



Intégration efficace du pesage De cuves et de réacteurs

METTLER TOLEDO

Table des matières

1	Résumé	5
2	Le pesage, la technologie la plus polyvalente.	6
3	Balances industrielles types	7
4	Sélection d'un traitement par lots adapté	8
	Introduction	8
	Traitement par lots simultané	9
	Traitement par lots séquentiel	9
	Traitement par lots cumulatif	9
	Résumé	10
5	Découverte des notions de base de la technologie	12
	Restitution de la force électromagnétique	12
	Jauge de contrainte	13
	PowerMount™	14
6	Sélection de la balance ou de la cellule de pesée appropriée	15
	Cellules de pesée à point d'appui unique	16
	Balances de table et au sol	17
	Cellules de pesée et modules de pesage par compression	18
	Cellules de pesée et modules de pesage par traction	20
7	Conseils pour la conception et l'installation des balances.	21
	Tuyauterie	21
	Support structurel	22
	Pesage de cuves portables	23
	Portée de la cellule	23
	Étalonnage	24
8	Influence du matériau et du convoyeur sur la précision.	26
	Matériaux	26
	Convoyeurs	26
9	Comparaison vitesse et précision.	27

10	Contrôle de vos processus	28
	Processus de remplissage	28
	Alimentation rapide et petit débit	29
	Débordement	29
	Stabilisation	29
	Contrôle	30
	Terminaux	32
	Conversion analogique/numérique et filtrage	32
	E/S numérique	33
	Connectivité	33
	IND780batch	33
	Contrôleur IND780Q.iMPACT	34
11	Cuves de réacteur chimique	35
	Types de réacteurs et applicabilité de la technologie de pesage	35
	Poids propre	36
	Systèmes à plusieurs circuits hydrauliques	37
	Liquides de chauffage et de refroidissement	37
	Atmosphère	37
	Température	38
	Vibrations	39
12	Exigences en matière de certification	40
13	Références	41



Pourquoi lire ce guide ?

Ce guide s'adresse aussi bien aux utilisateurs finaux qui prévoient d'acquérir des cuves de traitement, qu'aux constructeurs de machines. Son objectif est de les aider à évaluer leur équipement de production actuel et d'évaluer d'autres solutions.

Pour les utilisateurs finaux, le guide donne un aperçu de la terminologie et des technologies les plus courantes et expose notamment les avantages et inconvénients de chacune. Cela permet d'établir un dialogue éclairé avec des fournisseurs potentiels, et peut s'avérer utile pour susciter des demandes de devis de la part de professionnels.

Les constructeurs de machines y trouveront des informations utiles pour optimiser les performances de leur équipement de production. Le guide permet également d'expliquer la relation qui existe entre la vitesse et la précision, ainsi que d'autres facteurs ayant un impact sur les performances globales des balances industrielles.

Résumé

Le contrôle des processus basé sur le poids présente de nombreux avantages par rapport aux méthodes volumétriques, notamment en termes de précision et de possibilité de mise en œuvre d'un contrôle statistique et de la traçabilité. Une grande diversité de matériaux peut être traitée, notamment les liquides, les gaz et les solides. Il n'existe pratiquement aucune limite à la variété des processus auxquels ils peuvent être soumis. Le pesage est la seule technologie universelle qui peut être utilisée sur tous les matériaux. METTLER TOLEDO, avec sa gamme étendue de solutions de pesage approuvées à l'échelle mondiale et basées sur trois technologies de pesage différentes, peut vraiment répondre à toutes les exigences de contrôle des processus.

Le pesage : synonyme de polyvalence

Dans de nombreuses industries de processus, les cuves pour réaction chimique résident au cœur du processus de fabrication. La précision des transferts de matériaux depuis et vers ces cuves est extrêmement importante, voire essentielle, au maintien de l'homogénéité, de la qualité et de la conformité des produits. En outre, les balances peuvent grandement optimiser l'efficacité de la production, par exemple, via la réduction des matières premières utilisées, des déchets et le maintien de la précision des stocks.



Illustration 1 : Système de pesage de cuves type



Illustration 2 : Système de pesage de cuves dépassant du sol

Les cuves peuvent être équipées de débitmètres ou de balances pour contrôler le remplissage ou la vidange. Les débitmètres volumétriques posent un certain nombre de problèmes qui peuvent être évités grâce au pesage. Voici quelques avantages offerts par le pesage :

- Le pesage est une technologie universelle dans la mesure où une même balance peut peser des liquides, des solides, des gaz ou tout autre mélange de ces substances.
- Contrairement à la majorité des débitmètres, les balances ne sont pas affectées par les modifications des propriétés des matériaux en termes de masse volumique, de viscosité, de gaz produits et de moussage par exemple.
- L'équipement de pesage n'est pas en contact avec le matériau et ses performances ne sont donc pas altérées par les matériaux corrosifs ou abrasifs.
- Un système de pesage de cuves indique toujours directement et à tout moment la masse du matériau. L'indication de cette masse ne dépend pas du calcul d'une valeur basée sur le débit, le temps et la masse volumique de chaque matériau ajouté ou retiré. Même si le débit est fluctuant ou s'arrête inopinément, le poids mesuré dans le système de pesage de cuves ne présente pas d'incertitude.
- Le pesage est plus précis et peut être effectué dans une plage de tolérance plus petite.
- Le pesage peut être utilisé dans des applications certifiées pour transactions commerciales si nécessaire.
- L'équipement de pesage peut être étalonné et vérifié sur site. Inutile de l'envoyer ailleurs pour des étalonnages coûteux.

Bien sûr le pesage présente des limites qui seront abordées ci-après. Ce guide traite principalement des cuves de traitement de petite à moyenne taille et de la façon dont la technologie de pesage peut leur être appliquée. Les cuves de traitement sont généralement associées aux liquides alors qu'elles peuvent également contenir des gaz et des solides. Les matériaux qui en sont issus sont, cependant, généralement un liquide ou une bouillie relativement fluide.

Balances industrielles types

L'illustration 3 représente un système de pesage de cuves type dans lequel la cuve repose sur des modules de pesage connectés à un terminal.

Le terminal surveille le poids de la cuve et contrôle les vannes de remplissage. Il s'agit alors de balances avec gain de poids qui sont généralement utilisées dans les opérations de traitement par lots. Les systèmes de pesage de cuves peuvent être autonomes comme représenté sur l'illustration, ou intégrés de diverses façons à un système plus important qui inclut par exemple un API (automate programmable industriel).

L'illustration 4 est identique à l'illustration 3 à l'exception du terminal qui contrôle la vanne d'écoulement. Il s'agit de balances avec perte de poids. Ici, la balance peut servir à fournir aussi rapidement que possible un certain poids d'un matériau pour remplir un contenant ou à fournir un matériau à un débit contrôlé lors d'un procédé en aval.

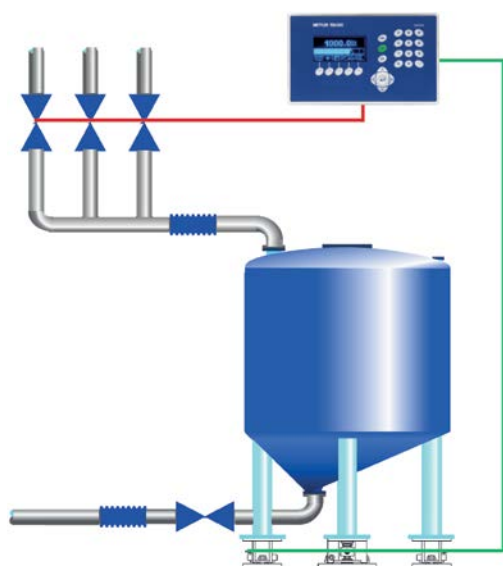


Illustration 3 : Système de pesage de cuves par pesage entrant

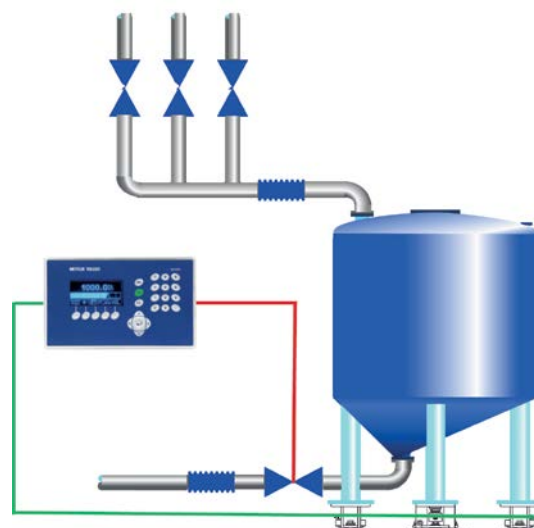


Illustration 4 : Système de pesage de cuves par pesage sortant

Le terminal peut également contrôler à la fois les débits entrants et sortants. Dans le cadre d'une application type, le système de pesage de cuves peut être utilisé en mode de pesage entrant pour ajouter divers matériaux et ainsi créer un lot. Ensuite, après mélange, le système peut être utilisé en mode pesage sortant pour remplir des contenants en vue de l'expédition. Certains terminaux peuvent contrôler simultanément le remplissage et/ou la vidange de plusieurs systèmes de pesage de cuves. Cependant, un seul matériau peut être transféré (dosé ou vidangé) à la fois sur chaque balance. Il s'agit d'une des limites de la technologie de pesage qui est de ce fait plus adaptée au traitement par lots.

Sélection d'un traitement par lots adapté

Introduction

Les applications de fabrication sont souvent classées comme des procédés continus ou par lots. La fabrication par procédés continus correspond à un flux continu de matières premières suivi de leur transformation en mouvement en produits finis. Ce type de procédé est généralement utilisé par les industries générant des volumes importants qui nécessitent le recours à un procédé dédié à chaque produit. Il peut, par exemple, s'agir de la production de ciment, du raffinage de pétrole et de la production d'électricité. La fabrication par lots correspond à un débit discontinu de matière première, suivi de sa transformation par lots qui se termine par un débit discontinu de produits finis. La fabrication par lots associe habituellement des volumes moindres avec une plus grande variété de matières premières et produit ainsi de nombreux types de produits finis. Les modifications de ligne de production sont fréquentes. De nombreuses industries produisent par lots, notamment les industries agroalimentaire, pharmaceutique et chimique. La technologie de pesage est parfaitement adaptée au traitement par lots et largement utilisée dans ces industries.



Les traitements par lots se distinguent en trois méthodes : simultanée, séquentielle ou cumulative. Chaque méthode de traitement impacte grandement la précision du système et présente des avantages et des inconvénients qui sont examinés dans les sections suivantes.

Traitement par lots simultané

Le traitement par lots simultané (également appelé confection de lots horizontale) nécessite une balance par matière première comme représenté à l'illustration 5. Chaque matière première est pesée indépendamment, puis déchargée dans une cuve de mélange ou plus tard dans le procédé pour un traitement ultérieur. Étant donné que chaque matériau dispose de sa balance, la portée peut être optimisée en fonction et les résultats générés sont extrêmement précis. Il s'agit également de la plus rapide des méthodes de traitement, car tous les matériaux peuvent être pesés simultanément. Cependant, cette méthode est la plus onéreuse en termes d'immobilisations matérielles. Le résumé ci-dessous récapitule tous les avantages et les inconvénients.

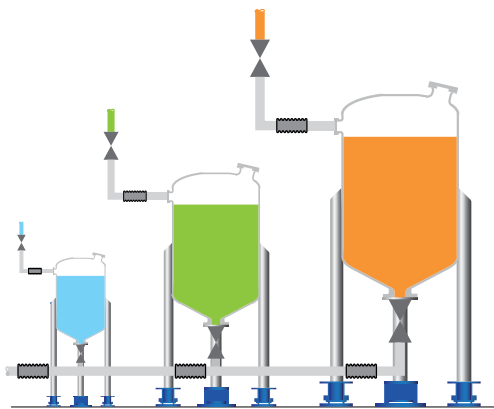


Illustration 5 : Traitement par lots simultané

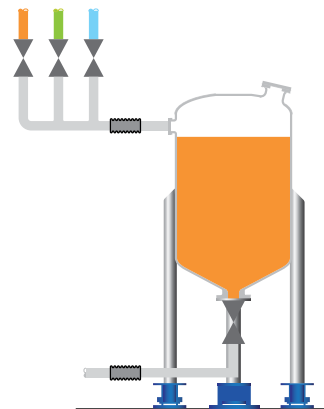


Illustration 6 : Traitement par lots séquentiel

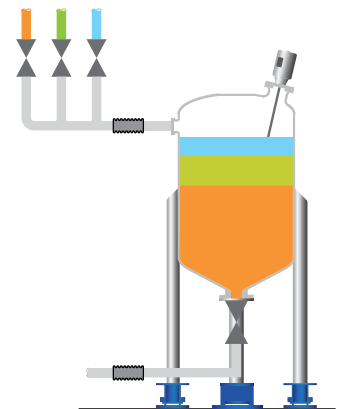


Illustration 7 : Traitement par lots cumulatif

Traitement par lots séquentiel

Dans le cadre du traitement par lots séquentiel (voir Illustration 6), un seul système de pesage de cuves pèse et évacue chaque ingrédient par séquence. Les différents matériaux peuvent être accumulés dans des cuves de mélange distinctes ou évacués en aval en vue du traitement suivant. Cette méthode présente l'avantage d'offrir un encombrement minimal et des coûts réduits. Le principal inconvénient est la lenteur du procédé.

