
Humidimètres pour grains de céréales
et graines oléagineuses.

Partie 1: Exigences métrologiques et techniques

Moisture meters for cereal grains and oilseeds.

Part 1: Metrological and technical requirements



Sommaire

Avant-propos	4
Introduction	5
1 Domaine d'application	6
1.1 Exigences et essais.....	6
1.2 Affichage	6
1.3 Application	6
1.4 Catégorie d'instrument de mesure	6
1.5 Nouvelle technologie	6
2 Terminologie	6
2.1 Terminologie issue de l'OIML V 2-200	6
2.2 Terminologie de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML)	9
2.3 Autre terminologie.....	10
2.4 Abréviations and acronymes.....	12
2.5 Autres symboles et indices utilisés dans les équations	12
3 Unités de mesure.....	13
3.1 Taux d'humidité	13
4 Exigences métrologiques	13
4.1 Grandeurs d'influence	13
4.2 Conditions assignées de fonctionnement.....	14
4.3 Méthode de référence	14
4.4 Erreurs maximales tolérées (EMT).....	15
4.5 Exigences d'exactitude et de précision.....	16
4.6 Etendue de température de fonctionnement de l'instrument	16
4.7 Etendue de température de l'échantillon	16
5 Exigences techniques	16
5.1 Grains et étendues minimum d'humidité.....	16
5.2 Sélection du grain sur l'instrument.....	17
5.3 Taille minimum de l'échantillon	17
5.4 Détermination de la quantité et de la température	17
5.5 Temps de préchauffe de l'instrument	17
5.6 Affichage digital et éléments d'enregistrement	17
5.7 Stockage des données	17
5.8 Stockage externe des données	18
5.9 Fabrication des humidimètres.....	18
5.10 Inscriptions	18
5.11 Etendue de température ambiante opérationnelle.....	19
5.12 Disposition relative au scellement et à la sécurité de l'étalonnage.....	19
5.13 Manuel du fabricant.....	20
5.14 Visibilité de l'humidimètre et des opérations de mesurage.....	20
5.15 Alimentation	20
5.16 Instruments fonctionnant sur batteries.....	20
5.17 Indicateurs de niveau	21
5.18 Instruments électroniques contrôlés par un logiciel et sécurité	21
6 Bibliographie.....	24
Annexe A Principes de scellement (Informative)	31

Avant-propos

L'organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML) est une organisation intergouvernementale mondiale dont l'objectif principal est d'harmoniser les réglementations et contrôles métrologiques mis en œuvre par les services nationaux de métrologie, ou organismes apparentés, de ses Etats Membres.

Les principales catégories de publication de l'OIML sont :

- **Les Recommandations Internationales (OIML R)**, qui sont des modèles de réglementations fixant les caractéristiques métrologiques d'instruments de mesure et les méthodes et moyens de contrôle de leur conformité ; les États Membres de l'OIML doivent, dans la mesure du possible, mettre en application ces Recommandations ;
- **Les Documents Internationaux (OIML D)**, qui sont de nature informative et destinés à harmoniser et à améliorer le travail dans le domaine de la métrologie légale ;
- **Les Guides Internationaux (OIML G)**, qui sont également de nature informative et qui sont destinés à donner des directives pour la mise en application à la métrologie légale de certaines exigences ; et
- **Les Publications de Base Internationales (OIML B)**, qui définissent les règles de fonctionnement des différentes structures et systèmes OIML.

Les projets de Recommandations, Documents et Guides OIML sont élaborés par des Groupes de Projets reliés aux Comités Techniques ou Sous-Comités Techniques composés de représentants d'États Membres de l'OIML. Certaines institutions internationales et régionales y participent également à titre consultatif. Des accords de coopération ont été conclus entre l'OIML et certaines institutions, telles que l'ISO et la CEI, pour éviter des prescriptions contradictoires. En conséquence, les fabricants et utilisateurs d'instruments de mesure, les laboratoires d'essais, etc. peuvent appliquer simultanément les publications OIML et celles d'autres institutions.

Les Recommandations Internationales, Documents, Guides et publications de base sont publiés en anglais (E), traduites en français (F) et sont révisés périodiquement. De plus, l'OIML publie ou participe à la publication de **Vocabulaires (OIML V)** et mandate périodiquement des experts en métrologie légale pour rédiger des **Rapports d'Expert (OIML E)**. Les Rapports d'Expert sont destinés à fournir des informations et conseils, et reflètent uniquement le point de vue de leur auteur, en dehors de toute participation d'un Comité Technique ou d'un Sous-Comité Technique, ou encore de celle du CIML. Ainsi, ils ne reflètent pas nécessairement l'opinion de l'OIML.

Cette publication – référence OIML R 59-1 édition 2016 (F) – a été élaborée par le Groupe de Projet 1 du Sous-comité Technique TC 17/SC 1 de l'OIML *Humidité*. Elle a été approuvée pour publication finale par le Comité International de Métrologie Légale en 2016 et a été soumise à la Conférence Internationale de Métrologie Légale en 2016 pour sanction formelle. Elle remplace la version précédente qui date de 1984.

Les Publications de l'OIML peuvent être téléchargées depuis le site internet de l'OIML sous la forme de fichiers PDF. Des informations complémentaires sur les Publications OIML peuvent être obtenues au siège de l'Organisation :

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

Introduction

¹La teneur en eau est l'un des éléments de mesure les plus importants de la qualité du grain, d'une part en raison de la relation directe entre la part d'eau dans le poids total du produit et sa valeur économique, et d'autre part du fait que l'humidité détermine en grande partie la vitesse de dégradation du grain pendant la manutention et le stockage. Le grain se vend au poids. L'évaluation précise de l'humidité du grain permet un ajustement adéquat de son prix.

¹Si le taux d'humidité dépasse le niveau au-dessus duquel le stockage s'effectue dans des conditions de sécurité, le grain doit être séché jusqu'à atteindre un niveau acceptable. Le coût du séchage en énergie et en manutention, ainsi que la diminution du poids total de grain pendant le séchage, ont pour conséquence de faire baisser le prix du grain à forte teneur en eau de manière substantielle. De plus, si le grain est trop sec, son prix au poids sera diminué. Cette diminution se justifie en partie par une tendance plus forte des grains trop secs à casser lors de la manutention. Les diminutions directes du prix du grain humide ainsi que les pertes indirectes (dûes à la perte de poids au séchage) du grain sec sont des motivations très importantes pour livrer un grain présentant un taux d'humidité aussi proche que possible des niveaux de stockage sécuritaires établis. L'importance de la teneur en eau est telle que son niveau est déterminé pratiquement à chaque fois que le grain est acheté ou vendu.

De nombreuses technologies ont été utilisées pour mesurer rapidement la teneur en eau du grain. Les techniques rapides indirectes utilisent des mesures physiques (comme les mesures électriques ou optiques) et prédisent le taux d'humidité par des équations ou graphiques d'étalonnage. Ces étalonnages peuvent varier en raison des différences entre les variétés de récoltes ou des variations saisonnières des conditions climatiques. Inévitablement, la présence d'autres éléments dans l'échantillon ou la géométrie particulière de certains échantillons interfère avec le signal renvoyé par l'eau. Généralement, la température affecte à la fois le signal de l'eau et les signaux interférents. Par conséquent, les équations d'étalonnage tentent d'équilibrer au mieux les résultats entre les paramètres mesurés et la teneur en eau définie par une méthode de référence du taux d'humidité acceptable. Le mesurage précis de l'humidité du grain repose sur le fait d'arriver à dépasser les effets des facteurs interférents comme la densité, la température, la composition chimique et les impuretés.

Cette version 2016 de la Recommandation R 59 de l'OIML comporte d'importantes modifications par rapport à la version de 1984, notamment pour faire état des nouvelles technologies de mesurage ainsi que des nouveaux aspects de l'analyse du grain à proprement parler.

Comme mentionné précédemment, les humidimètres pour grains ne mesurent pas directement l'humidité. Le mesurage se fait au moyen de prédictions par équations d'étalonnage à partir de la réponse électrique ou optique de l'humidité contenue dans un type de grain. Ces appareils doivent donc être étalonnés de manière à prévoir les mesures nécessaires pour chaque type de grain mesuré. Les grains varient en fonction des saisons, et les types de grains peuvent être très différents d'un pays à l'autre ; par conséquent, un programme permettant de prendre en charge les mises à jour d'étalonnage est nécessaire pour s'assurer que l'étalonnage de l'humidimètre correspond bien à la récolte mesurée. Si les instruments hydrométriques sont vendus dans d'autres pays, les étalonnages devront être vérifiés dans lesdits pays pour s'assurer qu'ils correspondent bien aux types grains mesurés de ce pays. Cette Recommandation ne traite pas des programmes d'étalonnage permanents pour ce type d'instruments. Ce type de programmes peut être soumis à des contrôles métrologiques de la part des organismes nationaux responsables.

¹ *An Investigation of the Nature of the Radio Frequency Dielectric Response in Cereal Grains and Oilseeds with Engineering Implications for Grain Moisture Meters, A Dissertation in Physics and Engineering*, David B. Funk, Ph.D., D.H.C.

Humidimètres pour grains de céréale et graines oléagineuse

Partie 1 : Exigences métrologiques et techniques

1 Domaine d'application

1.1 Exigences et essais

La présente Recommandation décrit les exigences métrologiques et technologiques, les méthodes de vérification et les erreurs maximales tolérées pour l'approbation de type des humidimètres pour grains utilisés lors des transactions de grains de céréales et de graines oléagineuses.

1.2 Affichage

La présente Recommandation s'applique aux humidimètres automatiques à affichage digital qui indiquent directement la teneur en eau.

1.3 Application

La présente Recommandation s'applique aux instruments de mesure de l'humidité qui évaluent la teneur en eau par des moyens physiques indirects (par exemple par des capteurs électriques ou optiques). Elle ne s'applique pas aux méthodes par séchages ou à toute autre technologie de mesure directe de l'humidité. Cependant, ces technologies peuvent être considérées comme acceptables si leurs résultats sont conformes aux exigences de la présente Recommandation.

1.4 Catégorie d'instrument de mesure

La présente Recommandation s'applique aux humidimètres pour grains qui mesurent la teneur en eau dans des échantillons d'un volume fixe représentatif. Elle ne s'applique pas aux appareils utilisés pour la mesure en mouvement de la teneur en eau de grains ou graines.

1.5 Nouvelle technologie

La présente Recommandation spécifie les caractéristiques de performances de l'instrument et n'a pas pour objectif d'exclure l'application de nouvelles technologies de mesure de la teneur en eau du grain.

2 Terminologie

2.1 Terminologie issue de l'OIML V 2-200 Vocabulaire International de Métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM) [1], et de l'OIML V 1 Vocabulaire International de Métrologie Légale (VIML) [2]

2.1.1 ajustage [VIM 3.11]

ensemble d'opérations réalisées sur un système de mesure pour qu'il fournisse des indications prescrites correspondant à des valeurs données des grandeurs à mesurer

Note additionnelle: modification de la valeur de tout paramètre d'étalonnage verrouillable ou de tout paramètre de configuration verrouillable d'un appareil.

2.1.2 exactitude; exactitude de mesure [VIM 2.13]

étroitesse de l'accord entre une valeur mesurée et une valeur vraie d'un mesurande

Note 1: L'exactitude de mesure n'est pas une grandeur et ne s'exprime pas numériquement. Un mesurage est quelquefois dit plus exact s'il fournit une plus petite erreur de mesure.

Note 2: Il convient de ne pas utiliser le terme "exactitude de mesure" pour la justesse de mesure et le terme "fidélité de mesure" pour l'exactitude de mesure. Celle-ci est toutefois liée aux concepts de justesse et de fidélité.

Note 3: L'exactitude de mesure est quelquefois interprétée comme l'étroitesse de l'accord entre les valeurs mesurées qui sont attribuées au mesurande.

2.1.3 étalonnage [VIM 2.39]

opération qui, dans des conditions spécifiées, établit en une première étape une relation entre les valeurs et les incertitudes de mesure associées qui sont fournies par des étalons et les indications correspondantes avec les incertitudes associées, puis utilise en une seconde étape cette information pour établir une relation permettant d'obtenir un résultat de mesure à partir d'une indication

Note 1: Un étalonnage peut-être exprimé sous la forme d'un énoncé, d'une fonction d'étalonnage, d'un diagramme d'étalonnage, d'une courbe d'étalonnage ou d'une table d'étalonnage. Dans certains cas, il peut consister en une correction additive ou multiplicative de l'indication avec une incertitude de mesure associée.

Note 2: Il convient de ne pas confondre l'étalonnage avec l'ajustage d'un système de mesure, souvent appelé improprement « auto-étalonnage », ni avec la vérification de l'étalonnage.

Note 3: La seule première étape dans la définition est souvent perçue comme étant l'étalonnage.

2.1.4 matériau de référence certifié; CRM [VIM 5.14]

matériau de référence, accompagné d'une documentation délivrée par un organisme faisant autorité et fournissant une ou plusieurs valeurs de propriétés spécifiées avec les incertitudes et les traçabilités associées, en utilisant des procédures valables

2.1.5 erreur maximale autorisée (EMA) (limite d'erreur) [VIM 4.26]

valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une valeur de référence connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné

Note 1: Les termes « erreur maximale tolérées » ou « limites d'erreur » sont généralement utilisées lorsqu'il y a deux valeurs extrêmes.

Note 2: Il convient de ne pas utiliser le terme « tolérance » pour désigner « erreur maximale autorisée ».

Note additionnelle: Les EMT au point 4.4.2 de la présente Recommandation sont des erreurs associées à un appareil utilisé sur le marché. Les erreurs pour les procédures de test de l'OIML sont basées sur le point 4.4.1.

2.1.6 erreur de mesure (erreur) [VIM 2.16]

différence entre la valeur mesurée d'une grandeur et une valeur de référence

Note 1: Le concept d'erreur peut être utilisé

- (a) lorsqu'il existe une valeur de référence unique à laquelle se rapporter, ce qui a lieu si on effectue un **étalonnage** au moyen d'un **étalon** dont la **valeur mesurée** a une **incertitude de mesure** négligeable ou si on prend une **valeur conventionnelle**, l'erreur étant alors connue,
- (b) si on suppose le **mesurande** représenté par une **valeur vraie unique** ou un ensemble de valeurs vraies d'étendue négligeable, l'erreur étant alors inconnue

Note 2: Il convient de ne pas confondre l'erreur de mesure avec une erreur de production ou une erreur humaine.

2.1.7 répétabilité de mesure (répétabilité) [VIM 2.21]

fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de répétabilité

2.1.8 reproductibilité de mesure (reproductibilité) [VIM 2.25]

fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de reproductibilité

Note: des termes statistiques pertinents sont indiqués dans ISO 5725-1:1994 et ISO 5725-2:1994.

Note additionnelle: Dans la présente Recommandation, la reproductibilité de mesures entre des instruments du même type dans les conditions de référence est évaluée par l'écart-type des différences (SDD). La reproductibilité des mesures provenant d'un même instrument lorsque certains facteurs d'influence varient est évaluée par l'étendue de la dérive de l'erreur du défaut.

2.1.9 condition assignée de fonctionnement [VIM 4.9]

condition de fonctionnement qui doit être satisfaite pendant un mesurage pour qu'un instrument de mesure ou un système de mesure fonctionne conformément à sa conception

Note: Les conditions assignées de fonctionnement spécifient généralement des intervalles de valeurs pour la grandeur mesurée et pour les grandeurs d'influence.

2.1.10 condition de référence [VIM 4.11]

conditions de fonctionnement prescrites pour évaluer les performances d'un instrument de mesure ou d'un système de mesure ou pour comparer des résultats de mesure

Note 1: Les conditions de fonctionnement de référence spécifient des intervalles de valeurs du mesurande et des grandeurs d'influence.

Note 2: Dans la CEI 60050-300, n° 311-06-02, le terme « condition de référence » désigne une condition de fonctionnement dans laquelle l'incertitude instrumentale spécifiée est la plus petite possible.

2.1.11 valeur de référence [VIM 5.18]

valeur d'une grandeur servant de base de comparaison pour les valeurs de grandeurs de même nature

2.1.12 condition de répétabilité [VIM 2.20]

condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent la même procédure de mesure, les mêmes opérateurs, le même système de mesure, les mêmes conditions de fonctionnement et le même lieu, ainsi que des mesurages répétés sur les mêmes objets ou des objets similaires pendant une courte période de temps

Note 1: Une condition de mesurage n'est une condition de répétabilité que par rapport à un ensemble donné de conditions de répétabilité.

Note 2: En chimie, on utilise parfois le terme « condition de fidélité intra-série » pour désigner ce concept.

2.1.13 condition de reproductibilité [VIM 2.24]

conditions de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent de lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires

Note 1: Les différents systèmes de mesure peuvent utiliser des procédures de mesures différentes.

Note 2: Il convient qu'une spécification relative aux conditions contienne, dans la mesure du possible, les conditions que l'on fait varier et celles qui restent inchangées.

2.1.14 approbation de type [VIML 2.05]

décision de portée légale, basée sur la revue du rapport d'évaluation, selon laquelle le type d'instrument de mesure satisfait aux exigences réglementaires applicables et conduit à la délivrance du certificat d'approbation de type

Note: Voir aussi VIML A.25

2.1.15 évaluation de type (modèle) [VIML 2.04]

Procédure d'évaluation de la conformité d'un ou plusieurs exemplaires d'un type (modèle) identifié d'instrument de mesure conduisant à l'établissement d'un rapport d'évaluation et/ou certificat d'évaluation

Note: « Modèle » est utilisé en métrologie légale avec la même signification que « type » ; dans les définitions ci-après, seul « type » est utilisé.

2.1.16 vérification des instruments de mesure [VIML 2.09]

procédure d'évaluation de la conformité (autre que l'approbation de type) qui conduit à l'apposition d'une marque de vérification et/ou à la délivrance d'un certificat de vérification

Note: Voir aussi OIML V2-200:2010, 2.44.

2.2 Terminologie de l'Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML)

2.2.1 registre de l'historique [OIML D 31, 3.1.2]

fichier continu de données contenant un enregistrement horodaté des événements, par exemple des changements de valeurs des paramètres d'un dispositif, ou les mises à jour d'un logiciel, ou toute autre activités réglementaires pertinentes qui pourraient influencer les caractéristiques métrologiques

2.2.2 moyens cryptographiques [OIML D 31, 3.1.11]

cryptage des données par l'émetteur (le programme de stockage ou de transmission) et décryptage par le récepteur (programme de lecture) avec pour objectif la dissimulation des informations aux personnes non autorisées.

Signer électroniquement des données dans le but de permettre au récepteur ou utilisateur des données de vérifier l'origine de ces données, i.e. de prouver leur authenticité.

2.2.3 défaut [OIML D 11, 3.10]

[en référence à un étalon de mesure certifié]: différence entre l'erreur d'indication [pendant ou après l'exposition à une perturbation] et l'erreur intrinsèque d'un instrument de mesure

Note 1: Principalement, un défaut est le résultat d'une modification non désirée des données contenues dans ou transitant par un instrument de mesure électronique

Note 2: De la définition, il s'ensuit qu'un « défaut » est une valeur numérique exprimée soit en une unité de mesure soit en une valeur relative

Note additionnelle: En dehors de l'utilisation d'un standard de mesure certifié, un défaut est la différence entre une indication unique pendant ou après une perturbation et l'indication moyenne aux conditions de référence antérieures au test.

2.2.4 erreur intrinsèque [OIML D 11, 3.8]

erreur d'indication déterminée dans les conditions de référence

2.2.5 réglementairement pertinent [OIML D 31, 3.1.29]

logiciel/matériel/donnée ou partie du logiciel/matériel/donnée d'un instrument de mesure qui interfère avec les propriétés réglementées par la métrologie légale, par exemple l'exactitude de mesure ou le fonctionnement correct de l'instrument de mesure

2.2.6 réseau ouvert [OIML D 31, 3.1.35]

réseau à participations arbitraires (dispositifs électroniques ayant des fonctions arbitraires). Le nombre, l'identité et l'emplacement d'un participant peuvent être dynamiques et inconnus des autres participants, à la différence d'un réseau fermé [D 31, 3.1.6] qui est un réseau composé d'un nombre fixe de participants ayant une identité, une fonctionnalité et un emplacement connus

2.2.7 ordinateur universel [OIML D 31, 3.1.54]

ordinateur qui n'est pas construit pour une tâche spécifique mais qui peut être adapté aux fonctions métrologiques à l'aide d'un logiciel. En général, ce logiciel est basé sur un système d'exploitation qui permet le chargement et l'exécution de logiciels, à des fins spécifiques

2.2.8 validation (de logiciel) [OIML D 31, 3.1.56]

confirmation par l'examen et la fourniture de preuves objectives (par exemple des informations dont la véracité peut être démontrée, basées sur des faits obtenus lors d'observations, mesurages, essais, etc.) que les exigences particulières pour l'usage spécifique prévu sont respectées. Dans le cas présent, ces exigences sont celles de la présente Recommandation

2.3 Autre terminologie

2.3.1 exactitude de l'étalonnage de l'humidité du grain ; exactitude d'étalonnage

caractéristique de performance d'un étalonnage évalué dans des conditions de référence

Note additionnelle: L'évaluation nécessite le calcul de $\bar{y}$, moyenne des différences entre les indications de l'humidimètre et la méthode de référence, et de l'écart-type des différences (SDD) entre l'humidimètre et la méthode de référence pour chacun des intervalles de 2 % d'humidité qui représente l'écart-type de l'erreur de mesure au sein du même groupe d'échantillons. Voir le paragraphe A.1.2 de la R 59-2, pour le calcul de $\bar{y}$ et du SDD à partir des valeurs mesurées.

Les valeurs limites pour $\bar{y}$ et pour le SDD indiquées à la colonne 2 du tableau 4.4.1, doivent être respectées pour qu'un étalonnage soit considéré comme suffisamment exact.

2.3.2 Dérive de l'erreur moyenne

moyenne algébrique des valeurs issues d'erreurs calculées à partir d'échantillons du même type de grain comportant des niveaux d'humidité différents. La « moyenne » ainsi calculée est une valeur indicative de la variation moyenne sur une étendue de mesure définie, par opposition à la variation des valeurs mesurées à un endroit précis de l'étendue.

Note: Dans la présente Recommandation, il n'est fait référence à une valeur « moyenne » que dans le cas de moyennes de mesures répétées, c'est à dire la moyenne des valeurs mesurées sur le même échantillon test (généralement recueillies dans des conditions de répétabilité).

2.3.3 batterie auxiliaire

batterie qui est

- (a) incluse dans ou connectée à un instrument pouvant également être alimenté par le secteur, et
- (b) capable d'alimenter intégralement l'instrument pendant une durée raisonnable

2.3.4 batterie de secours

batterie dont le but est d'alimenter des fonctions spécifiques d'un instrument en l'absence d'une source principale d'alimentation, par exemple pour conserver des données enregistrées.

2.3.5 équation d'étalonnage; étalonnage

ensemble de coefficients d'étalonnage d'un type de grain permettant de convertir les données brutes d'un instrument en une mesure de la teneur en eau

Note: ces deux termes sont utilisés dans le même contexte que le terme « fonction d'étalonnage » cité dans la Note 1 du point 2.39. du VIM

2.3.6 dispositif de vérification

dispositif inclus dans un instrument de mesure qui permet la détection et la prise en charge de défauts significatifs

Note: Le terme « prise en charge » renvoie à toute réponse adéquate de l'instrument de mesure (signal lumineux, sonore, blocage du processus de mesure, etc.).

2.3.7 dispositif d'activation/désactivation verrouillable

dispositif pouvant être scellé physiquement, tel qu'un interrupteur à deux positions, situé sur un appareil configurable à distance, qui active et désactive la capacité à recevoir des valeurs d'ajustage ou des modifications des paramètres de configuration protégés par scellement depuis un appareil à distance

2.3.8 dérive de l'erreur

par rapport à un étalon de mesure certifié : différence entre l'erreur moyenne d'indication lorsqu'une ou plusieurs grandeurs d'influence varient dans les conditions assignées de fonctionnement, et l'erreur intrinsèque moyenne de l'instrument de mesure. Voir 4.4.1 pour les dérives d'erreur lors des tests des humidimètres pour grain

Note: En dehors des conditions assignées de fonctionnement, la marge d'erreur est la différence entre deux valeurs mesurées : l'indication dans les conditions assignées de fonctionnement et l'indication moyenne dans les conditions de références antérieures au test.

2.3.9 grain

dans le cadre de la présente Recommandation, le terme « grain » signifie graines oléagineuses, légumineuses et grains de céréales

2.3.10 intégrité des programmes, données ou paramètres

garantie que les programmes, données ou paramètres n'ont pas été soumis à des modifications non autorisées ou non intentionnelles lors de leur utilisation, manutention, stockage, réparation ou maintenance

2.3.11 taux d'humidité sur brut

pourcentage d'humidité de la masse totale d'un échantillon de grain

2.3.12 humidimètre

instrument mesurant un paramètre (électrique, optique, etc.) pour déterminer le taux d'humidité d'un grain à l'intérieur des limites d'erreur spécifiées

2.3.13 sensibilité de l'échantillon à la température (STS)

écart de mesure (par rapport aux valeurs d'humidités relevées dans les conditions de référence) résultant de l'étendue de température de l'échantillon de grain autorisée pour les mesures commerciales

Note: La STS se contrôle par des étalonnages de la teneur en eau approuvés. Pendant la mesure, la valeur de la dérive de l'erreur moyenne résultant des variations admises de température est plafonnée.

2.3.14 défaut significatif [VIML 5.14]

défaut plus grand que la valeur spécifiée dans la présente Recommandation (voir 4.4.1)

Note: La présente Recommandation peut indiquer que les défauts suivants ne sont pas significatifs même quand ils excèdent la valeur définie au point 4.4.1. :

- (a) défauts provenant de causes simultanées et mutuellement indépendantes (par exemple champs électromagnétiques et décharges) dans un instrument ou dans ses systèmes de contrôle;
- (b) défauts rendant impossible l'accomplissement de tout mesurage ;
- (c) défauts transitoires provenant de variations momentanées de l'indication, qui ne peuvent être interprétées, mises en mémoire ou transmises comme un résultat de mesurage;
- (d) défauts provoquant des variations du résultat de mesurage suffisamment importantes pour être identifiées par tous ceux intéressés par le résultat du mesurage ; la Recommandation applicable peut spécifier la nature de ces variations.

2.4 Abréviations and acronymes

AC	courant alternatif
DC	courant continu
EM	électromagnétique
CEM	compatibilité électromagnétique
e.m.f.	force électromotrice
DES	décharge électrostatique
ESE	équipement sous essai
CEI	Commission Electrotechnique Internationale
ISO	Organisation Internationale de Normalisation
M	humidité de référence
EMT	erreur maximale tolérée
OIML	Organisation Internationale de Métrologie Légale
RF	fréquence radio
RH	humidité relative
SD	écart-type [Voir R 59-2, A.1.3]
SDD	écart-type des différences [Voir R 59-2, A.1.2]
STS	sensibilité de l'échantillon à la température [Voir R 59-2, A.3]
t	température réelle lors d'un test
t_{ref}	température de référence lors d'un test
Δt	étendue de la différence de température entre un échantillon et un instrument à $T_{t_{\text{ref}}}$
t_c	température environnementale minimum spécifiée par l'organe national responsable pour les tests type
t_H	température environnementale maximum spécifiée par l'organe national responsable pour les tests type
$\bar{y}$	moyenne de la différence entre les indications de l'humidimètre et la méthode de référence (voir R 59-2, 2.3.1 et R 59-2, 3.13.11)

2.5 Autres symboles et indices utilisés dans les équations

Les symboles et indices additionnels sont définis dans la Recommandation R 59-2, Annexe A *Procédure d'essai* pour chaque équation associée à chaque essai.

3 Unités de mesure

3.1 Taux d'humidité

L'unité de mesure du taux d'humidité d'un échantillon de grain, qui doit être indiquée par un humidimètre, est le pourcentage d'humidité par rapport à la masse. L'humidité de référence (M) est exprimée par le pourcentage de masse perdue de l'échantillon tel que défini par la méthode de référence. L'équation ci-dessous représente le taux d'humidité:

$$M = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100\%$$

où m_0 représente la masse originelle de l'échantillon et m_1 représente la masse finale de l'échantillon.

4 Exigences métrologiques

4.1 Grandeurs d'influence

4.1.1 Conditions de référence

- (a) Température ambiante : 20 °C à 27 °C
- (b) Humidité relative : 30 % à 70 %
- (c) Pression atmosphérique : 86 kPa à 106 kPa
- (d) Tension d'alimentation : tension secteur nominale ou tension d'essai, V_{nom} ou U_{nom}
- (e) Fréquence d'alimentation : fréquence nominale, F_{nom}
- (f) Inclinaison de l'instrument : à niveau à $0^\circ \pm 0.1^\circ$

Note: Pendant les essais, t_{ref} et RH_{ref} ne doivent jamais varier respectivement de plus de $\pm 2^\circ \text{C}$ et $\pm 10\%$ dans la limite de leur domaine acceptable.

4.1.2 Domaines de perturbation des essais

- (a) creux de tension en courant alternatif, interruptions brèves et variations de tension: réduction à 0 % (0,5 cycle), réduction à 0 % (1 cycle), réduction à 70 % (25 / 30(1) cycles), réduction à 0 % (250 / 300⁽¹⁾ cycles).
- (b) Salves (transitoires) sur l'alimentation en courant alternatif : Amplitude 1 kV, taux de répétition 5 kHz
- (c) Champs à radiofréquences rayonnées, champs électromagnétiques : 26 MHz – 2 GHz, 10 V/m
- (d) Champs à radiofréquences conduites : 0.15 MHz – 80⁽²⁾ MHz, 10 V (e.m.f.)
- (e) Décharge électrostatique –application directe: jusqu'à 6 kV (décharge par contact)
- (f) Décharge électrostatique –application indirecte: jusqu'à 8 kV (décharge dans l'air)
- (g) Température de stockage (conditions de transport extrêmes) : entre -20°C et 50°C ou plus tel que spécifié par l'organisme national responsable.

Note 1: Le nombre de cycles s'applique pour les fréquences de 50 Hz / 60 Hz respectivement.

Note 2: Les tests allant jusqu'à 26 MHz sont autorisés. Les conditions sont spécifiées dans la Recommandation R 59-2, A.4.4.

4.2 Conditions assignées de fonctionnement

Tout instrument de mesure doit être conçu et produit de manière à ce que ses erreurs n'excèdent pas les EMT des vérifications initiales telles que définies au paragraphe 4.4.2 quand ils sont utilisés dans les conditions de fonctionnement définies ci-dessous :

- (a) Température ambiante : 10 °C à 30 °C ⁽¹⁾
 - (b) Humidité relative : jusqu'à 85 % sans condensation
 - (c) Pression atmosphérique : 86 kPa à 106 kPa (ou suivant les spécifications de l'organisme national responsable)
 - (d) Tension d'alimentation : -15 % à +10 % de la tension secteur ou de la tension d'essai
 - (e) Fréquence d'alimentation : fréquence nominale, F_{nom}
 - (f) Inclinaison de l'instrument : 5 % ou inclinaison maximum permise par l'indicateur de niveau (si l'instrument en est équipé)
 - (g) Température de l'échantillon de grain : 2 °C à 40 °C ⁽²⁾
 - (h) Différentiel de température échantillon/instrument : 10 °C ⁽³⁾
 - (i) Etendue du taux d'humidité de l'échantillon de grain : Précisé par le fabricant (cf. 5.1)
- ⁽¹⁾ Il s'agit d'une fourchette minimale. Le fabricant ou l'organisme national responsable peut spécifier une fourchette plus large (voir 4.6).
- ⁽²⁾ Il s'agit d'une étendue minimale de la température de l'échantillon de grain. Le fabricant peut spécifier l'étendue de température pour chaque grain ou graine pour lequel l'humidimètre est utilisé (voir 4.7).
- ⁽³⁾ Il s'agit du différentiel minimal. Le fabricant peut spécifier un différentiel plus large. Si l'instrument ne permet pas de mesurer la température de l'échantillon, la procédure de fonctionnement sera définie par l'organisme national responsable (voir 4.7).

4.3 Méthode de référence

¹La méthode rapide de référence pour la détermination de l'humidité du grain la plus courante est la technique du four à air chaud. Les techniques nationales de four à air chaud varient grandement à la fois dans leur procédure et dans leurs résultats, mais toutes fonctionnent suivant le même principe : chauffer un échantillon de masse connue pendant une durée déterminée (ou jusqu'à ce que la masse de l'échantillon ne diminue plus) à une température déterminée puis mesurer la perte de masse. La masse perdue est présumée représenter la masse d'eau présente dans l'échantillon. Malheureusement, l'eau n'est pas le seul élément qui disparaît au séchage. Avec la technique « idéale » du four, le temps et la température de chauffage seraient déterminés de manière à ce que la quantité de matière non aqueuse disparue soit à peu près égale à la quantité d'eau demeurant dans l'échantillon à l'issue du séchage. Ces paramètres sont déterminés par comparaison entre la technique du four à air et d'autres techniques plus basiques (et plus difficiles) comme la technique du pentoxyde de phosphore (P_2O_5) ou la technique Karl Fischer. La plupart des techniques de four à air nécessitent des heures voir des jours à réaliser.

La méthode de référence pour le mesurage de la teneur en eau du grain est définie par l'organisme national responsable.

¹ *An Investigation of the Nature of the Radio Frequency Dielectric Response in Cereal Grains and Oilseeds with Engineering Implications for Grain Moisture Meters, A Dissertation in Physics and Engineering*, David B. Funk, Ph.D., D.H.C.

4.4 Erreurs maximales tolérées (EMT)

Pour l'évaluation de type, l'erreur maximale tolérée pour les humidimètres pour grain en fonction du type de grain et du taux d'humidité est égale à la moitié de l'EMT appliquée lors de la vérification et des contrôles en service : la valeur maximale d'humidité dans un intervalle d'humidité donné doit être utilisée comme la valeur de référence du taux d'humidité pour toutes les exigences en étalonnage ou en essais. Afin d'homogénéiser l'application des essais en laboratoire dans les différents pays, il est recommandé que chaque intervalle de 2 % d'humidité débute *et se termine par un taux d'humidité entier* (par exemple pour un intervalle allant de 10 % à 12 % d'humidité, l'EMT sera calculée sur la base de 12 % d'humidité).

4.4.1 EMT pour l'évaluation de type

EMT pour l'évaluation de type				
(1) Type de grain	(2) EMT en pourcentage d'humidité (M) %	(3) Marge d'erreur moyenne	(4) Répétabilité SD %	(5) Reproductibilité SDD ₁ %
Maïs, avoine, légumineuses, riz, sorgho, millet, tournesol	Si $0,025 \times M < 0,4$ alors EMT = 0,4; ou EMT = $0,025 \times M$ (par exemple : si $M < 16$ alors EMT = 0,4; ou EMT = $0,025 \times M$)	$0.5 \times$ colonne 2	$0.5 \times$ colonne 2	$0.6 \times$ colonne 2
Autres céréales et oléagineux	Si $0,02 \times M < 0,35$ alors EMT = 0,35; ou EMT = $0,02 \times M$ (par exemple Si $M < 17.5$ alors EMT = 0,35; ou EMT = $0,02 \times M$)	$0.5 \times$ colonne 2	$0.5 \times$ colonne 2	$0.6 \times$ colonne 2

4.4.2 EMT pour la vérification ou les contrôles en service

EMT pour la vérification ou les contrôles en service	
Type de grain ou graine	EMT en pourcentage d'humidité(M)
(I) Maïs, avoine, légumineuse, riz, sorgho, millet, tournesol	Si $0.05 \times M < 0.8$ alors EMT = 0.8; ou EMT = $0.05 \times M$
(II) Autres grains de céréales et d'oléagineux	Si $0.04 \times M < 0.7$ alors EMT = 0.7; ou EMT = $0.04 \times M$

4.5 Exigences d'exactitude et de précision

L'erreur d'un humidimètre pour un échantillon de grain ou de graines donné est la différence entre le résultat moyen d'une série de mesurages répétés d'un échantillon de grain et la valeur réelle conventionnelle du taux d'humidité déterminée par une technique définie par l'organisme national responsable comme la technique de référence.

4.6 Etendue de température de fonctionnement de l'instrument

L'humidimètre doit être conforme aux spécifications d'exactitudes d'humidité sur une étendue environnementale de fonctionnement minimale de 20 °C. La fourchette minimale de température environnementale de fonctionnement se situe entre 10 °C et 30 °C. Aucune valeur d'humidité ne doit s'afficher lorsque la température environnementale de fonctionnement de l'instrument excède cette étendue. Un message d'erreur adapté doit s'afficher quand l'humidimètre se trouve en dehors de son étendue de température environnementale de fonctionnement spécifiée.

Pour se conformer à des exigences internationales, le fabricant peut spécifier une étendue de température plus large que l'étendue allant de t_C à t_H exigée par l'organisme national responsable. Le fabricant peut demander des essais ainsi qu'une approbation de type sur cette étendue de température élargie (pour cette approbation de type particulière, les étendues spécifiées par le fabricant sont adoptées sous la forme t_C à t_H).

4.7 Etendue de température de l'échantillon

Le fabricant peut spécifier l'étendue de température pour chaque grain ou graine pour le/laquelle l'humidimètre sera utilisé. L'étendue de température minimale de l'échantillon pour chaque type de grain se situe entre 2 °C et 40 °C. Aucune valeur d'humidité ne doit être affichée lorsque la température excède cette étendue. Un message d'erreur adapté doit s'afficher quand l'étendue de température de l'échantillon de grain excède l'étendue de température spécifiée pour ce type de grain. Le fabricant doit indiquer la différence maximale de température autorisée entre l'humidimètre et l'échantillon dont le taux d'humidité peut être déterminé avec exactitude. L'humidimètre doit être en mesure de prendre en compte une différence de température d'au moins 10 °C. Aucune valeur d'humidité ne doit s'afficher lorsque la différence de température entre l'humidimètre et l'échantillon dépasse la différence maximale de température autorisée. Un message d'erreur adapté doit s'afficher lorsque la différence de température entre l'humidimètre et l'échantillon dépasse la différence maximale de température autorisée. Si l'instrument n'est pas en mesure de déterminer la température de l'échantillon, la procédure de fonctionnement sera définie par l'organisme national responsable.

5 Exigences techniques

5.1 Grains et étendues minimum d'humidité

En raison de variations de conditions climatiques et du type de grain, l'organisme national responsable doit établir une liste de grains ainsi qu'un niveau minimum au-delà duquel l'humidité représente un impact important au niveau commercial (au moins 6 % d'humidité) pour chaque type de grain pour lequel un fabricant doit demander une certification au niveau national. Pour les humidimètres conçus pour être utilisés sur plusieurs espèces de grain différents, trois étalonnages doivent être soumis à examen devant l'organisme national responsable. Les grains concernés sont le plus souvent

- a) les grains ayant le plus fort impact économique,
- b) les grains dont la structure physique comporte des différences significatives rendant impossible de tester les instruments de manière appropriée (c'est à dire les grains de grande taille, de petite taille, et les graines oléagineuses),
- c) les grains variables communément cultivés sur le territoire de l'organisme national responsable.

Le fabricant doit préciser quels sont les types de grain et les écarts d'humidité compatibles avec l'humidimètre, sous réserve que ceux-ci soient conformes aux dispositions relatives aux écarts minimums spécifiés au paragraphe 4.1.1.

5.2 Sélection du grain sur l'instrument

Les humidimètres doivent permettre la sélection du grain à mesurer et cette sélection doit être clairement identifiée et visible par toutes les parties présentes.

5.3 Taille minimum de l'échantillon

La taille minimum autorisée de l'échantillon utilisé lors de l'analyse est la plus petite des deux valeurs suivantes : 100 g ou 400 grains ou graines, sauf dispositions contraires de l'organisme national responsable.

5.4 Détermination de la quantité et de la température

L'humidimètre ne doit pas imposer à l'utilisateur d'évaluer le volume ou le poids exact ainsi que la température nécessaire pour effectuer une mesure précise de l'humidité. Aucune opération externe de broyage, de pesée, ou de mesure de température n'est autorisée.

5.5 Temps de préchauffe de l'instrument

L'humidimètre ne doit afficher ou enregistrer aucune valeur à l'allumage tant que la température fonctionnelle nécessaire à une détermination précise de l'humidité n'a pas été atteinte. Cette exigence peut ne pas être nécessaire pour les instruments n'ayant pas besoin de préchauffer avant utilisation.

5.6 Affichage digital et éléments d'enregistrement

Les humidimètres doivent être équipés d'éléments d'affichage numériques.

La hauteur des chiffres affichant le taux d'humidité doit être au minimum de 10 mm.

Le taux d'humidité doit être affiché en pourcentage d'humidité et en cas d'enregistrement, en pourcentage de teneur en eau. Les subdivisions de cette unité doivent être affichées en subdivisions décimales (pas en fractions).

L'affichage doit permettre une détermination du taux d'humidité avec une résolution de 0.1 %. La résolution à 0.1 % est prévue pour les transactions commerciales ; en tant qu'option pour l'organisme national responsable, l'affichage et l'impression doivent être possible avec une résolution de 0.01 % pour les évaluations de type.

L'organisme national responsable peut exiger que les humidimètres soient équipés de capteurs internes et/ou d'interfaces de communication permettant d'interagir avec un appareil d'enregistrement externe. La correspondance entre les informations affichées et l'appareil d'enregistrement doit être vérifiée.

Parmi les données enregistrées doivent figurer au moins la date, le type de grain, l'identification de l'échantillon, les résultats de mesure de l'humidité du grain, la version d'identification de l'étalonnage, et, le cas échéant, les messages d'erreur.

Aucune valeur ne doit être indiquée par un élément d'affichage numérique ou enregistrée par un appareil d'enregistrement avant la fin du cycle de mesurage.

Sur les humidimètres à constituants multiples (par exemple les humidimètres qui mesurent également les protéines du grain), en particulier, des dispositions doivent être prévues pour assurer un lien sans ambiguïté entre les informations affichées ou enregistrées et les constituants concernés.

5.7 Stockage des données

Dans les cas où le stockage des données est exigé, les données de mesurage doivent être stockées automatiquement à la fin du mesurage. Le dispositif de stockage doit être suffisamment sécurisé pour que les données ne soient pas corrompues dans les conditions normales de stockage. La mémoire doit être suffisante pour toutes les applications prévues.

Les valeurs mesurées stockées doivent être accompagnées de toute information nécessaire permettant leur utilisation future dans un cadre légal. L'enregistrement du mesurage doit comporter au minimum : l'identification non ambiguë du mesurage, la date du mesurage, l'identification unique de l'instrument,

le type de grain, les résultats et les unités de mesure de l'humidité, la version d'identification de l'étalonnage, les messages d'erreur et les identifiants des éléments constitutifs (pour les humidimètres poly-élémentaires). Un exemple d'identification valable du mesurage inclus une série de chiffres consécutifs pouvant être assignées à des valeurs imprimées sur une facture ou comme identification d'un échantillon test.

5.8 Stockage externe des données

Dans les cas où le stockage externe des données est exigé par des dispositions légales, les humidimètres doivent satisfaire aux exigences suivantes :

- Les données doivent être protégées par un logiciel garantissant leur authenticité et leur intégrité. Le programme indiquant ou analysant les données de mesurage et les données y afférentes doit contrôler l'heure du mesurage, l'authenticité et l'intégrité des données après les avoir lues à partir du stockage non sécurisé ou après les avoir reçues par une voie de transmission non sécurisée. Si une irrégularité est détectée, les données doivent être mises de côté ou déclarées inutilisables. Les instruments utilisant un réseau public doivent fournir un niveau de sécurité supérieur conformément à la Recommandation D 31.

Note : Les programmes préparant les données pour le stockage ou l'envoi ou vérifiant les données après lecture ou réception appartiennent à la partie du logiciel à caractère légal.

- Le mesurage ne doit pas être influencé négativement par un retard de transmission.
- Aucune donnée ne doit être perdue en cas d'interruption de transmission due à l'inaccessibilité du réseau. Le processus de mesurage doit être interrompu pour éviter la perte de données de mesurage.

Note : Les dispositions nationales générales (par exemple pour raisons fiscales) peuvent comporter des limitations strictes concernant la suppression de données de mesurage stockées.

5.9 Fabrication des humidimètres

Les humidimètres et tous leurs accessoires doivent être conçus et fabriqués dans des matériaux tels que, dans des conditions normales d'utilisation, il soit probable que

- (a) l'exactitude soit préservée,
- (b) les pièces fonctionnelles continuent de fonctionner normalement
- (c) et les ajustages restent raisonnablement stables

Les contraintes, les déflexions, les distorsions excessives des pièces ne doivent pas impacter préjudiciablement l'exactitude ou la stabilité.

La coque des humidimètres doit être conçue de manière à protéger les éléments essentiels de l'instrument de la poussière et de l'humidité.

La quantité mesurée peut être une portion ou une fonction de plusieurs types de quantité, par exemple la masse, le volume, la température, la résistance électrique, les données spectrales ou la capacité électrique.

Dans les cas où le principe de mesurage de l'humidité nécessite l'utilisation d'une meule, celle-ci devra être considérée comme faisant partie intégrante du processus de détermination de l'humidité. La conception, les méthodes d'utilisation et l'adaptation de la meule à l'humidimètre doivent être réalisées intégralement et de manière appropriée pour permettre le mesurage.

5.10 Inscriptions

5.10.1 Inscriptions générales

Pour les besoins d'identification, les informations suivantes doivent être clairement inscrites de manière permanente sur chaque humidimètre :

- (a) le nom ou la marque du fabricant ;
- (b) la désignation du type d'instrument (numéro de modèle) et le numéro de série donné par le fabricant ;
- (c) la marque d'approbation de type si l'instrument est certifié

5.10.2 Emplacement des inscriptions

Les informations requises doivent être inscrites à un emplacement facilement observable sans qu'il soit nécessaire de démonter les pièces de l'appareil, ou d'avoir recours à n'importe quel moyen extérieur à celui-ci.

5.10.3 Inscriptions des commandes opérationnelles, des indications et des fonctionnalités

Tous les interrupteurs, boutons ou voyants lumineux relatifs aux commandes opérationnelles, aux indications ou aux fonctionnalités doivent être clairement identifiables. Toutefois, les commandes exclusivement nécessaires à l'utilisateur doivent être identifiées de manière à ce qu'un utilisateur formé puisse comprendre la fonction de chaque commande.

5.11 Etendue de température ambiante opérationnelle

L'humidimètre doit automatiquement et clairement indiquer quand la température excède l'étendue maximale de température fonctionnelle de l'humidimètre, soit par une indication d'erreur soit en affichant un écran vide.

5.11.1 Etendue d'humidité des grains et graines

L'humidimètre ne doit afficher ou enregistrer aucune valeur d'humidité quand le taux d'humidité du grain excède l'étendue opérationnelle de l'appareil, à moins que la représentation de l'humidité ne comporte une indication d'erreur claire (ainsi qu'un message d'erreur associé à l'enregistrement du mesurage).

5.11.2 Etendue de température

Dans les cas où la température de l'instrument excède son étendue de température et/ou l'étendue de température des grains et graines et/ou la différence maximum tolérée entre la température de l'instrument et celle de l'échantillon, l'humidimètre ne doit afficher ou enregistrer aucune valeur du taux d'humidité et doit afficher un message d'erreur approprié. Si l'humidimètre ne parvient pas à mesurer la température de l'échantillon, la procédure opérationnelle sera définie par l'organisme national responsable.

5.12 Disposition relative au scellement et à la sécurité de l'étalonnage

Le scellement mécanique, électronique et/ou cryptographique doit être possible, de façon à rendre impossible ou évident tout changement pouvant affecter l'intégrité métrologique de l'instrument. L'étalonnage, le réglage du zéro et les ajustages aux points d'essais sont considérés comme de nature à affecter les caractéristiques métrologiques et doivent être scellés.

Exemples de moyens de scellements acceptables : scellement mécanique, compteur d'événements, registre historique et accès possible exclusivement par des interfaces protégées par des moyens cryptographiques.

Après le scellement ou la vérification, le programme de l'instrument ne pourra être modifié ou mis à jour via une interface ou tout autre moyen sans désactiver le scellement.

L'annexe C comporte un guide pratique pour le scellement des instruments de mesure de l'humidité détaillant les informations relatives aux paramètres pouvant être scellés ainsi qu'aux mécanismes de scellement, en particulier les registres d'historique métrologiques.

5.13 Manuel du fabricant

Le fabricant doit fournir avec chaque humidimètre un manuel qui décrit l'installation, le fonctionnement et la maintenance régulière de l'instrument et de ses accessoires. Le manuel doit également fournir les informations suivantes :

- (a) le nom et l'adresse du fabricant ;
- (b) le type ou le modèle de l'humidimètre avec lequel il est censé être utilisé ;
- (c) la date de fabrication ;
- (d) les types ou catégories de grain pour lesquels l'humidimètre est conçu ;
- (e) les limites d'utilisation, comprenant entre autres l'étendue de mesurage de l'humidité, la température des grains ou graines, la différence maximum de température tolérée entre l'échantillon et l'humidimètre, l'étendue de température opérationnelle de l'humidimètre, les plages de tension et de fréquence, les interférences et la compatibilité électromagnétique, etc... De plus, le manuel doit être fourni au propriétaire ou utilisateur de l'instrument dans la ou les langue(s) officielle(s) des pays dans lequel il est utilisé ou dans une langue reconnue par l'organisme national responsable.

5.14 Visibilité de l'humidimètre et des opérations de mesurage

Les humidimètres en service doivent être placés de manière à ce que toutes les parties aient simultanément la possibilité de voir toutes les opérations de mesurage. L'appareil indicateur ou enregistreur doit également être visible, et toutes les mesures nécessaires doivent être prises pour éliminer toute possibilité d'erreur ou de fraude.

5.15 Alimentation

Pendant les essais définis dans l'Annexe A.2.4.1 de la Recommandation R 59-2, les performances d'un humidimètre fonctionnant sur courant alternatif doivent rester dans les limites applicables.

5.16 Instruments fonctionnant sur batteries

Les instruments fonctionnant sur batteries ne doivent indiquer ou enregistrer aucune valeur excédant les limites applicables quand le niveau de courant fourni par la batterie est excessif ou trop faible.

5.16.1 Batteries non rechargeables

Les instruments fonctionnant sur batteries non rechargeables ou sur batteries ne pouvant être chargées pendant le fonctionnement de l'instrument doivent être conformes aux exigences suivantes :

- (a) un instrument muni de batteries adaptées neuves ou entièrement chargées doit être conforme aux exigences métrologiques ; et
- (b) l'instrument devra être capable de détecter le moment où la batterie atteint le niveau indiqué par le fabricant comme étant le niveau minimum en dessous duquel l'instrument n'est plus conforme aux exigences métrologiques et de le prendre en compte.

Ces instruments ne sont pas tenus d'être soumis à des tests relatifs aux interférences liées à l'alimentation par le réseau (R 59-2, A.4.1 et R 59-2, A.4.2).

Une période de temps minimum pendant laquelle l'instrument peut fonctionner normalement sans qu'il soit nécessaire de remplacer ou de recharger les batteries doit être définie dans les critères pour les d'instruments ou la catégorie d'instruments. Par ailleurs, des mesures peuvent être imposées pour éviter la perte de données enregistrées (en particulier pour les instruments de mesurage total continu).

5.16.2 Batteries auxiliaires rechargeables

Les instruments fonctionnant sur batteries auxiliaires rechargeables pouvant être (re)chargées pendant le fonctionnement de l'instrument doivent à la fois

- (a) être conformes aux exigences du paragraphe 5.16.1 lorsque l'alimentation par le réseau est coupée ; et
- (b) être conformes aux exigences relatives aux instruments fonctionnant sur courant alternatif comme source principale d'alimentation lorsque l'alimentation principale est allumée.

5.16.3 Batteries de secours

Les instruments fonctionnant sur secteur et munis de batteries de secours réservées au stockage de données doivent être compatibles avec les exigences prévues pour les appareils fonctionnant sur courant alternatif.

Une période de temps minimale pendant laquelle les fonctionnalités en question de l'instrument doivent fonctionner normalement sans qu'il soit nécessaire de changer ou de recharger les batteries doit être définie.

Les dispositions du paragraphe 5.16.1 (b) et 5.16.2 ne sont pas applicables aux batteries de secours.

5.17 Indicateurs de niveau

L'humidimètre doit être équipé d'un indicateur de niveau ainsi que d'un système d'ajustage du niveau si sa performance peut être altérée au-delà des tolérances applicable lorsqu'il est déplacé depuis une position horizontale vers une position non horizontale déviant jusqu'à 5 % dans toutes les directions par rapport à sa position normale de fonctionnement. L'indicateur de niveau doit en être lisible sans qu'il soit nécessaire d'enlever aucune pièce de l'instrument à l'aide d'un outil.

5.18 Instruments électroniques contrôlés par un logiciel et sécurité

Les humidimètres doivent être conformes aux exigences de l'OIML D 31. De manière générale, le niveau de sévérité exigé pour les humidimètres est le niveau I, soumis à la procédure de validation A.

Note : Les niveaux de sévérité décrivent différents niveaux de protection du programme en fonction du risque de fraude au niveau de la conformité. Les procédures de validation définissent le niveau d'examen nécessaire pour l'approbation de type.

5.18.1 Spécifications des exigences du programme

Pour les instruments et les accessoires contrôlés par logiciel informatique, le fabricant doit décrire ou déclarer comment le logiciel est installé dans l'instrument ou le module, c'est-à-dire si le logiciel est installé dans un environnement fixe (logiciel embarqué) ou sur un système informatique universel (intégré ou externe).

Tout logiciel à caractère légal doit être clairement identifiable par une version unique du logiciel ou une somme de contrôle. Pendant le fonctionnement normal de l'instrument, la version du logiciel ou la somme de contrôle doit être affichable ou imprimable à volonté ou doit être affiché pendant la procédure de démarrage de l'instrument.

Tout algorithme et fonction de mesure à caractère légal doit être adapté et fonctionner correctement. Le simple fait que l'instrument affiche correctement les résultats et les informations y afférentes nécessaires constitue une preuve de ce bon fonctionnement. Les algorithmes et les fonctions doivent pouvoir être validés par des tests métrologiques si nécessaires.

La conformité du logiciel de chaque instrument à celui de la catégorie approuvée doit être de niveau (b) tel que décrit dans D 31, 5.2.5. Dans les catégories où certaines fonctions ou éléments du code source peuvent être modifiés, les modifications doivent être détectables, par exemple par des sommes de contrôle.

La poursuite du mesurage ne doit pas être possible si un défaut significatif est détecté.

Si le logiciel de l'instrument comporte des éléments réglementairement pertinents et non pertinents, les exigences de D 31, 5.2.1.2 doivent être observées.

Les instruments/programmes de mesure utilisant un ordinateur universel externe ne doivent exploiter le logiciel réglementairement pertinent que dans l'environnement spécifié pour son fonctionnement normal. En cas de nécessité de s'assurer du fonctionnement normal du logiciel protégé, le système d'exploitation doit être paramétré sur une configuration fixe définie.

Note: Un environnement fixe du logiciel est également exigé pour les instruments utilisant le cryptage des données ou quand les modifications du logiciel sur un instrument vérifié sont permises sans qu'il soit nécessaire de les faire valider sur place par un observateur désigné (c'est-à-dire les « