



Mesures
Canada

Measurement
Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

An Agency of
Industry Canada

Approbation de cellules de pesage Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 1 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

En 2011, Mesures Canada a commencé à mettre en place des exigences sur l'utilisation de cellules de pesage approuvées dans certains appareils de pesage de grande capacité. L'avis d'approbation des appareils visés contiendra une mention indiquant que l'appareil doit être muni d'une cellule de pesage approuvée pour être considéré comme légal pour le commerce.

Mesures Canada ne procédera pas à l'approbation séparée des cellules de pesage; l'organisme reconnaîtra plutôt les approbations du NTEP et de l'OIML. Les *cellules de pesage approuvées* sont des cellules de pesage qui font l'objet d'un **Certificat de conformité** délivré par le NTEP des États-Unis ou dans le cadre d'un *AAM* de l'*OIML*. Les certificats de conformité de l'*OIML* doivent avoir été accordés en vertu d'un Arrangement d'acceptation mutuelle (*AAM*), ce qui est indiqué par la présence des lettres stylisées *MAA* sur le certificat.

En plus d'être approuvées, les cellules de pesage doivent être utilisées conformément aux paramètres indiqués et approuvés par le fabricant. Les systèmes de pesage doivent donc être bien configurés et la cellule de pesage choisie doit être adaptée à la configuration.

Le présent document a été préparé par Mesures Canada afin de faciliter la compréhension des paramètres ainsi que l'évaluation d'une cellule de pesage pour un système de pesage donné. Les calculs et les explications ci-dessous devraient aider le lecteur à choisir une cellule de pesage appropriée à un système de pesage. Mesures Canada a également préparé une *Feuille de calcul de compatibilité des cellules de pesage* afin de simplifier l'évaluation de la cellule de pesage. Cette feuille de calcul est disponible auprès de Mesures Canada sous la forme d'un fichier Microsoft Excel[®] automatisé ou d'une version papier à remplir à la main.

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 2 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

1.0 Définitions

Les définitions suivantes permettront de mieux comprendre les calculs et peuvent être utiles pour bien évaluer si une cellule de pesage est adaptée à une application.

| | |
|---|--|
| Classe de précision | - Classe de cellules qui sont soumises aux mêmes exigences de précision (OIML ou NTEP) |
| C | - tension de sortie nominale de la cellule de pesage (mV) à la tension d'excitation (V) |
| CH | - cellule de pesage ayant fait l'objet d'un essai d'humidité |
| DL | - charge permanente réelle de l'appareil |
| DR | - retour du signal de sortie à la charge permanente minimale |
| e (e ₁ , e _i) | - échelon de vérification (échelon de vérification pour l'étendue/échelon 1, échelon de vérification pour l'étendue/échelon i) |
| E _{max} | - portée maximale de la cellule de pesage |
| E _{min} | - charge permanente minimale de la cellule de pesage |
| i | - indique que variable la variable a un nombre en indice |
| DMZI | - étendue du dispositif de mise à zéro initiale |
| Lim | - charge limite de sécurité de la cellule de pesage |
| Max (Max ₁ , Max _i) | - portée maximale de l'appareil de pesage (étendue/échelon 1, étendue/échelon i) |
| Min | - portée minimale de l'appareil de pesage |
| n (n _i) | - nombre d'échelons de vérification (étendue/échelon i) |
| n _{max} | - nombre maximal d'échelons de vérification |
| n _{WI} | - nombre maximal d'échelons de vérification de l'élément (appareil) de pesage |
| n _{ind} | - nombre maximal d'échelons de vérification d'un indicateur |
| n _{LC} | - nombre maximal d'échelons de vérification d'une cellule de pesage |
| N | - nombre de cellules de pesage d'un appareil de pesage |
| NH | - cellule de pesage n'ayant pas fait l'objet d'un essai d'humidité |
| NUD | - coefficient de distribution non uniforme |
| p, p _i | - facteur de répartition de l'erreur maximale permise |
| p _{ind} , p _{LC} , p _{con} | - fraction de l'erreur maximale permise assignée à l'indicateur, à la cellule et aux éléments de transmission de la charge (si le requérant ne fournit pas ces valeurs, utiliser les valeurs par défaut : $P_{ind} = 0,7; P_{LC} = 0,5; P_{con} = 0,5$) |
| Q | - facteur de correction $Q = \left[\frac{Max + DL + IZSR + NUD + T^+}{Max} \right]$ |
| R | - rapport de démultiplication du dispositif de transmission de la charge (levier) |
| SH | - cellule de pesage ayant fait l'objet d'un essai statique de température et d'humidité |
| T (T ⁺ , T ⁻) | - tare (tare additive, tare soustractive) |
| T _{min} , T _{max} | - limite inférieure de la plage de températures, limite supérieure de la plage de températures (- 10 ° C à 40 ° C) |