Traitement par lots cumulatif

Lors du traitement par lots cumulatif (également appelé confection de lots verticale), la balance est installée comme lors du traitement par lots séquentiel, mais cette balance doit être suffisamment grande pour traiter le cumul de la totalité du lot (voir Illustration 7). Tour à tour, chaque matériau est ajouté et cumulé dans la cuve jusqu'à ce que le lot soit complet. Le principal avantage de cette méthode est que tous les matériaux sont présents dans la cuve et que le traitement suivant (mélange ou dissolution par exemple) peut être effectué sans nécessiter d'équipement supplémentaire. L'inconvénient est que ce procédé requiert la plus grande des balances qui n'est pas la mieux adaptée au pesage des ingrédients mineurs et qui génère donc la plus faible des précisions.

Résumé

Les avantages et inconvénients des trois méthodes sont résumés dans le tableau suivant :

Comparaison des méthodes de traitement par lots

Paramètre	Traitement par lots		
	Simultané	Séquentiel	Cumulatif
Portée de la balance optimisée pour chaque matériau ¹	+++	++	+
Précision ²	+++	++	+
Rapidité d'exécution	+++	+ ³	++
Coûts relatifs à la balance	+	+++	++
Facilité de contrôle	+	+++	+++
Dimensions de la balance	+	+++	++
Réduction des risques de contamination croisée ⁴	+++	+	+
Possibilité de traitement suivant dans la balance	S/O	S/O	+++
Ajout de cuve de mélange inutile	? ⁵	? ⁵	+++
Matériaux isolés jusqu'à l'acceptation du lot ⁶	+++	Non	Non
Étalonnage précis des balances requis ⁷	Oui	Non	Non

Tableau 1

Remarques :

- 1 : Important en termes de précision dans les cas où les proportions des matières premières varient beaucoup dans la formule.
- 2 : S'applique notamment dans les cas où les proportions des matières premières varient beaucoup dans la formule.
- 3 : L'exécution est plus lente avec le traitement par lots séquentiel en raison des multiples cycles de vidange.
- 4 : Dans les cas où toutes les matières premières ne sont pas utilisées dans toutes les formules.
- 5 : Dépend de la suite du processus.
- 6 : Si un problème survient au cours du traitement par lots, il est plus pratique de corriger le problème, de refaire les lots ou de recycler les matières premières si les matériaux restent isolés jusqu'à l'acceptation finale du lot.
- 7 : Dans le traitement par lots simultané, toutes les balances doivent être étalonnées correctement pour obtenir des proportions correctes sur toutes les balances. Pour les traitements par lots séquentiel et cumulatif, si une balance est mal étalonnée (mais fonctionne correctement et présente une bonne linéarité, répétabilité, etc.) le poids absolu du produit final fabriqué sera erroné alors que les proportions de chaque ingrédient seront correctes.



Illustration 8 : Pesée des matières ajoutées à la main hors de la ligne

En pratique, ces différentes méthodes sont souvent associées pour surmonter les inconvénients de chacune des méthodes. Par exemple, un système peut compter sur une cuve cumulative pour peser les principaux ingrédients tandis qu'une cuve séquentielle indépendante, qui se vide dans la cuve cumulative, peut se charger de peser les ingrédients mineurs.



Plate-forme de pesage de la ligne K dotée de la technologie de restitution de la force électromagnétique

La précision de chaque méthode de traitement par lots peut être améliorée si les ingrédients mineurs comme les arômes, essences et colorants sont pesés hors de la ligne sur une balance adaptée, puis ajoutés manuellement. Cette méthode est particulièrement adaptée pour les solides, car elle permet d'éviter d'intégrer un convoyeur à solides à la cuve. Les plates-formes de pesage haute précision WMH ou de la ligne K de METTLER TOLEDO (décrites ultérieurement) sont souvent utilisées dans les applications pour lesquelles le pesage est critique.

Notions de base de la technologie

Restitution de la force électromagnétique

METTLER TOLEDO vous permet de bénéficier de la technologie hautes performances de restitution de la force électromagnétique (MFR) dont la précision est environ dix fois plus élevée que celle des autres cellules de pesée décrites dans les sections suivantes. L'illustration 9 représente les éléments d'une cellule de pesée avec restitution de la force électromagnétique. Consultez la Référence 4 pour une description de la technologie et une comparaison avec les cellules à jauge de contrainte.

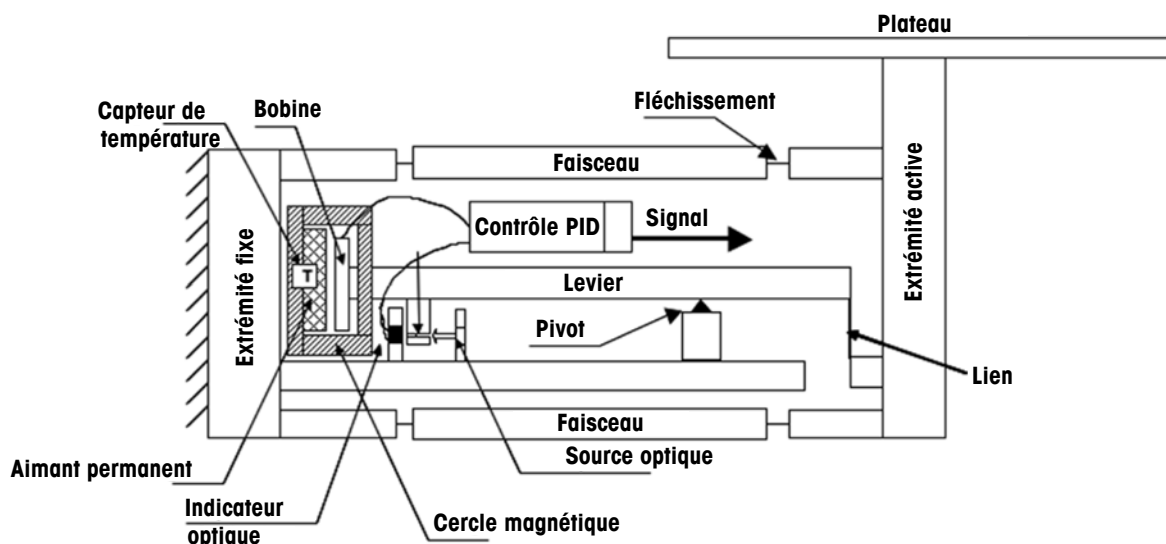


Illustration 9 : Cellule basée sur la technologie MFR de METTLER TOLEDO



Cellule de pesée avec restitution de la force électromagnétique (MFR) haute résolution pour une précision optimale.



Boîtier de cellule de pesée avec restitution de la force électromagnétique avec protection IP66/67.

Jauge de contrainte

Les cellules de pesée basées sur la technologie à jauge de contrainte sont les cellules les plus fréquemment utilisées dans les balances industrielles. Elles sont tout à fait polyvalentes, car leur technologie de base peut être utilisée pour des portées de pesage allant de 3 kg à 600 T, voire plus. Elles peuvent également être utilisées individuellement ou regroupées dans des balances de grandes dimensions. METTLER TOLEDO fournit des ensembles matériels de module de pesage pour faciliter leur intégration. Ces modules de pesage sont spécifiquement conçus pour fournir une précision, une sécurité et une résistance optimales dans des environnements de production et d'installation actuels (voir Référence 3). Les performances métrologiques atteignent le niveau OIML C6 et la classe NTEP IIIM 10 000 divisions.

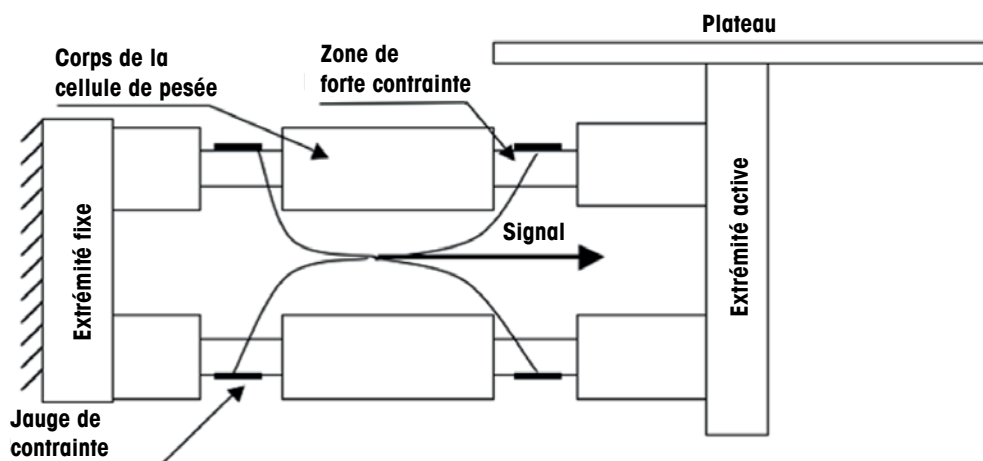


Illustration 10 : Cellule à jauges de contrainte



Cellule de pesée à point d'appui unique basée sur la technologie à jauge de contrainte. Ces cellules fonctionnent généralement sur une plage de 3 kg à 2 000 kg.



Cellule de pesée à fléau scellée hermétiquement et basée sur la technologie à jauge de contrainte. Ces cellules fonctionnent généralement sur une plage de 5 kg à 5 T.



Cellule de pesée par tension de type S basée sur la technologie à jauge de contrainte. Ces cellules fonctionnent généralement sur une plage de 50 kg à 10 T.



Cellule de pesée à réservoir pour poids lourds basée sur la technologie à jauge de contrainte. Ces cellules fonctionnent généralement sur une plage de 7,5 T à 600 T.

PowerMount™

METTLER TOLEDO fabrique des cellules de pesée numériques depuis les années 80. Elles sont maintenant la norme d'excellence dans un grand nombre d'industries. Il s'agit de cellules de pesée à jauge de contrainte dotées d'un convertisseur de signal analogique/numérique (A/D) et d'un microprocesseur. Elles présentent des performances et une fonctionnalité améliorées par rapport aux cellules de pesée analogique conventionnelles. METTLER TOLEDO propose maintenant cette technologie PowerCell dans ses modules de pesée PowerMount™. Cela représente plusieurs avantages pour le pesage en cours de procédé :



Module de pesage PowerMount™

1. Maintenance prédictive. La balance surveille chaque cellule de pesée et avertit l'utilisateur si un élément du système présente des signes de problèmes imminents.
2. Câbles amovibles et absence de boîte de jonction. Le système PowerMount™ fonctionne à l'aide d'un câble réseau en série raccordant les cellules de pesée. Le système ne contient pas de boîte de jonction typiquement présente dans les systèmes analogiques et souvent source de pannes. En outre, les câbles de cellule de pesée sont amovibles et peuvent donc être remplacés s'ils sont endommagés.
3. Le réétalonnage n'est pas obligatoire suite au remplacement de composants. Les sorties de la cellule de pesée numérique se combinent tellement bien qu'elles ne nécessitent pas de réétalonnage lorsqu'une cellule de pesée, un câble ou un terminal doit être remplacé.
4. Puissant signal numérique avec forte immunité contre les interférences radio et électromagnétiques. Le niveau du signal analogique est très faible. Chaque incrément affiché à l'écran du terminal dépend de la détection d'une variation du signal de mesure d'environ 5 millièmes de volt (5 μ V). PowerMount® utilise une sortie CAN-BUS pour la transmission des données. Il s'agit d'un signal numérique très robuste de +/- 5 V, généralement utilisé dans l'industrie automobile.
5. Performances bien plus élevées. Chaque cellule de pesée disposant d'un microprocesseur, les erreurs sont compensées numériquement pour les performances élevées jusqu'aux niveaux OIML C10 et NTEP 10 000 III M.

Voir Référence 5 pour consulter la comparaison entre PowerMount et les modules de pesée analogiques.

Choix entre balance et cellule de pesée

La portée et la précision requises des cuves varient beaucoup. De plus, plusieurs méthodes permettent de leur appliquer la technologie de pesage. Le Tableau 2 récapitule les différentes options qui sont décrites de manière détaillée dans les sections qui suivent.

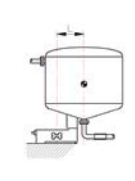
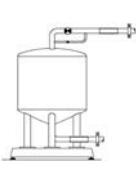
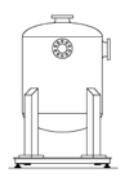
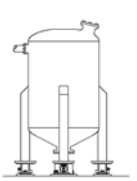
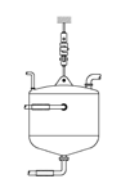
						
Colonne		1	2	3	4	5
Produits intégrant des cellules de pesée MFR		Point d'appui unique	Balance de table	Balance au sol	Par compression	Par traction
Balances de table, MFR	Portée maxi. : kg	–	32	–	–	–
	Taille maxi. : cm	–	28x35	–	–	–
	Approbation : OIML, NTEP	–	II 32, III 6.4 / II 32, III 10	–	–	–
Balance au sol, MFR	Nbre/cellule Portée max (T)	–	–	3	–	–
	Taille maxi. : cm	–	–	1,5x1,5	–	–
	Approbation : OIML, NTEP	–	–	III 6 / –	–	–
Produits intégrant des cellules de pesée à jauge de contrainte						
Cellule de pesée à point d'appui unique	Nbre de balances/cellule	1	–	–	–	–
	Nbre/cellule Portée max (T)	1	–	–	–	–
	Taille maxi. : cm	Voir ci-dessous	–	–	–	–
	Approbation : OIML, NTEP	C3/IIIS 5	–	–	–	–
Cellule de pesée ou module de pesage par compression	Nbre de balances/cellule	–	–	–	3+	–
	Nbre/cellule Portée max (T)	–	–	–	1 000	–
	Taille maxi. : cm	–	–	–	Aucune limite	–
	Approbation : OIML, NTEP	–	–	–	C10 / IIIM 10	–
Cellule de pesée ou module de pesage par traction	Nbre de balances/cellule	–	–	–	–	1+
	Nbre/cellule Portée max (T)	–	–	–	–	25
	Taille maxi. : cm	–	–	–	–	Aucune limite
	Approbation : OIML, NTEP	–	–	–	–	C3 / IIIM 5
Balance de table	Portée maxi. : kg	–	600	–	–	–
	Taille maxi. : cm	–	60x80	–	–	–
	Approbation : OIML, NTEP	–	III 6/III 10	–	–	–
Balance au sol	Nbre/cellule Portée max (T)	–	–	12	–	–
	Taille maxi. : cm	–	–	2x2	–	–
	Approbation : OIML, NTEP	–	–	III 6 / III 5	–	–

Tableau 2

Cellules de pesée à point d'appui unique

Les Illustrations 11 et 12 représentent des cuves installées sur des cellules de pesée à point d'appui unique. Ces cellules de pesée sont conçues pour une utilisation individuelle et pour effectuer des pesées dans le respect des tolérances malgré le déplacement latéral du centre de gravité de la cuve. Les cellules de pesée à point d'appui unique sont habituellement utilisées dans les balances de table comme représenté à l'illustration 13 ci-dessous. Une des cellules de pesée est centrée sous la surface de pesage et la fiche technique indique d'utiliser la taille de plateau maximale dans cette situation. Dans les utilisations telles que représentées dans les Illustrations 11 et 12, il est préférable de placer le centre de gravité de la cuve le long de l'axe longitudinal de la cellule de pesée, la dimension L ne devrait pas excéder la moitié de la taille de plateau maximale spécifiée pour la cellule de pesée.

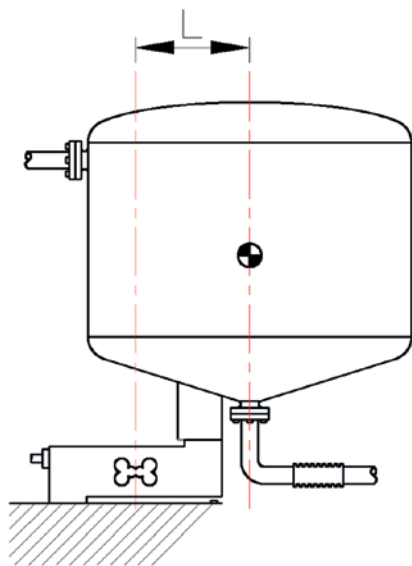


Illustration 11 : Petite cuve pesée sur une cellule de pesée à point d'appui unique

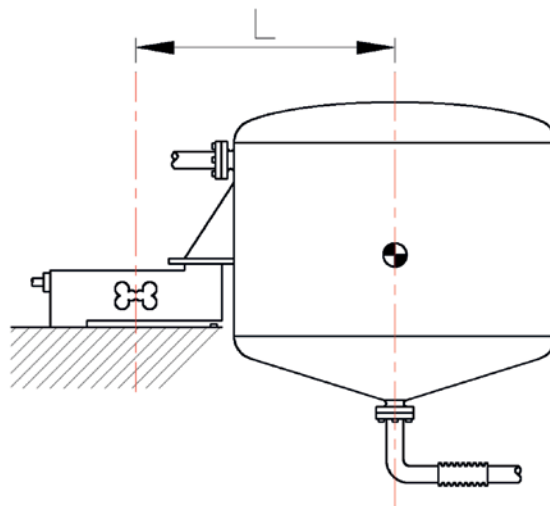


Illustration 12 : Petite cuve pesée sur une cellule de pesée à point d'appui unique décalé sur un côté

Par exemple, pour le modèle de cellule de pesée MT1241, la taille maximale de plateau spécifiée est 40x40 cm, ce qui signifie que la dimension L doit mesurer 20 cm au maximum pour cette cellule. Lorsque la dimension L s'approche de cette limite, veillez à sélectionner correctement la portée de la cellule de pesée. Dans l'idéal, la dimension L est égale à zéro et le centre de gravité de la cuve se situe juste au-dessus du centre de la cellule de pesée. Dans la pratique cette situation est très rarement possible. Utilisez une butée de surcharge pour éviter d'endommager la cellule de pesée. Lorsqu'une balance est installée sur un point d'appui unique de ce type, prévoyez une parade pour sécuriser la balance en cas de panne de la cellule de pesée ou de tout autre élément matériel, car cela pourrait entraîner des dommages ou des blessures.

METTLER TOLEDO commercialise une gamme complète de cellules de pesée à point d'appui unique dont les portées varient de 3 kg à 2 000 kg et proposées en divers matériaux, offrant divers niveaux de protection et bénéficiant d'un grand nombre d'homologations.



Cellule de pesée à point d'appui unique modèle MT1241

Balances de table et balances au sol

L'illustration 13 représente une petite cuve installée sur une balance de table type tandis que l'illustration 14 représente une cuve plus grande installée sur une balance au sol.

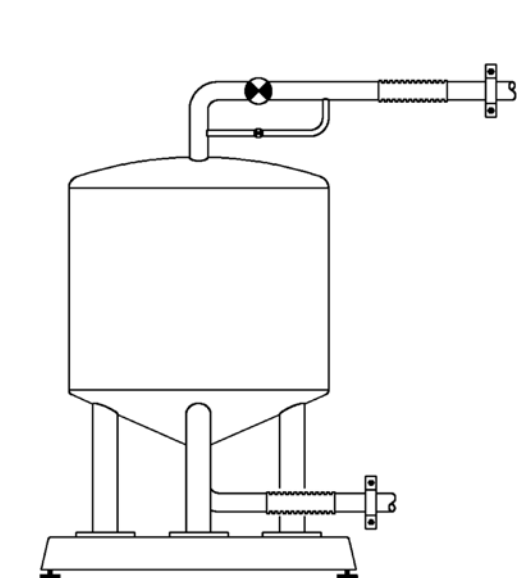


Illustration 13 : Cuve pesée sur une balance de table

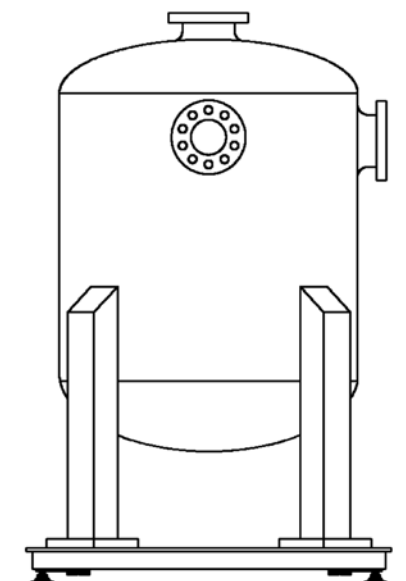


Illustration 14 : Cuve pesée sur une balance au sol

Les balances au sol peuvent être installées au sol ou dans une fosse, comme représenté à l'illustration 21. En cas d'utilisation de balances de table ou au sol, la cuve doit être intrinsèquement stable pour éviter de basculer, car la balance ne dispose pas de protection anti-soulèvement. En outre, consultez METTLER TOLEDO pour connaître le meilleur emplacement des pieds de la cuve sur la surface de pesage.

Les produits convenant le mieux sont les modèles WMH ou les bases de la ligne K qui vont de 20 cm² et 3 kg à 1,5 m² et 3 000 kg. Avec des homologations allant jusqu'à OIML et NTEP de classe II 32 000e, ces produits sont environ dix fois plus précis que les balances à jauge de contrainte et ouvrent de nouvelles perspectives en termes de pesage de cuve. Ils sont disponibles en version galvanisée à chaud ou acier inoxydable, et sont dotés de poids intégrés pour les étalonnages de routine.



Balance de table de la ligne K avec technologie de pesage supérieure MFR



Balance au sol de la ligne K avec technologie de pesage supérieure MFR

METTLER TOLEDO fournit une gamme complète de balances de table industrielles standard basées sur la technologie à jauge de contrainte d'une portée pouvant atteindre 600 kg et de balances au sol avec des plates-formes de plus grande taille, dont la portée peut atteindre 12 T.



Balance de table modèle PBD655



Balance au sol modèle 2256 VLC

Cellules de pesée et modules de pesage par compression

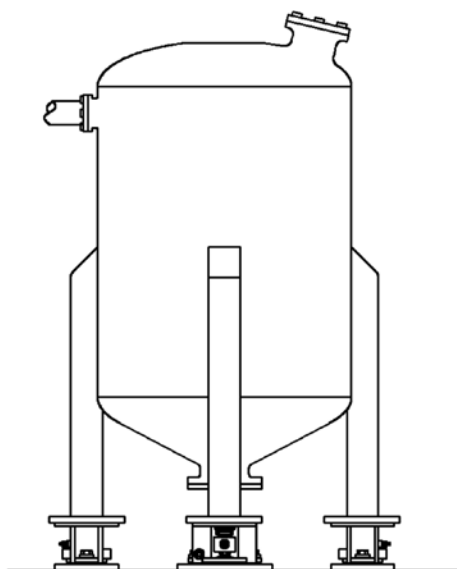


Illustration 15 : Cuve pesée sur des modules de pesage par compression

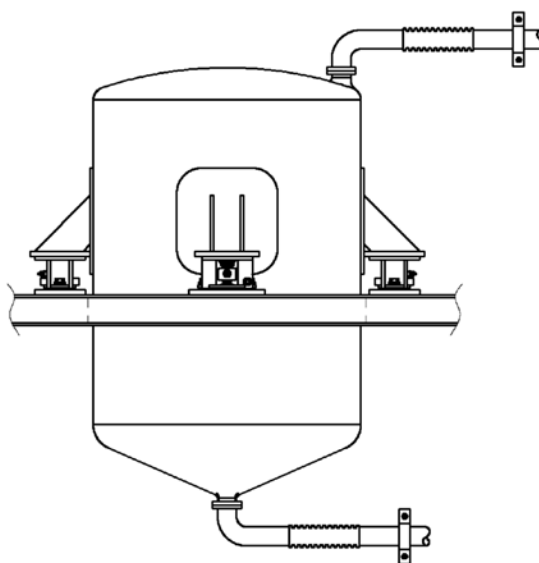


Illustration 16 : Cuve pesée sur des modules de pesage par compression via les balances au sol

Les cellules de pesée et les modules de pesage par compression offrent une très grande polyvalence dans l'application de la technologie de pesage aux cuves, car le même concept de base est applicable à la fois aux cuves de 10 kg comme de 1 000 T, voire plus. Au moins trois cellules de pesée ou modules de pesage par compression doivent être utilisés pour stabiliser une balance, et en général, quatre unités sont utilisées sur des balances



Module de pesage par compression
MultiMount avec cellule de pesée à jauge
de contrainte traditionnelle intégrée.



