur de pesage (affichage de la balance)

Exemple

Affichage de la balance 200.0000 g
Pression atmosphérique 1018 hPa
Humidité relative de l'air 70 %
Température 20 °C
Masse volumique du produit à peser 2600 kg/m³

$$\rho_a = \frac{0.348444 \cdot 1018 - 70\,(0.00252 \cdot 20 - 0.020582)}{273.15 + 20} = 1.2029 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \frac{1 - \frac{1.2029 \text{ kg/m}^3}{8000 \text{ kg/m}^3}}{1 - \frac{1.2029 \text{ kg/m}^3}{2600 \text{ kg/m}^3}} 200 \text{ g} = 200.0625 \text{ g}$$



La gravitation

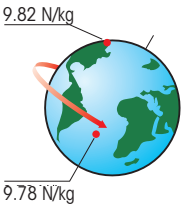
Effet

Lorsque l'altitude change, les valeurs de pesée obtenues sont différentes. Ainsi par exemple, l'affichage du poids est différent si une pesée est effectuée 10 mètres plus haut (passage du 1er étage au 4e étage d'un immeuble).

Cause

Pour la détermination de la masse d'un corps, la balance mesure la force de gravitation, autrement dit, la force d'attraction (force de gravitation)

entre la terre et le produit à peser. Cette force dépend essentiellement de la latitude terrestre du lieu et de l'altitude (distance jusqu'au centre de la terre).



Ainsi:

1. La force de gravitation sur le produit à peser est d'autant plus faible que celui-ci se trouve éloigné du centre de la terre. Elle diminue avec le carré de la distance.

$$F_G = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

2. L'accélération centrifuge créée par la rotation de la terre qui s'oppose à la force d'attraction (force de gravitation) est d'autant plus importante que l'on se trouve près de l'équateur. Les pôles sont le plus éloignés de l'équateur et ont la distance la plus courte jusqu'au centre de la terre. C'est pour cette raison, qu'une force qui agit sur une masse est maximale aux pôles et minimale à l'équateur.

Exemple

Pour un produit à peser de 200 g, dont le poids, affiché au 1er étage, vaut 200,00000 g, on obtient la valeur suivante au 4e étage (10 m plus haut):

$$200\ \text{g} \frac{r^2_{\text{Erde}}}{(r_{\text{Erde}} + \Delta)^2} = 200\ \text{g} \frac{(6\,370\,000\ \text{m})^2}{(6\,370\,010\ \text{m})^2} = 199.99937\ \text{g}$$

Remède

Mettez de niveau et réglez la balance après chaque changement d'emplacement avant la première utilisation.

CONSEIL: Les balances avec "FACT" intégré (autoréglage motorisé entièrement automatique) effectuent elles-même ce réglage. Les balances METTLER TOLEDO de la série Excellence et Excellence Plus possèdent en série "FACT".

Termes techniques

Précision d'affichage

La précision d'affichage d'une balance est le plus petit écart entre deux valeurs de mesure pouvant être lu sur l'affichage. Sur un affichage numérique, c'est le plus petit pas numérique, aussi appelé échelon.

Précisions d'affichage standards (ou valeurs d'échelon) de différents modèles de balance				
Ultra-microbal.	1d[1] =	0.1µg	= 0.0000001 g	7 décimales
Microbalances	1d =	1 µg	= 0.000001 g	6 décimales
Semi-microbal.	1d =	0.01 mg	= 0.00001 g	5 décimales
Bal. d'analyse	1d =	0.1 mg	= 0.0001 g	4 décimales
Bal. de précision	1d =	1 g à 1 mg	= 1 g à 0.001 g	0 à 3 décim.

[1] 1d = 1 digit = un échelon numérique

CONSEIL: Les balances "DeltaRange" ou "DualRange" se caractérisent par deux précisions d'affichage différentes. Par rapport à une balance à plaque unique, elles constituent une alternative intéressante du point de vue du prix.

Exactitude

Désignation qualitative de l'étroitesse de l'accord de résultats de détermination et la valeur de référence. Cette dernière peut être la valeur vraie, la valeur correcte ou la valeur attendue, en fonction de la définition ou de la convention [DIN[1] 55350-13].

Ou succinctement: De combien l'affichage d'une balance se rapproche-t-il du poids effectif d'un produit pesé.

Classes de précision de poids d'essai

Réunion de différents poids étalons dans des classes de même précision.

Grâce à la recommandation de la classe de poids selon OIML[2] R111, il est assuré en plus que les limites d'erreur sont respectées conformément à la

[1] DIN Deutsches Institut für Normung

[2] OIML Organisation Internationale de Métrologie Légale

classification des poids et que la qualité du matériau et de surface correspond à cette recommandation internationale. **www.oiml.com**

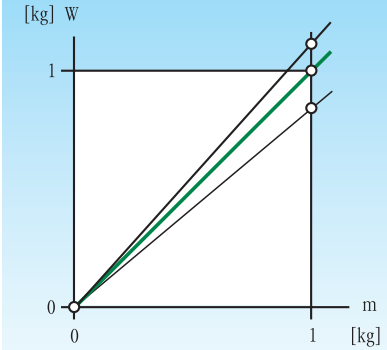
Les normes de gestion de la qualité exigent dans le cadre de la surveillance des équipements d'essai que les balances soient étalonnées et réglées à intervalles déterminés à l'aide de poids retraçables. Pour ce faire, des poids certifiés de la classe de précision correspondante doivent être utilisés.

Sensibilité

Quotient de l'accroissement de la réponse d'un instrument de mesure par accroissement correspondant du signal d'entrée ([VIM] 5.10)[1].
Sur une balance, la modification de la valeur de pesée ΔW divisée par la modification de charge Δm qui en est à l'origine.

$$S = \frac{\Delta W}{\Delta m}$$

La sensibilité fait partie des spécifications les plus importantes d'une balance. La sensibilité spécifiée d'une balance s'entend en général comme sensibilité globale (pente), mesurée sur l'étendue nominale.



Sensibilité entre la valeur de pesage W et la charge m, sur l'exemple d'une balance ayant une plage nominale de 1 kg. La ligne médiane indique la caractéristique d'une balance avec sensibilité corrrecte (pente). La caractéristique supérieure est trop inclinée (trop grande sensibilité, représentation exagérée), celle inférieure n'est pas assez inclinée (sensibilité trop faible).

Coefficient de température de la sensibilité

La sensibilité dépend de la température. Le degré de dépendance est déterminé par l'écart réversible de la valeur de mesure sous l'influence d'une variation de la température ambiante. Il est indiqué par le coefficient de température de la sensibilité (TC) et correspond à l'écart en pour-cent du poids affiché (ou de la pesée) par degré Celsius. Le coefficient de température est p. ex. de 0.0001 %/°C pour une balance XP. En clair, pour une variation de température de 1 degré Celsius, la sensibilité change de 0.0001 % ou d'un millionième.

[1] VIM International Vocabulary of basic and general terms in Metrology

Le coefficient de température peut être calculé comme suit:

$$TC = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{\frac{\Delta R}{m}}{\Delta T} = \frac{\Delta R}{m\,\Delta T}$$

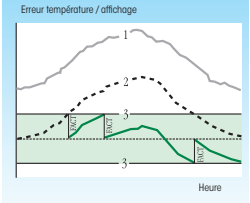
ΔS est la variation de la sensibilité et ΔT est la variation de température. La variation de sensibilité ΔS est égale à la variation du résultat ΔR divisé par la charge pesée m, ou par la pesée, après tarage. Avec ces indications, l'écart du résultat de mesure peut être calculé par conversion pour une variation de température déterminée.
Pour la valeur affichée, on obtient alors:

$$\Delta R = (TC\ \Delta T)\ m$$

Si sur la balance d'analyse XP/XS, vous pesez une charge (pesée) de 100 g, et si depuis le dernier réglage, la température ambiante dans le laboratoire a changé de 5 °C, l'erreur dans le résultat de pesage ΔR (avec le coefficient de température de la XP de 0.0001 %/°C) peut, dans le cas le plus défavorable, s'élever à:

$$\Delta R = (TC\ \Delta T)\ m = (0.0001\ \%/°C \cdot 5\ °C)\ 100\ g = 0.5\ mg$$

Si par contre, la charge n'est que de 100 mg, donc 1000 fois moins, l'écart maximal est alors aussi plus petit. Il ne serait alors que de 0.5 µg.



FACT

Abréviation de „Fully Automatic Calibration Technology“ („FACT“). Réglage automatique de la sensibilité, en fonction du modèle de balance aussi la linéarité d'une balance. Le réglage est déclenché lors du dépassement d'une variation de température prédéfinie.

Dans la production, les poids internes sont raccordés de manière retraçable à des standards de masse internationaux par un «étalonnage primaire». Lors de cette opération, la masse du poids interne est déterminée par la pose d'un poids certifié et mémorisée en tant que valeur dans la balance.

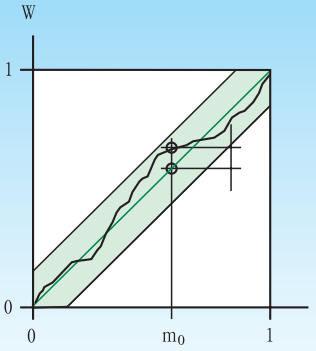
proFACT

Abréviation de „Professional Fully Automatic Calibration Technology“ („proFACT“). Réglage automatique professionnel de la sensibilité.

CONSEIL: La famille de semi-microbalances et balances d'analyse Excellence et Excellence Plus dispose de deux poids internes. Autrement dit, lors du réglage, ce n'est pas uniquement la sensibilité mais aussi la non-linéarité qui est testée.

Linéarité (non-linéarité)

La linéarité caractérise l’aptitude d’une balance à suivre le rapport linéaire entre la charge posée et la valeur de pesage affichée W (sensibilité). La caractéristique de pesage est représentée par une droite passant par la charge nulle et par la charge maximale (voir: Sensibilité).



D'autre part, la non-linéarité définit la largeur de la bande à l'intérieur de laquelle peut avoir lieu un écart positif ou négatif de la valeur de mesure par rapport à la caractéristique idéale.

Pour p. ex. la balance d'analyse METTLER TOLEDO Excellence Plus XP205DR, l'écart par rapport à l'évolution linéaire est au maximum de ±0.15 mg sur l'ensemble de la plage de pesage de 200 g.

Répétabilité

Faculté d'une balance à afficher des valeurs de mesure identiques lors de pesées répétitives du même objet, de la même manière et dans les mêmes conditions ([OIML[1)] R 76 1] T.4.3).

La série de mesures doit être effectuée par le même opérateur selon la même méthode de pesage, à la même position sur le récepteur de charge, au même emplacement, avec des conditions ambiantes constantes et sans interruption.

[1)] OIML Organisation Internationale de Métrologie Légale

L'écart type de la série de mesures est une étendue appropriée pour indiquer la valeur de la répétabilité.

En particulier, pour les balances de haute résolution, l'étendue de la répétabilité n'est pas uniquement liée à la balance. La répétabilité dépend aussi des conditions ambiantes (courant d'air, fluctuations de température, vibrations) du produit à peser et en partie de l'expérience de la personne effectuant la pesée.