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 3 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

| | |
|--------------------------|--|
| Δu_{\min} | - tension d'entrée minimale par échelon de vérification |
| $U (U_{\min}, U_{\max})$ | - tension nominale de l'alimentation (minimale, maximale) |
| U_{exc} | - tension d'excitation de la cellule de pesage |
| U_{\min} | - tension d'entrée minimale de l'indicateur |
| U_{MRmin} | - tension minimale de l'étendue de l'indicateur |
| U_{MRmax} | - tension minimale de l'étendue de l'indicateur |
| V_{\min} | - échelon de vérification minimal de la cellule de pesage |
| Y | - rapport de la portée maximale sur l'échelon de vérification minimal d'une cellule de pesage : $Y = E_{\max} / V_{\min}$ |
| Z | - rapport de la portée maximale sur le retour du signal de sortie à la charge permanente minimale : $Z = E_{\max} / (2 \times DR)$ |

2.0 Calculs et compatibilité

Pour garantir le choix d'une cellule de pesage adaptée à un appareil donné, les vérifications suivantes doivent être effectuées. Les éléments portant la mention obligatoire doivent être vérifiés; il est recommandé de vérifier ceux qui portent la mention « facultatif », mais ce n'est pas une obligation. Le fait de remplir la *Feuille de calcul de compatibilité des cellules de pesage* rend le choix d'une cellule de pesage plus facile.

2.1 Classes de précision (obligatoire)

La ou les classes de précision de la cellule de pesage ou des cellules de pesage doivent répondre aux exigences énoncées à l'égard de l'appareil dans les NAAPFNA. Par exemple, un appareil de classe III NAAPFNA peut utiliser une cellule de pesage OIML de classe C ou une cellule de pesage NTEP de classe III. Le tableau ci-dessous indique les classes de cellules de pesage appropriées pour chacune des classes d'appareils indiquées dans les NAAPFNA.

Classes de précision correspondantes

| Appareil NAAPFNA | Cellule de pesage OIML / R60 | Cellule de pesage NTEP |
|------------------|------------------------------|------------------------|
| I | A | I |
| II | B | II |
| III | C | III |
| IIII | C, D | III, IIII |
| IIIIHD | C | III, IIII |

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 4 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

2.2 Limites minimale et maximale de la température ($T_{\min/\max}$) (obligatoire)

Si aucune valeur n'est indiquée pour la cellule de pesage, alors on peut utiliser $T_{\min} = -10^{\circ} C$ et $T_{\max} = 40^{\circ} C$. La plage de températures de la cellule de pesage doit couvrir au moins la plage de températures approuvée de l'élément récepteur de charge (ERC).

2.3 Facteur de répartition - Fraction des erreurs maximales permises (p) (obligatoire)

Le facteur de répartition sert à répartir les erreurs maximales permises entre les principaux éléments de l'appareil. Les valeurs par défaut seront utilisées à moins que l'avis d'approbation ne permette d'employer des valeurs données par le fabricant.

Élément indicateur (IND)

Si l'avis d'approbation de l'élément indicateur n'indique pas de valeur pour la fraction de l'élément indicateur, alors $p_{ind} = 0,7$. La fraction doit se trouver dans la plage $0,3 \leq p_{ind} \leq 0,7$.

Cellule de pesage (LC)

Si le certificat de l'OIML ou du NTEP ne donne pas de valeur pour la fraction de la cellule de pesage, alors $p_{LC} = 0,5$. La fraction doit se trouver dans la plage $0,3 \leq p_{LC} \leq 0,7$.

Éléments transmetteurs (CON)

Les éléments transmetteurs comprennent tous les éléments, sauf l'élément indicateur et la cellule de pesage. Habituellement, il s'agit de l'élément récepteur de charge ou de l'élément de pesage. Si l'avis d'approbation de l'élément récepteur de charge ou de l'élément de pesage n'indique pas de valeur pour la fraction des éléments transmetteurs, alors $p_{con} = 0,5$. La fraction doit se trouver dans la plage $0,3 \leq p_{con} \leq 0,7$.

Nota : si des cellules de pesage approuvées ne sont pas exigées, alors $p_{LC} = 0$ et $p_{con} = 0,7$.