Module de pesage par compression
PowerMount avec cellule de pesée à jauge
de contrainte et microprocesseur intégrés.

carrées ou rectangulaires. Les cellules ou modules peuvent être placés sous les pieds de la cuve (voir l'illustration 15) ou dans des applications dépassant du sol (voir l'illustration 16). Les cellules de pesée peuvent être utilisées, mais il faut concevoir un montage et une présentation de la charge corrects permettant une dilatation et une contraction thermiques libres. Les accessoires de montage sont fournis pour faciliter le travail, mais toutes les contraintes horizontales et verticales doivent provenir de l'extérieur.

L'approche la plus simple consiste à utiliser des modules de pesage, parce que ces types de problèmes ont été solutionnés lors de la phase de conception du module. En outre, les modules de pesage PowerMount™ permettent de bénéficier des nombreuses fonctionnalités supplémentaires telles que la maintenance prédictive.



Cellule de pesée à fléau SLB215 avec
présentation de la charge sur élément fileté



Accessoires de montage pour cellule de
pesée SLB215 pour faciliter l'installation



Cellule de pesée à fléau 0745A avec trou
borgne pour présentation de la charge



Accessoires de cellule de pesée 0745A
pour optimiser l'introduction de charge et
les performances

Cellules de pesée ou modules de pesage par traction

Les cuves peuvent être suspendues à une seule cellule de pesée ou un module de pesage par traction comme représenté à l'illustration 17. L'illustration 18 représente une situation plus typique d'une cuve suspendue à trois modules de pesage.

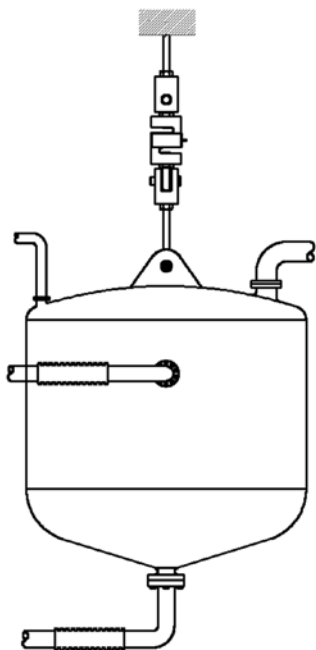


Illustration 17 : Petite cuve pesée sur un module de pesage par traction

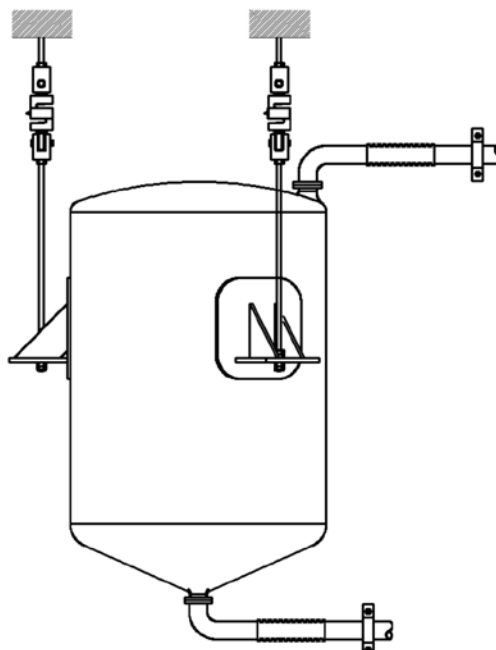


Illustration 18 : Cuve pesée sur des modules de pesage par traction

Ce type de montage peut s'avérer pratique en cas de présence d'une structure en hauteur ou si l'espace au sol sous la balance doit rester dégagé. Il est adapté aux portées de pesage comprises approximativement entre 20 kg et 30 T.

Les stabilisateurs horizontaux sont souvent requis pour éviter tout balancement. La précision est semblable à celle qu'atteignent les systèmes par compression. De nouveau, les cellules de pesée utilisées directement ou les modules de pesage, tels que le modèle SWS310, offrent des conditions d'introduction de charge idéales, pour une intégration plus pratique.

Chaque balance suspendue doit disposer d'une parade de sécurité, des chaînes ou des bagues, etc. par exemple (non représentée aux Illustrations 17 et 18) pour assurer la protection en cas de panne dans le système de suspension.



Module de pesage par traction SWS310

Conception et installation : conseils

Tuyauterie

Certains systèmes de pesage de cuves ne comportent pas de tuyauterie. Il s'agit de la conception idéale en termes de précision. L'illustration 19 représente un système de ce type. La cuve est ouverte et les quatre tuyaux d'entrée ne sont pas fixés. Le tuyau de sortie n'est pas fixé non plus, il sera raccordé selon les besoins. La précision de ce type de système peut approcher les limites de la technologie de pesage utilisée. Bien sûr les tuyaux non fixés ne sont pas pratiques dans bien des situations, par exemple, lorsque les matériaux sont dangereux ou toxiques ou lorsque le système doit être sous pression.



Cuve avec les tuyaux non fixés

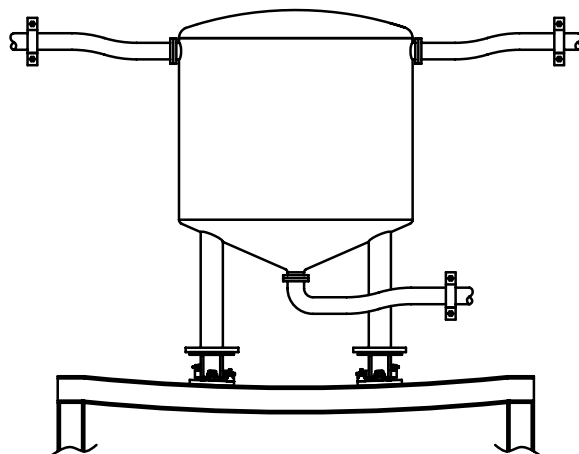


Illustration 19 : Fléchissement d'une cuve chargée avec les tuyaux fixés

Dès que les tuyaux sont fixés, vous devez vous attendre à constater une dégradation de la précision de la pesée. L'explication est représentée à l'illustration 19 qui montre une cuve remplie dont le châssis se creuse (représentation exagérée) et cause un fléchissement des tuyaux. Les tuyaux réagissent comme des ressorts à lames qui appliquent un effort retardateur lorsque la balance est chargée et s'affaisse. Selon la rigidité des tuyaux, l'effort retardateur peut être très important et peut largement réduire le poids enregistré sur la balance. Si les tuyaux étaient des ressorts parfaitement linéaires, cela ne poserait pas de problème car l'effet pourrait être compensé par l'étalonnage. Cependant, les tuyaux sont loin d'être idéaux car ils présentent de gros risques de glissement au niveau des bagues. En raison de cette situation, la balance présente une faible linéarité, une hystérésis, une répétabilité et une réinitialisation. La mise en œuvre des mesures suivantes peut constituer une solution :



Cuves avec plusieurs tuyaux

1. Réduire le fléchissement de la balance. Raidir le châssis, ou, encore mieux, installer la cuve au niveau du sol sur des fondations en béton rigides. Remarque : les cellules de pesée fléchissent peu, généralement de 0,25 mm à la portée établie. Cela est inhérent à leur conception et ne peut être évité.
2. Réduire la raideur des tuyaux. Raccordez uniquement des tuyaux horizontaux et utilisez des sections de tuyaux ou des joints d'expansion flexibles.
3. Effectuez l'étalonnage en charge. Étalonnez la balance selon l'une des méthodes qui appliquent une charge à la balance. Cette méthode allonge les tuyaux pour que le terminal de la balance puisse voir et compenser l'effet d'atténuation au niveau du signal du poids.

En résumé, réduisez d'abord l'effet des tuyaux jusqu'à ce qu'ils retrouvent des valeurs raisonnables en termes d'étendue et de linéarité, puis étalonnez en charge pour supprimer l'effet résiduel. Voir la Référence 1 pour obtenir plus de détails.

Support structurel

Le support structurel des cuves est un élément essentiel en matière de sécurité et de précision. Plus la portée de la balance augmente, plus il devient important. Certaines des justifications sont expliquées ici :

1. Le fléchissement vertical de la balance en raison de la charge accentue les effets des tuyaux, comme illustré ci-avant.
2. La variation de la rigidité des points d'appui engendre le transfert du poids entre les cellules de pesée, peut endommager ces dernières ou générer des données inexactes.
3. Lorsque plusieurs balances sont installées sur une même structure, le fléchissement engendré peut générer des interférences lors de leur remplissage/vidage.
4. La balance doit être fixée pour sécuriser l'installation dans toutes les conditions (de routine ou exceptionnelles).

Voir la Référence 1 pour obtenir plus d'informations.

Pesage de cuves portables

Une cuve portable peut être pesée lorsqu'elle est placée sur une balance au sol encastrée (représentée à l'illustration 20). Cette méthode se révèle très pratique lorsque le pesage est nécessaire au niveau d'une seule station de travail. Si une cuve portable nécessite une balance intégrée à utiliser à plusieurs endroits, alors les cellules de pesée ou les modules de pesage peuvent être intégrés dans sa structure (représenté à l'illustration 21).

Remarque : il est nécessaire de placer une structure sous les plaques de base du module de pesage, car les roulettes ne sont pas stables si elles sont directement fixées aux plaques (voir Référence 1).

Pour une cuve portable, le raccordement des tuyaux et le câblage doivent être effectués de manière répétée pour garantir la précision.

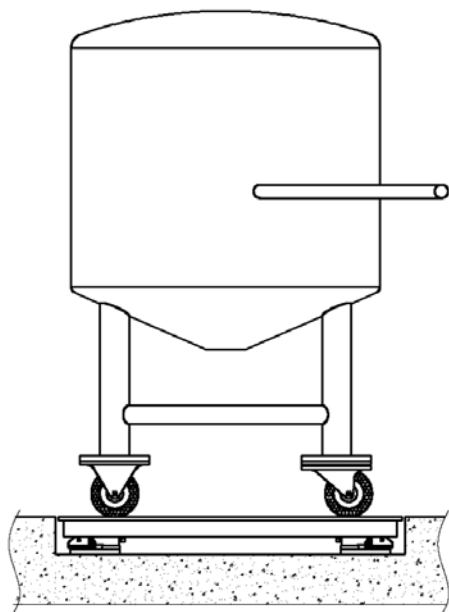


Illustration 20 : Cuve portable pesée sur une balance au sol

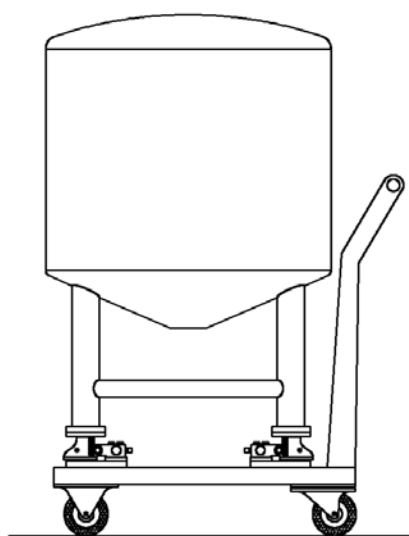


Illustration 21 : Cuve portable avec balance intégrée

Portée de la cellule

Le choix de la portée de la cellule pour l'application donnée est important. Si la portée est trop faible, la cellule peut être endommagée, si elle est trop élevée, la précision ne sera pas optimale. L'approche type du calcul de la portée consiste à additionner tous les poids appliqués à la ou aux cellules, y compris les poids actifs et les poids propres (voir également la section Cuves de réacteur chimique), à multiplier ensuite ce résultat par un facteur de sécurité (souvent égal à 1,25), puis à diviser le résultat par le nombre de cellules de pesée ou de modules de pesage. Il suffit ensuite de sélectionner une cellule dont la portée correspond à ce résultat ou l'approche par excès. Dans certains cas il est préférable de respecter plus strictement le résultat. Par exemple dans les situations suivantes :

1. Les poids (actifs ou propres) à peser ne sont pas certains.
2. La répartition du poids propre concentré (un mélangeur par exemple) n'est pas uniforme.
3. La répartition uniforme du poids n'est pas aisée, par exemple lorsque l'appui repose sur plus de trois points.
4. Un vent fort ou des activités sismiques sont possibles.
5. Le point d'application du poids sur la balance varie.
6. La balance subit des chargements brusques.

Voir la Référence 1 pour obtenir plus d'informations.

Étalonnage

Il existe plusieurs méthodes d'étalonnage qui impliquent des compromis, soit sur la précision, soit sur la difficulté de mise en œuvre et le coût. Les principales méthodes disponibles sont décrites ci-après de la plus précise à la moins précise.

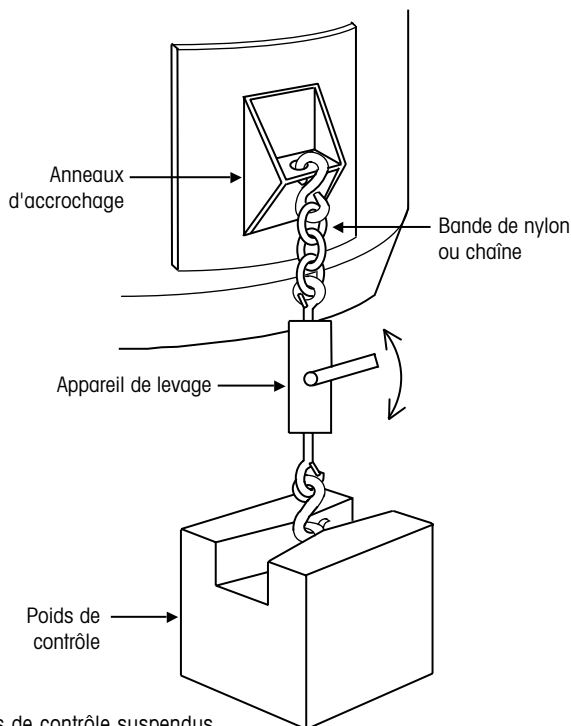


Illustration 22 : Étalonnage de cuve par poids de contrôle suspendus

- 1. Poids de contrôle.** L'utilisation de poids de contrôle constitue la méthode la plus précise. Il s'agit de la méthode requise pour l'étalonnage des balances certifiées pour transactions commerciales. L'étalonnage à l'aide de poids est relativement aisé lorsque les poids utilisés sont petits, mais la tâche devient plus ardue lorsque la portée de la balance augmente. La surface des cuves sur laquelle les poids sont posés n'est pas plane et la méthode de chargement des poids doit donc être prévue au préalable. Il faut, par exemple, prévoir des anneaux sur le côté des cuves auxquels accrocher les poids, comme représenté à l'illustration 22.
- 2. Substitution de matériaux.** Cette méthode repose sur l'utilisation de faibles quantités de poids de contrôle (5 % à 10 % de la portée de la balance). Les poids sont appliqués sur la balance et la valeur mesurée est notée. Les poids sont retirés et un matériau les remplace (est ajouté sur la balance) jusqu'à ce que la balance indique la même valeur. Les poids sont replacés sur la balance et la nouvelle valeur, qui correspond environ au double des premières valeurs, est notée. Les poids sont retirés et un matériau les remplace une nouvelle fois jusqu'à ce que la balance indique à nouveau la même valeur. Le procédé est répété jusqu'à ce que la balance comporte suffisamment de matériau pour réaliser l'étalonnage. Cette méthode est moins précise que la méthode basée sur les poids de référence. Elle est également plus fastidieuse.

3. Transfert de matériaux. Dans le cadre de cette méthode, un matériau (de l'eau par exemple) est pesé sur une balance de référence distincte, puis est transféré dans la cuve en cours d'étalonnage. Cette méthode dépend de la précision de la balance de référence et du soin apporté pour éviter toute perte de matériau lors du transfert. La méthode peut être extrêmement précise si la balance de référence est une balance de précision METTLER TOLEDO basée sur la technologie MFR et si les effets de tuyau sont minimisés comme représenté à l'illustration 23.

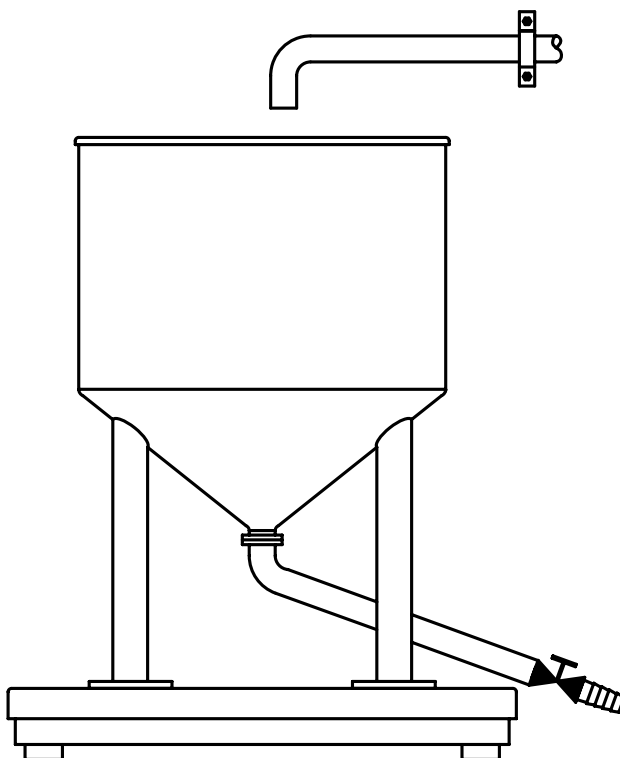


Illustration 23 : Système de pesage de cuves de référence

4. CalFree™. Il s'agit d'une méthode d'étalonnage théorique qui est disponible sur certains terminaux METTLER TOLEDO. Les valeurs générées par la cellule de pesée (cellules de pesée analogiques) sont moyennées, puis saisies dans le terminal qui effectue automatiquement l'étalonnage. Cette méthode, simple et très rapide, présente cependant des limites. Cette méthode ne compense pas les effets mécaniques tels que les effets de tuyaux, ni les atténuations du signal de la cellule de pesée provoquées par les câbles, les boîtes de jonction ou les barrières à sécurité intrinsèque du circuit. Ainsi, la limite de précision type de CalFree atteint 0,2 %.

Lorsqu'elle est associée à la technologie numérique PowerCell de PowerMount, la méthode CalFree™ Plus atteint la précision maximale de l'étalonnage théorique. Le terminal récupère les valeurs directement au niveau des cellules de pesée et réalise automatiquement l'étalonnage. Les boîtes de jonction ont été supprimées du circuit et les câbles n'ont aucun effet sur les signaux numériques. En outre, les variations locales, telles que l'accélération provoquée par la gravité, sont prises en compte dans les calculs. Une simple pression sur un bouton permet d'étalonner le système au meilleur niveau de précision pour cette méthode. La précision peut dépasser 0,1 % en l'absence d'effet mécanique tel que les effets de tuyaux.

Voir la Référence 1 pour obtenir plus d'informations.

Les influences sur la précision

Matériaux

Le pesage en cours de procédé à l'aide de cuves implique en premier lieu l'utilisation de matériaux liquides, mais aussi parfois de matériaux gazeux ou solides qui sont ajoutés aux liquides. Dans ces cas, le produit final reste habituellement une pâte ou bouillie fluide. Les problèmes suivants relatifs aux matériaux se posent dans le cadre de la recherche de la meilleure précision possible :

1. Le flux de matériau du stockage en vrac jusqu'au convoyeur doit être constant et ininterrompu. Le stock de sécurité doit donc être suffisant si la production est intermittente.
2. Comparé aux autres technologies, le traitement par lots au poids n'est pas trop influencé par les propriétés du matériau. Cependant, pour les systèmes de haute précision, il faut réduire les variations des propriétés de matériau telles que la viscosité, la masse volumique et la granularité. La température et la teneur en humidité des matériaux doivent être régulées lorsqu'elles affectent les caractéristiques du débit.
3. La pression des liquides doit être régulée en amont des vannes de remplissage. Il est difficile d'utiliser pour cela des moyens mécaniques. Il est plus simple de maintenir une hauteur de pression statique dans une cuve de stockage.
4. Il convient de maintenir une hauteur constante de matériaux solides au-dessus des convoyeurs tels que les vannes coulissantes et réglables.
5. Le traitement par lots doit être interrompu lorsque le débit du matériau est sporadique. Le débit ne doit être redémarré que lorsque le stock de sécurité aura été restauré.

Convoyeurs

Le terme « convoyeur » est utilisé ici dans le sens plus large pour désigner les appareils qui déplacent et régulent le débit de matériaux, (pompe à engrenage rotative entraînée par un moteur à incréments) et les appareils qui régulent uniquement le débit, (les vannes). Le fonctionnement de ces dispositifs peut grandement influencer l'homogénéité et la précision des lots. Dans l'idéal, ils doivent réagir et arrêter le débit de matériau instantanément ; le délai de réaction et de fonctionnement doit au moins être constant, et ne pas dépendre des propriétés du matériau telles que la viscosité et la taille ou la dureté des particules. Certains convoyeurs sont par nature plus précis que d'autres. Cependant, les caractéristiques du matériau influent sur le type du convoyeur sélectionné. Ainsi on notera :

1. Les dispositifs entraînés par moteur ont tendance à se mettre à l'arrêt. Ce peut être le résultat de la variation des propriétés du matériau et de l'état des équipements. Préférez un moteur avec frein pour des arrêts plus cohérents.
2. L'alimentation en air des dispositifs actionnés par air comprimé devrait être vérifiée et régulée en termes de pression pour assurer des temps de réaction et de fonctionnement cohérents.
3. Pour un remplissage à deux vitesses, préférez recourir à un convoyeur capable de moduler le débit. Sinon, des convoyeurs de différentes portées doivent fonctionner en parallèle et être activés de manière sélective.
4. Si une fonction de stabilisation doit être utilisée, le convoyeur doit pouvoir supporter une activation momentanée répétée sans subir de dommages.

Comparaison vitesse et précision

Le remplissage est une opération dynamique dans laquelle la vitesse et la précision sont malheureusement inversement proportionnelles, comme représenté à l'illustration 24. Si la vitesse de remplissage est élevée, la précision est faible, et vice-versa. La forme exacte et l'échelle de ce graphique varient en fonction des circonstances, des équipements de pesage et de convoyage utilisés, de la conception d'ensemble, du matériau et de l'environnement. Notez que lorsque la vitesse de remplissage tend vers zéro, la précision de pesage se rapproche des performances du pesage statique attendues de la balance.

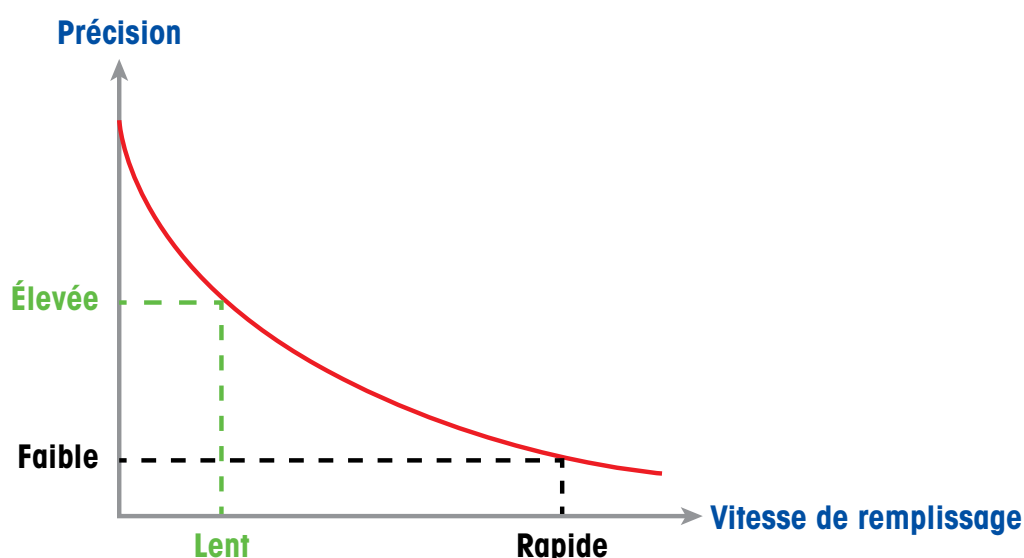


Illustration 24 : Comparaison vitesse et précision

Une fois que ces caractéristiques sont connues, il est possible de trouver un compromis par la sélection du point de fonctionnement assurant le meilleur équilibre entre haute précision d'une part, et vitesse de remplissage et productivité élevées d'autre part. Dans ce document, vous trouverez des suggestions destinées à améliorer la précision, mais voici les principaux points à prendre en compte si vous souhaitez réaliser des lots en associant rapidité et précision :

1. Sélectionnez avec soin le traitement par lots à utiliser, notamment lorsque la variation est importante entre les ingrédients les plus légers et les plus lourds de la formule. Envisagez les systèmes hybrides ainsi que l'ajout manuel des ingrédients critiques. Consultez la section Sélection d'un traitement par lots adapté.
2. Choisissez un terminal avec un convertisseur analogique-numérique (A/D) de haute qualité et une fréquence de mise à jour interne élevée. Vous avez besoin d'informations extrêmement précises sur le poids et vous devez en disposer très vite si vous souhaitez réagir à temps aux moments critiques du cycle de remplissage. Les hautes fréquences de mise à jour envoyant des données brutes ne sont pas aussi performantes que les fréquences plus faibles traitant des données avec des algorithmes de filtre (TraxDSP de METTLER TOLEDO) spécifiquement adaptés à l'équipement de pesage et à l'environnement. En règle générale, les algorithmes de filtre développés par les fabricants d'équipement de pesage sont supérieurs à ceux disponibles avec les automates programmables industriels (API) ou autres contrôleurs.
3. Choisissez un terminal avec une fréquence de mise à jour de bus d'Entrée/Sortie (E/S) élevée et des convoyeurs qui réagissent et fonctionnent rapidement, de façon répétitive.
4. Contrôlez l'environnement (bruits mécaniques et électriques) et choisissez un terminal avec un filtrage sophistiqué qui peut être adapté aux conditions particulières.