L'exemple suivant montre une série de mesures typique, effectuée sur une semi-microbalance d'une précision d'affichage de 0.01 mg.

x_1	= 27.51467 g	x_6	= 27.51467 g
x_2	= 27.51466 g	x_7	= 27.51467 g
x_3	= 27.51468 g	x_8	= 27.51466 g
x_4	= 27.51466 g	x_9	= 27.51468 g
x_5	= 27.51465 g	x_{10}	= 27.51467 g

Déterminons maintenant la valeur moyenne et la répétabilité de cette série de mesures.

Valeur moyenne:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

x_i = i-ième résultat de la série de mesures
N: Nombre de mesures (pesées), habituellement 10
La valeur moyenne est de x = 27.514667 g.

$$s_x = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}$$

L'écart type s est utilisé comme étendue pour la répétabilité t. La répétabilité de la série de mesures est alors s = 0.0095 mg.

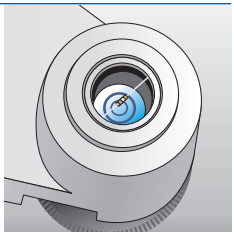
L'incertitude du résultat de mesure est d'environ deux à trois fois la répétabilité à partir de u ≈ 2s... 3s autrement dit, le résultat vrai x se situe dans l'intervalle x - u < x < x + u

Dans notre série de mesures, $u \approx 2\ s \approx 2 \times 0.01$ mg = 0.02 mg, de telle sorte que nous pouvons indiquer le résultat de pesée avec
$x \pm u = 27.51467$ g $\pm$ 0.02 mg.
Avec la balance utilisée dans la précédente série de mesures, la plus petite valeur de mesure attendue pour cette charge est de 27.51465 g et la plus grande de 27.51469 g, ce qui correspond bien avec la série de mesures.

Traçabilité

Propriété d'un résultat de mesure, consistant à pouvoir le relier à un étalon international ou national par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue de mesures comparatives avec des incertitudes données ([VIM][1] 6.10). Les poids étalons utilisés lors des déterminations de la masse sont à chaque fois reliés aux étalons de hiérarchie supérieure.

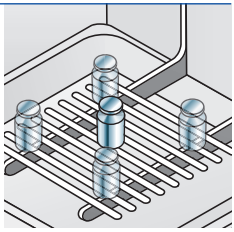
Mise de niveau



Alignement d'une balance dans son horizontalité (en règle générale, la mettre de niveau). Ceci consiste généralement à aligner le boîtier de la balance pour qu'il soit horizontal. Le résultat est altéré par le cosinus de l'angle d'inclinaison. Remède: Toutes les balances disposent de pieds réglables permettant de les mettre de niveau.

CONSEIL: La balance Excellence Plus est équipé du "LevelControl", un automatisme de contrôle du niveau entièrement automatique. Cette fonction signale et documente immédiatement lorsque la balance n'est plus de niveau. Ceci augmente la sécurité de mesure et exclut les erreurs possibles avec le contrôle visuel, p. ex. dans une cabine de pesée.

Sensibilité aux charges excentrées



La désignation officielle de la sensibilité aux charges excentrées est: "Écart de charge excentrée".

Écart de la valeur de mesure par une charge excentrée. La sensibilité aux charges excentrées augmente avec le poids de la charge et la distance de la charge par rapport au centre du récepteur de charge.

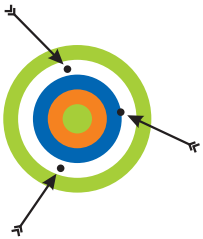
Si l'affichage reste constant même lors de la pose de la même charge à différentes positions du plateau de pesage, la balance ne présente pas d'écart de charge excentrée. C'est pourquoi, justement sur les balances de haute résolution, veillez au placement bien au centre du produit à peser.

[1] VIM International Vocabulary of basic and general terms in Metrology

Reproductibilité

Étroitesse de l'accord entre les résultats de mesure successives de la même grandeur mesurée dans des conditions de mesure différentes (à spécifier). Les conditions différentes peuvent concerner:

- la méthode de mesure
- l'observateur
- l'appareil de mesure
- le lieu de mesure
- les conditions d'utilisation
- l'heure



Justesse

Notion qualitative pour l'évaluation de l'écart systématique de mesures. Étroitesse de l'accord entre la valeur attendue (moyenne) d'une série de valeurs de mesure et la valeur vraie de l'objet de mesure ([ISO[1)] 5725] 3.7).

Remarque

Le justesse ne peut être évaluée que s'il existe plusieurs valeurs de mesure ainsi qu'une valeur de référence vraie reconnue.

Précision

Notion qualitative pour l'évaluation de la dispersion de mesures.

Étroitesse de l'accord de valeurs de mesure indépendantes dans des conditions définies ([ISO[1)] 5725] 3.12).
La précision dépend uniquement de la distribution des écarts aléatoires, pas de la valeur vraie de la grandeur de mesure (justesse).

Exemple

Faculté d'un instrument de mesure à délivrer des valeurs de mesure avec peu de dispersion.

[1)] ISO International Standards Organization

Remarque
La précision ne peut être évaluée que s'il existe plusieurs valeurs de mesure.

Incertitude de mesure

Paramètre, associé au résultat de mesurage qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient être raisonnablement attribuées au mesurande. ([VIM][1] 3.9).

Ce paramètre, autrement dit, l'incertitude de mesure, est généralement exprimé par l'incertitude type u ou l'incertitude élargie U (niveau de confiance). La méthode pour la détermination de l'incertitude de mesure est disponible dans le GUM[2]. L'incertitude de mesure selon GUM est obtenue par le cumul des grandeurs d'erreur au carré, si celles-ci ne s'influencent pas mutuellement.

Remarque
L'incertitude de mesure peut être calculée de différentes manières. Dans le domaine pharmaceutique, la détermination de la teneur de référence est souvent effectuée selon la pharmacopée des USA, sinon l'incertitude de mesure est aussi définie sous ISO[3] 17025. Cette dernière correspond à celle du GUM.

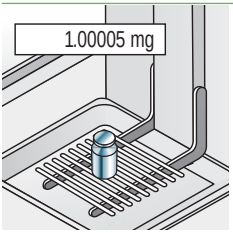
! CONSEIL: Sur demande du client, le S.A.V. METTLER TOLEDO propose dans la plupart des pays des déterminations sur site de l'incertitude de mesure.

Pesée minimale

La pesée minimale indique que le résultat de mesure - en cas de passage au-dessous de cette grandeur - entraine un écart relatif trop élevé.

! CONSEIL: Les balances METTLER TOLEDO de la ligne Excellence Plus disposent de la meilleure technologie de pesage. Celle-ci permet d'obtenir les plus petites pesées minimales.

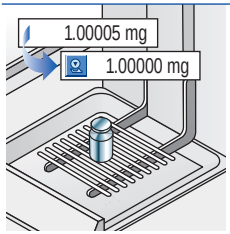
[1] VIM International Vocabulary of basic and general terms in Metrology
[2] GUM Guide of Uncertainty of Measurement [3] ISO International Standards Organization



Étalonnage

Détermination de la différence entre la valeur de mesure et la valeur vraie de la grandeur de mesure dans des conditions de mesure prédéfinies.

CONSEIL: Les balances METTLER TOLEDO Excellence et Excellence Plus documentent les écarts en question sur l'écran ou les envoient à un logiciel ou une imprimante.



Réglage

Détermination de la différence entre la valeur de mesure et la valeur vraie de la grandeur de mesure pour des conditions de mesure prédéfinies. Ensuite, une correction doit être effectuée.

CONSEIL: Les balances METTLER TOLEDO Excellence et Excellence Plus documentent les écarts en question sur l'écran ou les envoient à un logiciel ou une imprimante. Pour le logiciel, nous recommandons "LabX balance" avec surveillance intégrée des équipements d'essai selon les Good Weighing Practice™ METTLER TOLEDO (**www.mt.com/GWP**).

GWP® – Good Weighing Practice™

Le système planétaire GWP®

Avec Good Weighing Practice™ (GWP®), METTLER TOLEDO vous propose la solution parfaite. Si vous vous décidez pour GWP®, une équipe d'experts est à vos côtés pour tous les postes de pesage importants: que ce soit lors de l'évaluation et de la sélection de la solution de pesage optimale, de la mise en service et de l'étalonnage ou encore de l'utilisation quotidienne.

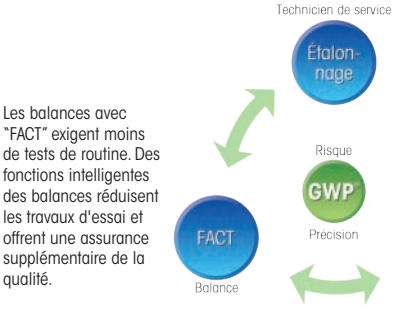
Grâce à GWP®, METTLER TOLEDO propose pour la première fois une directive valable pour tous les systèmes de pesage. Cette directive GWP® propose un ensemble optimal de mesures pour répondre à vos tâches respectives. Et pour nous, le terme « optimal » implique une solution de pesage la plus abordable et la plus fiable possible. Détecter un écart trop tard ou pas du tout? Vous ne souhaitez sans doute pas en arriver à ce point. Good Weighing Practice™ est synonyme de « pesage sans risque », car la qualité et la sécurité de vos produits sont en jeu.

Le triangle GWP®

- Utilisation de routine
- Comment ma balance doit-elle être contrôlée?
- A quelle fréquence, quels tests doivent être effectués?
- Comment réduire les coûts?

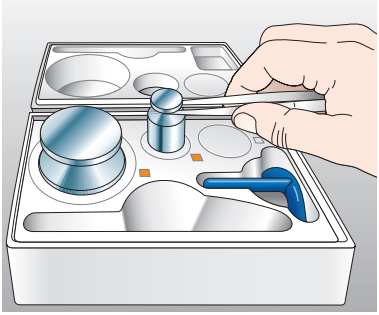
Pour garantir une exactitude de pesage constante sur de nombreuses années, il est recommandé de maintenir régulièrement la balance de laboratoire par un technicien de maintenance. Avec cette disposition, vous prolongez en même temps la durée de vie de votre balance.

Des testeurs indépendants testent avec des méthodes d'étalonnage accréditées et documentent l'aptitude au fonctionnement de la balance



Entre les intervalles de maintenance, un propre contrôle rationnel de la balance doit être effectué avec des poids externes certifiés pour détecter immédiatement tout écart de mesure éventuel.

CONSEIL: Pour ces tests de routine, il faut utiliser des poids d'essai appropriés. Avec les jeux de poids "CarePac", METTLER TOLEDO permet à l'utilisateur un contrôle sans souci. Ces jeux de poids conforme au guide GWP® contiennent pour chaque modèle de balance tout le nécessaire: Poids, tolérances d'essai, pincettes de pesée, gants et instructions d'essai.



Avec les jeux de poids "CarePac", vous faites le bon choix.

Vous trouverez des informations complémentaires sur le thème Good Weighing Practice™ via **www.mt.com/GWP**

A

Précision d'affichage 20
Lecture 9
Local de travail 6

E

Sensibilité aux charges excentrées 25
Mise en marche 8
Électricité statique 14
Sensibilité 21

F

FACT 22
Absorption d'humidité/évaporation 13

G

Exactitude 20
Classes de précision de poids d'essai 20
Gravitation 18
GWP® (Good Weighing Practice™) 30

J

Réglage 9, 28

K

Étalonnage 28

L

Lumière 7
Linearité (non-linéarité) 23
Air 7
Humidité de l'air 7

M

Magnetisme 15
Incertitude de mesure 27
Pesée minimale 27

N

Mise de niveau 8, 25

P

Entretien de la balance 11
Précision 26
proFACT 23

R

Reproductibilité 26
Justesse 26
Traçabilité 25

S

Poussée aérostatique 16

T

Température 7, 12
Coefficient de température de la sensibilité 21

V

Évaporation 13

W

Plateau de pesage 9
Récipient de pesée 10
Table de pesée 6
Répétabilité 23
Pare-brise 10

Mettler-Toledo AG,
Laboratory & Weighing Technologies
CH-8606 Greifensee, Switzerland
Phone +41-44-944 22 11, Fax +41-44-944 30 60
Internet: http://www.mt.com

AT **Mettler-Toledo GmbH.,** A-1230 Wien
AU **Mettler-Toledo Ltd.,** Port Melbourne, Victoria 3207
BE **N.V. Mettler-Toledo S.A.,** B-1932 Zaventem
BR **Mettler-Toledo Ltda.,** 06455-000 Barueri/São Paulo
CA **Mettler-Toledo Inc.,** Ontario, Canada
CH **Mettler-Toledo (Schweiz) GmbH,** CH-8606 Greifensee
CN **Mettler-Toledo (Shanghai) Co., Ltd.,** Shanghai 200233
CZ **Mettler-Toledo, s.r.o.,** CZ-10000 Prague 10
DE **Mettler-Toledo GmbH,** D-35396 Giessen
DK **Mettler-Toledo A/S,** DK-2600 Glostrup
ES **Mettler-Toledo S.A.E.,** E-08908 Barcelona
FR **Mettler-Toledo S.A.,** F-78222 Viroflay
HK **Mettler-Toledo (HK) Ltd.,** Kowloon
HR **Mettler-Toledo, d.o.o.,** HR-10000 Zagreb
HU **Mettler-Toledo, Kft,** H-1139 Budapest
IN **Mettler-Toledo India Pvt Ltd,** Mumbai 400 072
IT **Mettler-Toledo S.p.A.,** I-20026 Novate Milanese
JP **Mettler-Toledo K.K.,** Tokyo 143
KR **Mettler-Toledo (Korea) Ltd.,** Seoul 137-130
KZ **Mettler-Toledo Central Asia,** 480009 Almaty
MX **Mettler-Toledo S.A. de C.V.,** México C.P. 06430
MY **Mettler-Toledo (M) Sdn. Bhd.,** 40150 Selangor
MY **Mettler-Toledo (S.E.A.),** 40150 Selangor
NL **Mettler-Toledo B.V.,** NL-4004 JK Tiel
NO **Mettler-Toledo A/S,** N-1008 Oslo

PL **Mettler-Toledo, Sp. z o.o.,** PL-02-822 Warszawa
RU **Mettler-Toledo Vostok ZAO,** 101000 Moscow
SE **Mettler-Toledo AB,** S-12030 Stockholm
SG **Mettler-Toledo (S) Pte. Ltd.,** Singapore 139959
SI **Mettler-Toledo, d.o.o.,** SI-1236 Trzin
SK **Mettler-Toledo,** SK-83103 Bratislava
TH **Mettler-Toledo (Thailand) Ltd.,** Bangkok 10320
TW **Mettler-Toledo Pac Rim AG,** Taipei, 114
UK **Mettler-Toledo Ltd.,** Leicester, LE4 1AW
US **Mettler-Toledo, Inc.,** Columbus, OH 43240

Pour tous les autres pays:

Mettler-Toledo AG
PO Box VI-400, CH-8606 Greifensee, Switzerland
Phone +41-44-944 22 11, Fax +41-44-944 31 70

www.mt.com

Pour plus d'informations

Mettler-Toledo AG
Laboratory & Weighing Technologies
CH-8606 Greifensee, Switzerland

Sous réserve de modifications techniques
© 04/2008 Mettler-Toledo AG
Printed in Switzerland 720907