Facteur de répartition de l'ERC = $p_{con}^2 + p_{LC}^2$

$$ERC = (p_{con}^2 + p_{LC}^2) = (0,5^2 + 0,5^2) = 0,5$$

p. ex. $IND = p_{ind}^2 = 0,7^2 = 0,49$

$$Total = (0,5 + 0,49) = 0,99 \leq 1$$

Dans tous les cas, les fractions choisies doivent convenir à la relation $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 + \dots + p_i^2 \leq 1$, conformément aux NAAPFNA 10.

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 5 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

Si un fabricant désire utiliser d'autres valeurs que les valeurs par défaut, les nouvelles valeurs doivent être données dans l'avis d'approbation (AA) ou l'avis d'approbation (AAC) CLASS publié par Mesures Canada pour l'élément récepteur de charge et l'élément indicateur ainsi que dans le certificat de la cellule ou des cellules de pesage choisies.

2.4 Nombre d'échelons de vérification (n_{ind}) (obligatoire)

Le nombre réel d'échelons de vérification dans la configuration de l'appareil (n_i) doit être inférieur ou égal au nombre d'échelons de vérification (n_{ind}) pour lequel l'élément indicateur a été approuvé.

$$n_{ind} \geq n$$

$$(n = Max/e)$$

Pour un appareil à échelons ou à étendues multiples, cette relation doit être vraie pour chacun des échelons ou chacune des étendues.

$$n_{ind} \geq n_i$$

$$(n_i = Max_i/e_i)$$

2.5 Portée maximale de cellule de pesage (E_{max}) (obligatoire)

La portée maximale de la cellule de pesage doit être suffisante pour la configuration de l'appareil de pesage. Elle doit convenir à la relation :

$$E_{max} \geq Q \times Max \times \left(\frac{R}{N} \right)$$

Où :

E_{max} = portée de la cellule de pesage

Q = facteur de correction $Q = \left[\frac{(Max + DL + IZSR + NUD + T^+)}{Max} \right]$

Max = portée maximale de l'appareil de pesage

R = rapport de démultiplication du système de leviers

$$\text{rapport de démultiplication} = \frac{\text{force sur la cellule de pesage}}{\text{force sur l'ERC}} = \frac{1}{\text{facteur de multiplication}}$$

Nota : R=1 pour les appareils à montage direct, sans leviers

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 6 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

N = nombres de cellules de pesage dans le système

NUD = coefficient de distribution non uniforme; augmentation de la portée de la cellule pour tenir compte de la distribution non uniforme de la charge sur l'ERC.
Lorsque aucune estimation du NUD n'est fournie et que l'appareil de mesure est de fabrication standard, on peut établir le NUD au moyen d'hypothèses. Les règles suivantes peuvent être utilisées pour estimer le NUD :

- Appareil de pesage muni d'une seule cellule de pesage, ou muni de récepteurs de charges qui empêchent l'application d'une charge excentrique importante (trémie ou réservoir), ou avec une cellule de charge à un seul point : 0 % de Max
- autres appareils de pesage classiques : 20 % de Max
- systèmes de pesage embarqués, balance sur rail aérien, etc. : 50 % de Max
- Appareil de pesage à tabliers multiples: 50 % de Max

Si le NUD est supérieur à zéro, l'appareil devra être muni d'une cellule de pesage plus grande. Cette augmentation de la portée de la cellule de pesage sert à compenser la charge additionnelle exercée sur une partie de l'ERC, qui pourrait autrement endommager l'appareil. Le NUD doit être établi et indiqué par le fabricant, et peut être égal à zéro, le cas échéant.

2.6 Paramètres de la cellule de pesage (obligatoire)

2.6.1 Charge permanente minimale de la cellule de pesage (E_{min}) (obligatoire)

La charge permanente minimale produite par l'élément récepteur de charge (ERC) doit atteindre ou dépasser la charge permanente minimale acceptable de la cellule de pesage (souvent donnée en pourcentage de E_{max} ; E_{min} peut aussi être égale à zéro dans certains cas) :

$$E_{min} \leq DL \times \left(\frac{R}{N} \right)$$

2.6.2 Nombre maximal d'échelons de vérification de la cellule de pesage (n_{LC}) (obligatoire)

Pour chaque cellule de pesage, le nombre maximal d'échelons de vérification, n_{LC} , doit être supérieur au nombre d'échelons de vérification de l'appareil, n :

$$n_{LC} \geq n$$

Sur un appareil à étendues ou à échelons multiples, cette exigence s'applique à chacune des étendues de pesage:

$$n_{LC} \geq n_i$$

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 7 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

Sur un appareil à échelons multiples, le retour du signal de sortie à la charge permanente minimale, DR, doit satisfaire la relation:

$$DR \times \left(\frac{E}{E_{\max}} \right) \leq 0,5 \times e_1 \times \left(\frac{R}{N} \right)$$

ou

$$\left(\frac{DR}{E_{\max}} \right) \leq 0,5 \times \left(\frac{e_1}{Max} \right)$$

Où : $E = Max \times R/N$ est la charge partielle de la cellule de pesage lorsque l'élément récepteur de charge ou l'élément de pesage est chargé avec Max.

Solution acceptable

Lorsque DR est inconnu, satisfaire à la relation suivante constitue une solution acceptable.

$$n_{LC} \geq Max/e_1$$

(privilegié)

De plus, sur un appareil à étendues multiples, lorsque la même cellule de pesage ou les mêmes cellules de pesage sont utilisées pour plus d'une étendue, le retour du signal de sortie à la charge permanente minimale, DR, de la cellule de pesage, doit satisfaire à la relation :

$$DR \times \left(\frac{E}{E_{\max}} \right) \leq e_1 \times \left(\frac{R}{N} \right)$$

ou

$$\left(\frac{DR}{E_{\max}} \right) \leq \left(\frac{e_1}{Max} \right)$$

Solution acceptable

Lorsque DR est inconnu, satisfaire à la relation suivante constitue une solution acceptable.

$$n_{LC} \geq 0,4 \times \left(\frac{Max_1}{e_1} \right)$$

(privilegié)

2.7 Échelon de vérification minimal de la cellule de pesage (v_{\min}) (obligatoire)

L'échelon de vérification minimal, v_{\min} , ne doit pas dépasser l'échelon de vérification, e, multiplié par le rapport de démultiplication (R) du dispositif transmetteur de charge, et divisé par la racine carrée du nombre de cellules de charge (N), s'il y a lieu :

$$v_{\min} \leq e \times \left(\frac{R}{\sqrt{N}} \right)$$

Nota : v_{\min} s'exprime en unités de masse. La formule s'applique tant aux cellules analogiques qu'aux cellules numériques.

Sur un appareil à étendues multiples, ou sur un appareil à échelons multiples, lorsque la même cellule de pesage sert pour plus d'une étendue, il faut remplacer e par e_1 .

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 8 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

2.8 Données électriques relatives à l'appareil de pesage (obligatoire)

Le signal réel produit par la cellule de pesage pour chaque échelon de vérification, Δu , doit être supérieur à la tension minimale d'entrée par échelon de vérification de l'indicateur (Δu_{\min}).

Le signal par échelon de vérification, Δu , se calcule comme suit :

$$\Delta u = \left(\frac{C}{E_{\max}} \right) \times U_{exc} \times \left(\frac{R}{N} \right) \times e$$

Où :

| | | |
|-------------------|-------------|--|
| C | (mV) | la tension de sortie nominale de la cellule de pesage à la tension d'excitation maximale (U_{exc}) |
| U_{exc} | (V) | la tension d'excitation de la cellule de pesage (la tension nominale réellement utilisée) |
| R | | le rapport de démultiplication du dispositif transmetteur de charge (avec leviers) |
| N | | le nombre de cellules utilisées |
| Δu_{\min} | (μV) | la tension d'entrée minimale par échelon de vérification de l'indicateur |
| e | | l'échelon de vérification |

pour les appareils de pesage à étendues ou à échelons multiples, $e = e_1$

2.9 Résistance d'entrée d'une cellule de pesage (R_{LC}) (optionnel)

La résistance d'entrée d'une cellule de pesage, R_{LC} , est limitée par la R_L de l'élément indicateur :

$$R_{L \min} \leq \left(\frac{R_{LC}}{N} \right) \leq R_{L \max}$$

| | | |
|--------------|-----|--|
| $R_{L \min}$ | (W) | impédance minimale de la cellule de pesage |
| $R_{L \max}$ | (W) | impédance maximale de la cellule de pesage |
| R_{LC} | (W) | impédance réelle de la cellule de pesage |
| N | | nombre de cellules de pesage |

Nota : $R_{L \min}$ et $R_{L \max}$ sont les limites de la plage d'impédance admissible de l'indicateur électronique; l'impédance réelle des cellules de pesage raccordées doit se trouver dans cette plage.

Si elle n'est pas donnée dans l'avis d'approbation, cette information sera tirée de la fiche technique du fabricant de l'appareil utilisé.

2.10 Câble de raccordement (optionnel)

L'ajout d'une longueur de câble supplémentaire entre l'indicateur et une cellule de pesage analogique ou entre l'indicateur et une boîte de raccordement n'est permise que si l'indicateur est muni d'un système à six fils complet (avec des fils de détection).

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 9 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

Si l'avis d'approbation d'un appareil donne une valeur pour le rapport entre la longueur du câble et la section d'un fil (en m/mm^2), ou une impédance maximale pour le câble, pour un matériau donné (cuivre, aluminium, etc.), il faut tenir compte de ce critère lors de l'installation du système.

La longueur des câbles de cellules de pesage ne devrait jamais être modifiée.

Nota : Lorsque des parafoudres ou des barrières de sécurité intrinsèque sont utilisées dans des appareils antidéflagrants, la tension d'excitation de la cellule de pesage devrait être mesurée afin de vérifier qu'elle permet d'atteindre la tension d'entrée minimale par échelon de vérification (Δu_{min}) de l'indicateur.

2.11 Indications (obligatoire)

Pour les appareils de pesage à fonctionnement non automatique, voir le document Manuel de l'inspecteur - Appareils de pesage à fonctionnement non automatique, MEN-03 - Marquage.

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 10 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

Pour tous les autres appareils, voir le tableau ci-dessous :

| Marquages exigés sur les cellules de pesage | | | | |
|--|---|-------------|----------|-------------|
| Élément | Marquage | NTEP/Pub 14 | OIML/R60 | MC |
| 1 | Nom ou marque de commerce du fabricant | 1 (G-S.1) | 1 | 1 |
| 2 | Modèle du fabricant | 1 (G-S.1) | 1 | 1 |
| 3 | Numéro de série | 1 (G-S.1) | 1 | 1 |
| 4 | Année de fabrication | S.O. | 2 | 3 |
| 5 | Numéro de certificat | 1(G-S.1) | 2 | 2 |
| 6 | Classe de précision OIML ou NTEP | 2 | 1 | 2 |
| 7 | Plage de températures (sauf si égale à -10 °C à 40 °C) | 2 | 2 | 2 |
| 8 | Nombre maximal d'échelons de vérification (n_{max}) | 2 | 2 | 2 |
| 9 | Indication - cellule simple ou cellules multiples | 2 | S.O. | S.O. |
| 10 | Sens de la charge (si ce n'est pas clair) | 2 | 2 | 2 |
| 11 | Charge permanente minimale (E_{min}) | 2 | 2 | 2 |
| 12 | Portée maximale de la cellule (E_{max}) | 2 | 1 | 2 |
| 13 | Charge limite de sécurité de la cellule (E_{lim}) | 2 | 2 | 2 |
| 14 | Nombre minimal d'échelons de vérification (V_{min}) | 2 | 2 | 2 |
| 15 | Classification (essai d'humidité) | S.O. | 2 | 3 |
| 16 | Caractéristiques électriques (sensibilité, impédance, etc.) | S.O. | 2 | 3 |
| 17 | Facteur de répartition (p_{LC}) | S.O. | 2 | 3 |
| 18 | V_{min} relatif (« Y ») | S.O. | 3 | 3 |
| 19 | DR relatif (« Z ») | S.O. | 3 | 3 |

Applicable aux cellules de pesage à jauges de déformation seulement.

| | | |
|--|--------------------|---------------------------------------|
| Catégorie : MASSE | Révision: c | Page : 11 de 11 |
| Remplace : Approbation de cellules de pesage - Manuel d'évaluation sur le terrain et en laboratoire | | Entrée en vigueur : 2012-01-01 |

Pour les cellules numériques, la valeur numérique de sortie à E_{max} sera indiquée au lieu de la tension nominale de sortie de la cellule (mV/V)

Légende

- 1 - Doit être indiquée sur la cellule
- 2 - Doit être disponible (sur la cellule ou dans la documentation qui l'accompagne)
- 3 - Renseignement facultatif
- S.O. - Sans objet

Documents de référence

- G-S.1 National Institute for Standards & Technology (NIST) des États Unis. Handbook 44, General Code, S.1
- Pub 14 National Type Evaluation Program (NTEP) des États-Unis. Publication 14
- R60 Organisation internationale de métrologie légale. OIML R60
- MC Exigences de Mesures Canada

3.0 Révisions

Version 1.00c - janvier 2012

Correction de la formule dans la section 2.7.

Version 1.00b - 10 juin 2011

Révision du tableau 2.1.

Version 1.00 - 1^{er} janvier 2011

Version original.