5. L'illustration 25 suggère une façon de résoudre le dilemme vitesse/précision. Il est possible de remplir la plus grande partie de la cuve à grande vitesse, avec une précision faible, puis de passer à une vitesse lente avec une haute précision vers la fin. En d'autres termes, il est possible d'avoir recours au remplissage à deux vitesses, comme indiqué plus en détail ci-dessous. Le remplissage de la plus grande partie de la cuve avec une faible précision ne pose pas de problème tant que l'on ralentit à temps pour terminer l'opération avec une haute précision. Il s'agit de l'approche conventionnelle qui permet d'obtenir un équilibre acceptable entre vitesse et précision de remplissage, et elle est largement utilisée aujourd'hui.
6. Vous pouvez utiliser un contrôleur disposant d'algorithmes de contrôle qui élaborent en temps réel, et pour chaque remplissage, un modèle mathématique capable d'acquiescer des données et d'effectuer les réglages automatiquement. Grâce à ces contrôleurs très sophistiqués, il est possible d'améliorer la vitesse et la précision tout en utilisant un processus de remplissage plus simple à une seule vitesse. Voir la section Contrôleur IND780 Q.IMPACT ci-dessous.

Contrôle de vos processus

Processus de remplissage

L'illustration 25 est un graphique représentant le rapport poids de remplissage/délai de remplissage d'une opération de remplissage à deux vitesses conventionnelle. Certains des éléments présentés dans le graphique, voire tous, peuvent être intégrés à une opération de remplissage classique en fonction de la précision requise. En haut, figure un poids de remplissage cible avec un degré de tolérance \pm . Le cycle de remplissage peut être divisé en plusieurs phases, comme illustré. Lors de la première activation du convoyeur, le débit du matériau prend un peu de temps pour devenir constant lors de la phase d'alimentation rapide (qui constitue la majeure partie du poids et du délai de remplissage). Par la suite, des phases supplémentaires affinent le poids de remplissage pour garantir qu'il se situe bien dans les tolérances définies. Les différents termes utilisés sont expliqués en détail ci-dessous.

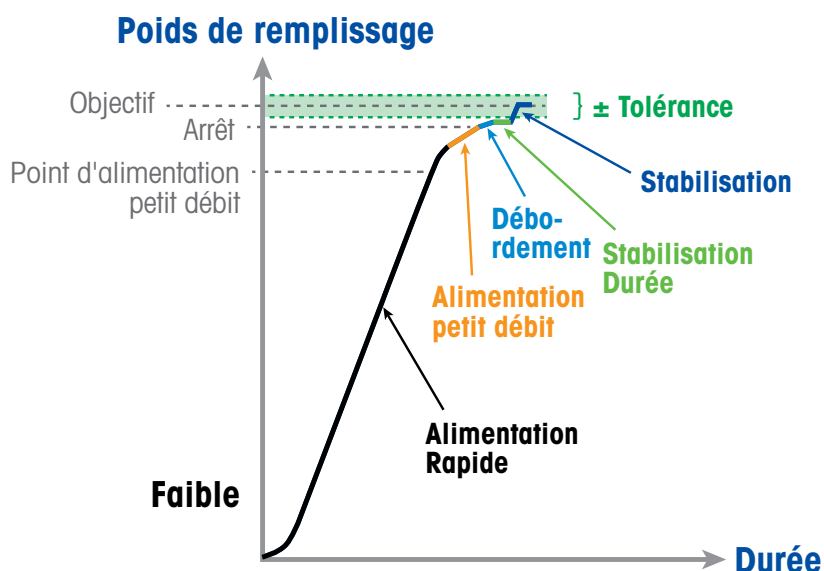


Illustration 25 : Opération de remplissage à deux vitesses

Alimentation rapide et petit débit

La combinaison des alimentations rapide et petit débit est considérée comme un remplissage à deux vitesses, et peut être utilisée pour améliorer à la fois la vitesse et la précision. La plus grande partie du matériau est transmise très rapidement pendant la période d'alimentation rapide, après laquelle le convoyeur ralentit, pour fournir une alimentation petit débit et une meilleure maîtrise des phases finales. Par exemple, 97 % du poids de remplissage cible peut être fourni pendant l'alimentation rapide, et le convoyeur peut ensuite être réglé à 1/10^e de la vitesse initiale (alimentation petit débit) pour remplir les derniers 3 %.

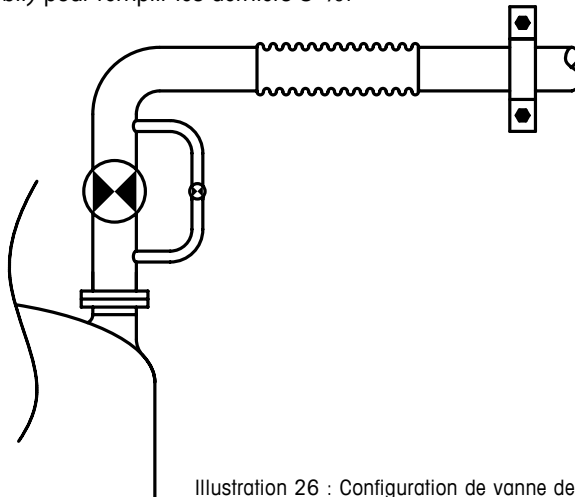


Illustration 26 : Configuration de vanne de remplissage à deux vitesses

Le remplissage à deux vitesses peut être exécuté, par exemple, par la modification de la vitesse moteur sur les convoyeurs à vis ou à tambour alvéolé.

Dans le cas de liquides, il peut être plus efficace de placer deux vannes tout ou rien simples en parallèle comme représenté à l'illustration 26. Une branche peut avoir un débit 10 fois supérieur à l'autre. En cours de fonctionnement, les deux vannes doivent être ouvertes pendant l'alimentation rapide, puis la plus rapide doit être fermée pour permettre l'alimentation petit débit.

Débordement

Lorsqu'un dispositif de convoyage interrompt son flux, il reste une certaine quantité de matériau en transit ayant quitté le convoyeur mais qui n'est pas encore mémorisée au niveau de la balance. Cette quantité de matériau est appelée débordement, préaction ou encore matériau en cours.

La quantité du débordement dépend bien sûr de la hauteur du convoyeur par rapport à la surface du matériau déjà rempli et de la vitesse d'alimentation à ce moment-là. Certains terminaux sont équipés d'une fonction de compensation de débordement qui arrête le convoyeur tôt, mais les débordements restent néanmoins une source de variabilité et d'erreur, et doivent donc être réduits au minimum. Voici quelques suggestions permettant de réduire les débordements et d'améliorer la précision :

1. Réduction de la distance entre les vannes ou les convoyeurs et la cuve.
2. Utilisation du remplissage à deux vitesses pour réduire le débit à l'arrêt.

Remarque : lors des opérations de pesage sortant, vous devez tenir compte de la quantité de matériau qui s'échappe de la balance avant que le convoyeur ne soit complètement fermé. Toutefois, le débordement n'est pas à prendre en compte dans ce procédé de pesage.

Stabilisation

La fonction de stabilisation active momentanément le convoyeur pour fournir une petite quantité de matériau supplémentaire au cas où la cuve serait insuffisamment remplie. En cours de fonctionnement, la cuve est remplie normalement jusqu'à l'arrêt, puis elle dispose d'un certain temps pour se stabiliser avant la comparaison du poids de remplissage et du poids cible. Si le poids est en dessous du poids souhaité, la fonction de stabilisation procède à une rectification. Cette méthode n'est efficace que dans le cas de remplissages incomplets.

Contrôle

Pendant les opérations manuelles de remplissage, la balance affiche le poids de la cuve à l'opérateur qui commande le convoyeur, ajuste le poids final si nécessaire et détermine si le remplissage se situe dans les limites acceptables. L'opérateur exécute ces opérations pour tous les ingrédients, puis décide si le lot est acceptable. Le terminal ne nécessite pas d'E/SO pour ce type d'opérations. Cependant, la balance peut communiquer les données de poids de l'ingrédient et du lot à un autre système pour la gestion des stocks et la traçabilité. Tous les terminaux de base de METTLER TOLEDO peuvent être utilisés.



Illustration 27 : Remplissage manuel

Plus généralement, la balance contrôle le convoyeur selon différents niveaux d'automatisation. Il peut s'agir d'un processus complètement automatisé, où la balance effectue un contrôle de tolérance pour chaque ingrédient et détermine si le lot est acceptable. L'illustration 27 représente un système de pesage de cuves basé sur des modules de pesage analogiques. Ici, les cellules de pesée sont reliées à une boîte de jonction en vue de l'addition, laquelle est à son tour reliée à un terminal. Voici trois méthodes de contrôle du remplissage :

1. Pour les systèmes autonomes, les terminaux de pesage tels que les modèles IND560, IND690 ou IND780 de METTLER TOLEDO peuvent contrôler un système de traitement par lots de complexité faible à moyenne pour lequel il n'est pas indispensable de recourir à un automate programmable industriel (API) ou à un contrôleur d'automatisation programmable (CAP). Ces terminaux peuvent être équipés de logiciels d'application en option conçus spécifiquement pour les applications de remplissage et peuvent gérer toutes les fonctionnalités évoquées dans les sections précédentes.



Terminal de remplissage IND560Fill

2. Un terminal de base tel que le modèle IND131 peut être utilisé pour fournir le poids uniquement à un API/CAP qui peut exécuter toutes les fonctions de contrôle.



Terminal de pesage IND131 monté sur rail

3. Un système hybride est représenté à l'illustration 28. Dans ce cas, le contrôle du remplissage est effectué par un terminal tel que les modèles IND560, IND690 ou IND780 pendant que l'API/CAP contrôle l'ensemble du processus. L'API/CAP peut décider du moment du remplissage et des paramètres de traitement par lots, par exemple, le poids cible de chaque ingrédient. Cependant, ces informations sont téléchargées sur le terminal qui dispose de l'autonomie nécessaire à l'exécution du processus de traitement par lots. Une fois le traitement par lots terminé, le terminal peut envoyer à l'API/CAP les données à enregistrer et les données de gestion des stocks, etc.

Cette troisième approche présente plusieurs avantages. Dans ce cas, le terminal est dédié à la mesure du poids et au contrôle du convoyeur (les processus au cœur de toute opération de traitement par lots). L'arrêt du convoyeur au moment opportun est primordial et cette méthode permet d'effectuer cette action plus rapidement et sans distraction. De plus, les terminaux sont disponibles avec des logiciels qui ont été conçus spécifiquement pour un contrôle sophistiqué des opérations de remplissage et de traitement par lots. Dans la deuxième approche présentée ci-dessus, il existe plus de dispositifs dans la boucle qui offrent la possibilité de retarder les opérations au niveau de l'API/CAP s'il est engagé dans une autre activité alors qu'il est sur le point de déclencher un arrêt.

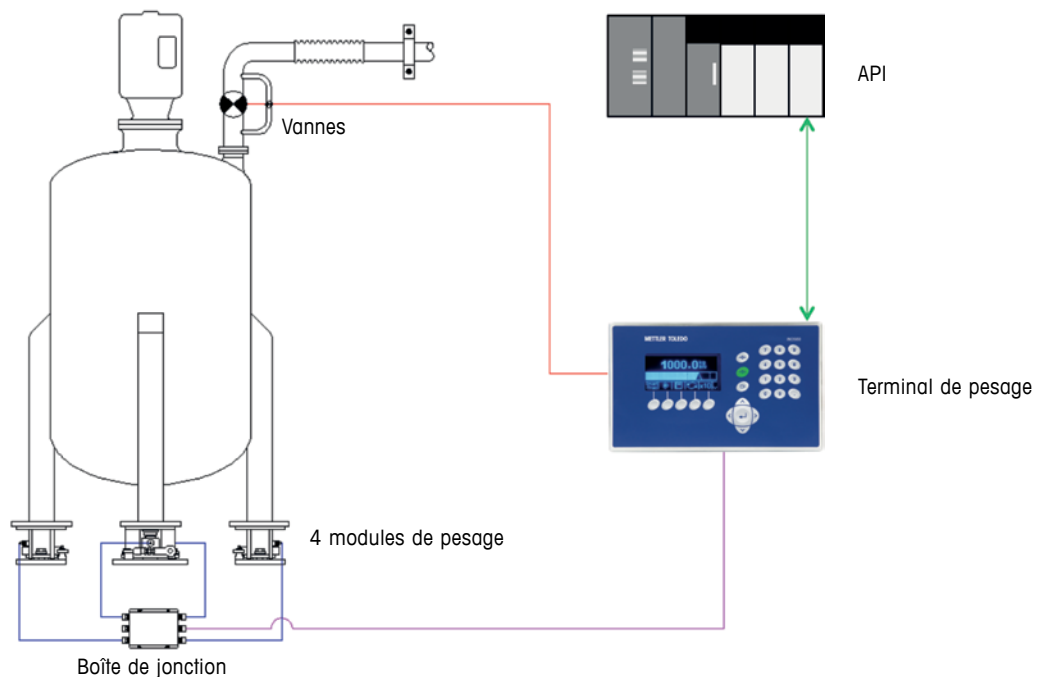


Illustration 28 : Système hybride de contrôle de lots avec API et terminal de pesage

Terminaux

Le terminal est l'élément clé de tout système de pesage. Il transmet la tension d'excitation aux cellules de pesée analogiques et reçoit leur signal de sortie analogique. Il effectue une conversion analogique/numérique, le filtrage et le traitement afin d'obtenir une valeur de poids étalonnée qui peut être affichée, utilisée directement pour contrôler le processus ou être transmise à d'autres dispositifs.



Terminal
IND560

Conversion analogique/numérique et filtrage

Le convertisseur A/D est au cœur de l'opération. La conversion doit être réalisée rapidement pendant l'opération de filtrage afin de suivre l'évolution du remplissage et de déclencher l'arrêt au moment opportun. Malheureusement, le signal analogique est perturbé par du bruit électrique provenant d'équipements électriques voisins et par des bruits mécaniques issus d'autres machines telles que des mélangeurs, des pompes, des compacteurs, voire par le remplissage lui-même.

Le système propriétaire TraxDSP™ de METTLER TOLEDO associe la technologie ultrarapide de conversion A/D dont les taux de conversion atteignent les 366 Hertz à des filtres numériques multi-étapes réglables et à des algorithmes de compensation brevetés afin de suivre en permanence et rapidement la portion réelle relative au poids du signal de la cellule de pesée. Les bruits mécanique et électrique varient d'une installation à une autre (par exemple, en termes de fréquence et d'amplitude du signal). Ainsi, TraxDSP™ peut être adapté aux conditions particulières afin d'optimiser la vitesse, la stabilité et la précision et aboutir à un taux de comparaison de cibles internes ultrarapide de 50 Hertz, afin de garantir la meilleure précision de remplissage et de traitement par lots de sa catégorie. TraxDSP™ est fourni en standard sur les terminaux de production tels que IND131, IND560 et IND780.



Module d'E/S externe ARM100

E/S numérique

Les terminaux les plus sophistiqués disposent de diverses E/S numériques internes et externes. L'E/S interne est limitée, mais suffit généralement pour les opérations de remplissage et de traitement de lots simples. De nombreux terminaux peuvent également utiliser des modules d'E/S externes, tels que le modèle ARM100 de METTLER TOLEDO adapté aux systèmes plus complexes.

Connectivité

La connectivité constitue un élément essentiel dans le monde actuel et les terminaux permettent d'accéder à une gamme d'interfaces série standard et en option telles que RS232/422/485 et Ethernet TCP/IP, ainsi qu'à des interfaces API. Voir le résumé dans le Tableau 3.

Interfaces API
• Sortie analogique 4-20 mA
• AB RIO
• ControlNet
• DeviceNet
• EtherNet/IP
• Modbus TCP
• Modbus TCP
• Profibus DP
• Profinet
• CC-Link

Tableau 3

IND780batch

Le terminal IND780batch de METTLER TOLEDO propose plusieurs options de contrôle facilement configurables dans des applications qui utilisent jusqu'à quatre balances. Caractéristiques et avantages du terminal :

- Conformité à la norme ISA S88 qui permet de baser le traitement par lots sur un protocole homogène
- Jusqu'à 40 entrées et 56 sorties qui offrent un maximum de flexibilité lors du paramétrage du contrôle
- Stockage d'un maximum de 1 000 formules avec un maximum de 99 étapes par formule et la possibilité de contrôler 42 approvisionnements automatiques en matériau
- Redimensionnement configurable de la formule en cours d'opération et possibilité de boucle
- Modes manuel, semi-automatique et automatique, avec messages personnalisables par l'utilisateur et collecte de données simplifiée pour les opérateurs
- L'utilitaire de configuration BatchTool 780 basé sur PC simplifie la création de la formule et de la commande, les rapports de suivi, le paramétrage de la sécurité, les rapports d'utilisation et les sauvegardes de configuration et la restauration
- Les écrans de visualisation de l'équipement présentent le statut des fonctionnalités de diagnostic avancées



Terminal IND780

L'IND780batch prêt à l'emploi prend en charge les opérations avec balance unique et propose les fonctionnalités complémentaires et avantages suivants :

- Contrôleur autonome pour les applications de traitement par lots
- Logique pour 10 chargements automatiques de matériau, un déchargement à vide et un contrôle auxiliaire
- Boutons Démarrer/Reprendre et Pause/Annuler
- Témoin d'indication de l'état



Terminal IND780batch prêt à l'emploi

Contrôleur IND780 Q.iMPACT

Le terminal IND780 avec logiciel avancé de transfert de matériau Q.iMPACT représente le dernier cri en matière de contrôleurs de remplissage et de traitement par lots. Les algorithmes PAC (Predictive Adaptive Control) brevetés élaborent automatiquement en temps réel un modèle mathématique pour chaque processus de remplissage. Ils sont introduits en mémoire et compensent automatiquement les variations naturelles du processus lors de chaque convoyage. Le système utilise un simple contrôle marche/arrêt à une seule vitesse qui simplifie grandement le système et réduit largement les coûts d'immobilisation et de maintenance. Grâce à l'utilisation d'un processus simple à une seule vitesse, le remplissage est plus rapide et bien plus précis qu'à l'aide des processus conventionnels. Une entreprise peut obtenir un rendement plus élevé pour des coûts d'immobilisation globaux moindres tout en améliorant la qualité et l'homogénéité des produits. Un outil dédié de configuration basé sur PC facilite l'installation et la configuration.



Terminal IND780 Q.iMPACT

Cuves de réacteur chimique

Du point de vue du pesage, les cuves de réacteur chimique posent un certain nombre de défis qui sont abordés dans les sections suivantes. Certaines de ces conditions s'appliquent également au pesage de cuves, mais généralement elles ont une portée moins élevée.



Illustration 29 : Cuve de pesage

Réacteurs et applications des technologies de pesage

Un réacteur à fonctionnement discontinu est une cuve, comme représentée à l'illustration 29, qui est actionnée par l'ajout de tous les stocks (réactifs et catalyseurs) dans le réacteur avant le début de la réaction déclenché, par exemple dans le cas de la réaction endothermique, par l'augmentation de la température du mélange réactif. Aucun ajout, ni retrait n'est effectué pendant la réaction. Le produit et ses effluents sont retirés uniquement lorsque la réaction est terminée.

Le fonctionnement d'un réacteur à fonctionnement semi-continu est semblable à celui d'un réacteur à fonctionnement discontinu, car tous les stocks sauf un réactif sont en lots dès le début. Le réactif restant est dosé en lots pour contrôler le taux de réaction. Dans un autre mode, le réacteur à fonctionnement semi-continu démarre avec tous les stocks présents comme avec le réacteur à fonctionnement discontinu à l'exception du fait que le produit est retiré à une cadence contrôlée au fur et à mesure de la réaction. Cette situation est peu courante, mais un réacteur à fonctionnement semi-continu peut être utilisé pour effectuer les deux tâches (doser un réactif et retirer un produit ou effluent pendant la réaction).

Le contrôle basé sur le poids permet également de réaliser des proportions de stocks dans un ou des systèmes de pesage de cuves à l'aide des méthodes de traitement par lots simultanés ou séquentiels décrites précédemment. Les éléments sortant du ou des systèmes sont déchargés directement dans le réacteur.

Il est également possible d'installer une balance sur le réacteur et d'utiliser la méthode du traitement par lots cumulatif pour constituer des lots du stock. Pour les réacteurs à fonctionnement semi-continu, la balance pourrait contrôler le dosage des réactifs supplémentaires ou la décharge du produit. L'unique difficulté pourrait survenir si le dosage et la décharge devaient se produire simultanément et ne pouvaient pas se produire entre ces tâches.

Un réacteur continuellement agité à flux continu est physiquement identique aux réacteurs à fonctionnement discontinu et semi-continu mais, par définition, les stocks sont ajoutés et le produit et son effluent sont retirés en continu. La technologie de pesage ne peut pas être appliquée à ce réacteur, ni à un autre type de réacteur qui utilise un processus de flux réellement continu.

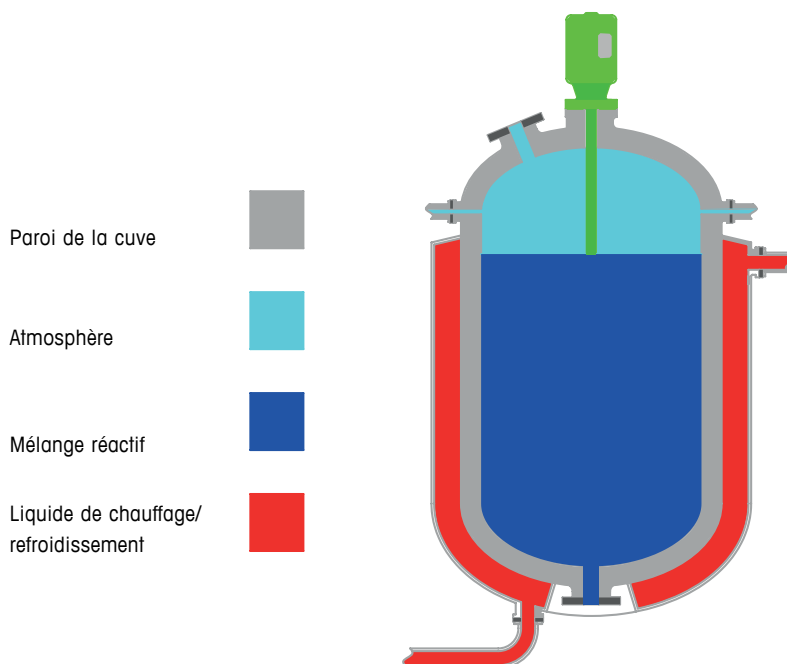


Illustration 30 : Section transversale d'un réacteur discontinu type

Poids propre

Ci dessus l'illustration 30 représente une section transversale d'un réacteur discontinu type. Un certain nombre de facteurs décrits ci dessous, impactant la précision, contribuent au poids propre d'un réacteur.

1. Quand les cuves de réacteur sont utilisées à haute pression, l'épaisseur de leur parois peut être très importante. Ces parois peuvent être en acier recouvert de verre ou de céramique augmentant leur poids propre.
2. Les mélangeurs installés directement sur les cuves et associés aux brides, aux vannes et aux autres équipements auxiliaires contribuent de manière significative au poids propre.
3. La majorité des réacteurs dispose d'une bobine ou chemise de refroidissement ou de chauffage (comme dans l'illustration 30). Leur poids et parfois, plus significativement encore, le poids du liquide qu'elles contiennent, contribuent au poids propre. Ce type de réacteur comporte généralement une isolation protégée par une enveloppe extérieure en acier inoxydable qui, là encore, contribue au poids propre.

Le poids propre de la cuve peut parfois être largement plus important que le poids total du lot, sans compter le poids des réactifs mineurs. Cela ne présente pas en fait un problème de poids, mais plus un problème de réduction de la précision du pesage notamment pour les réactifs mineurs.

Ainsi, lors de l'estimation de la portée de la balance, des cellules de pesée ou des modules de pesage tenez compte de tous ces facteurs pour le calcul du poids propre.

Systèmes à plusieurs circuits hydrauliques

Lors du pesage d'un réacteur, c'est le poids du mélange réactif qui est intéressant, par exemple, lors de la première constitution des lots du stock. Cependant, la balance pèse également d'autres systèmes à circuits hydrauliques et vérifie si une variation de leur poids pendant le processus de pesée engendre des erreurs dans les résultats.

Liquides de chauffage/refroidissement

Toute modification du poids du liquide de chauffage/refroidissement alors que le réacteur se trouve sur la balance pour le pesage a un impact direct sur la précision du pesage. Ce facteur peut être important compte tenu des variations de température que les réacteurs peuvent subir. Vous devez tenir compte de la modification du volume interne de la bobine ou de la chemise et de la modification de la masse volumique du liquide à la suite de la modification de la température. Dans les systèmes de chauffage à vapeur, assurez-vous que l'accumulation de condensat est constante pendant l'opération de pesage.

Atmosphère

Dans les réacteurs, la pression est souvent élevée afin d'accélérer la réaction. Vous devez tenir compte de la modification de poids de l'atmosphère au-dessus du mélange réactif si cette modification se produit pendant le processus de pesage. Prenons en exemple de l'air à une température constante de 21 °C, sa masse volumique est de 1,2 kg/m³ à une pression manométrique de 0 Pa, mais elle atteint 83 kg/m³ à 6 895 kPa. Bien sûr la masse volumique d'un gaz varie également en fonction de la température.

En outre, un système sous pression rencontre certaines difficultés spécifiques liées aux tuyaux qui lui sont reliés. Comme indiqué plus avant, il est souhaitable d'utiliser des tuyaux ou des joints d'expansion flexibles pour réaliser les raccordements aux cuves. Cependant, les tuyaux et joints peuvent agir comme des vérins pneumatiques lorsqu'ils sont soumis à des variations de pression et imposer des contraintes indésirables à la balance. Cet effet est particulièrement nuisible si le tuyau ou le joint d'expansion flexible se trouve dans une tuyauterie raccordée verticalement à la balance. Voir la Référence 1 pour obtenir plus de détails.



Partie supérieure du réacteur dépassant par le plancher supérieur avec un espace suffisant pour bouger



Partie inférieure du réacteur installé sur des modules de pesage par compression flexibles

Certaines réactions provoquent l'évolution d'un gaz qui, s'il s'échappe, fait baisser le poids de la balance en conséquence.

Tenez également compte de l'effet sur les processus à fonctionnement semi-continu pour lesquels un réactif gazeux est introduit par barbotage dans le mélange réactif pendant la réaction chimique. Typiquement, du gaz est généré en excès et dissipé en continu. Visiblement le gain de poids du mélange réactif correspond au poids du gaz ajouté moins le volume dissipé.

Température

Les cellules de pesée sont sensibles aux variations de température qui affectent leur signal de sortie zéro et leur sensibilité. Elles sont compensées pendant la production et les cellules de pesée certifiées pour transactions commerciales sont réglées pour respecter les tolérances les plus strictes. Cependant, une certaine sensibilité persiste et, du point de vue de la précision, il paraît nécessaire de limiter les variations de température de la cellule de pesée de toute application. En outre, les cellules de pesée doivent respecter une plage de température de service en dehors de laquelle leurs performances et leur fonctionnement peuvent se dégrader. À nouveau, il paraît évident de limiter les extrêmes de température pour les cellules de pesée.

Il s'agit d'un élément important pour les réacteurs qui sont souvent utilisés à des températures très éloignées des températures ambiantes. L'illustration 31 représente l'emplacement de montage le moins souhaitable pour la cellule de pesée en raison du court chemin de conduction de chaleur vers la cellule. Les illustrations 32 et 33 représentent des situations plus souhaitables avec des chemins de conduction plus longs.

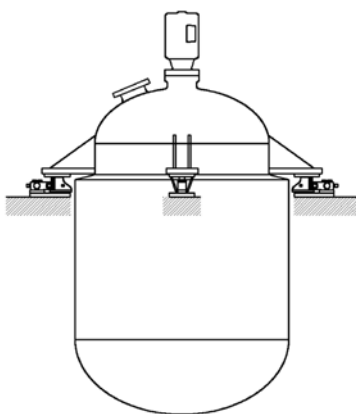


Illustration 31 : Réacteur installé par compression et dépassant du sol

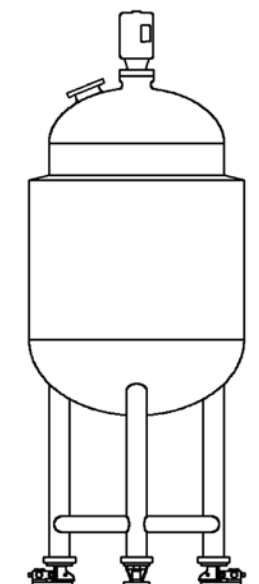


Illustration 32 : Réacteur installé par compression avec jambe de renfort

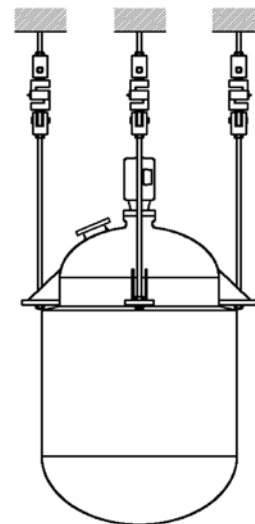


Illustration 33 : Réacteur installé sous tension grâce aux modules de pesage à tension

S'il est impossible d'éviter un plan d'installation semblable à celui de l'illustration 31, METTLER TOLEDO fournit des plaques d'isolation thermique pour les modules de pesage. Pour réduire la conduction, installez ces plaques entre la plaque supérieure du module de pesage et la cuve. En outre, placez les cellules de pesée aussi loin que possible des entrées de liquide chaud/froid, car il s'agit souvent des zones les plus chaudes/froides de la cuve.

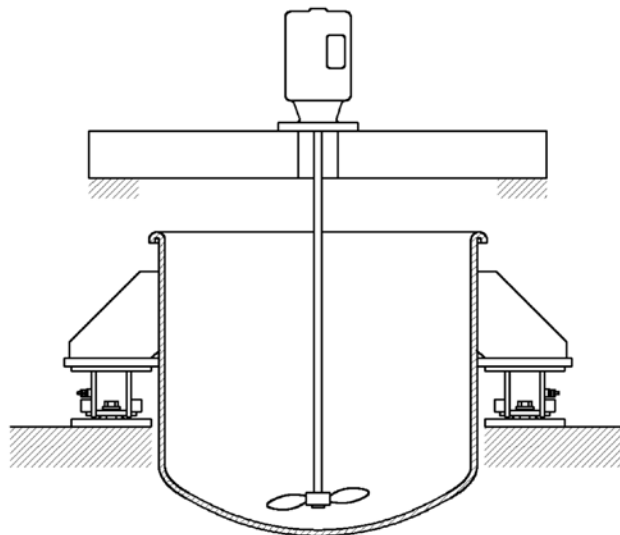
De manière générale, si une cellule de pesée dispose d'un chauffage radiant, elle peut être protégée par la simple insertion de protections métalliques entre la cellule et la source.

Vibrations

Comme le présente l'illustration 34, les réacteurs comporteront toujours des mélangeurs qui peuvent parfois être très imposants par rapport à la portée de la cuve. Cette situation peut provoquer des oscillations ou des vibrations de la balance et introduire du bruit dans le signal électrique, ce qui affecte la précision. Plusieurs solutions permettent d'atténuer ces problèmes :

1. Si possible, n'utilisez pas le mélangeur pendant les opérations de pesage.
2. Si le module de pesage est une suspension d'alignement automatique, utilisez les stabilisateurs horizontaux pour équilibrer la balance.
Des stabilisateurs en option sont disponibles pour certains modules de pesage METTLER TOLEDO.
3. Pour atténuer les vibrations, insérez, entre la plaque supérieure du module de pesage et la balance, des amortisseurs de chocs/vibrations commercialisés par METTLER TOLEDO pour la majorité des modules de pesage.
4. Utilisez un terminal METTLER TOLEDO doté de TraxDSP, comme discuté précédemment.

Illustration 34 : Cuve avec mélangeur externe



Lorsqu'une cuve (typiquement pas une cuve de réacteur) dispose d'un mélangeur indépendant comme représenté à l'illustration 34, des couples rotatifs importants peuvent être transmis à la cuve et affecter largement sa précision. Il est important de stabiliser la balance grâce à l'application de stabilisateurs tangentiels.

Voir la Référence 1 pour obtenir plus d'informations sur la gestion des vibrations, des mélanges, etc.

Exigences en matière de certification

L'environnement immédiat des systèmes de traitement par lots est souvent considéré comme dangereux en raison des vapeurs ou des poussières produites par le processus de traitement par lots. METTLER TOLEDO propose une gamme complète de produits conformes aux diverses exigences internationales relatives aux équipements électriques utilisés dans des zones dangereuses. Ces approbations sont proposées en série sur la majorité des cellules de pesée METTLER TOLEDO (voir Référence 6). En outre, de nombreux modules de pesage et accessoires de cellules de pesée se conforment en série aux normes EN relatives aux équipements non électriques utilisés dans des zones dangereuses (voir Référence 10). METTLER TOLEDO met également à votre disposition un certain nombre de ressources pour vous aider à sélectionner un équipement pour une utilisation en zones dangereuses (voir Références 9, 11, 12 et 13). Consultez le site www.mt.com/webinar ou www.mt.com/hazardous pour l'accès au web-séminaire.

Dans diverses situations les performances des équipements à balance doivent respecter les réglementations nationales et internationales, notamment dans le cadre d'un transfert de télémesures. METTLER TOLEDO propose une gamme complète de produits certifiés internationalement destinés aux applications commerciales. Ces approbations sont proposées en série aux cellules de pesée (voir Références 6 ou le site : www.mt.com/ind-weighing-component-catalog).

Références

1. Manuel sur les systèmes de modules de pesage, METTLER TOLEDO AG.
www.mt.com/ind-system-handbook
2. Précision de la pesée dans les systèmes de pesage de cuves, METTLER TOLEDO AG.
3. Modules de pesage modernes, METTLER TOLEDO AG.
4. Technologies de pesage, METTLER TOLEDO AG.
5. Comparaison de PowerMount™ à des modules de pesage analogiques, METTLER TOLEDO AG.
6. Catalogue de composants de pesage, METTLER TOLEDO AG.
7. Technologie avancée de contrôles des lots, METTLER TOLEDO AG.
8. Compréhension de votre système de traitement par lots, METTLER TOLEDO AG.
9. Catalogue de composants pour zones dangereuses, METTLER TOLEDO AG.
10. EN 13463-1, Appareils non électriques destinés à être utilisés en atmosphères potentiellement explosibles –
Partie 1 : Exigences et méthode de base, CEN.
11. Sécurité des processus grâce à des solutions de pesage à sécurité intrinsèque, METTLER TOLEDO AG.
12. Web-séminaire, Pesage en zones dangereuses : les fondamentaux, METTLER TOLEDO AG.
13. Web-séminaire, Pesage en zones dangereuses : avancés, METTLER TOLEDO AG.

Gamme complète de composants de pesage

La gamme complète de cellules de pesée couvre toutes les pesées comprises entre 11 g et 300 T, avec une précision d'affichage minimale de 0,001 mg. La gamme de produits électroniques inclut des terminaux de pesage complets adaptables dans des panneaux de commande, ainsi que des composants pouvant être montés sur rail DIN dans des armoires de commande. Selon le modèle, les composants électroniques peuvent être intégrés à des systèmes de communication utilisant des interfaces analogiques ou série, Profibus DP, Profinet IO, Ethernet IP, Modbus, DeviceNet ou ControlNet et CC-Link.

La vaste gamme est présentée en détail sur 200 pages qui contiennent aussi des schémas et des instructions de montage.



Commandez votre exemplaire imprimé du catalogue de pesage en anglais ou téléchargez le contenu sous la forme de fiches techniques individuelles au format PDF.

► www.mt.com/weighing-component-catalog

www.mt.com

Pour plus d'informations

Mettler-Toledo AG

PO Box VI-400, CH-8606 Greifensee

Tél. +41-44-944 22 11, Fax +41-44-944 31 70

Subject to technical changes

Order Number: 30220324

© 09/2014 Mettler-Toledo AG

MarCom Industrial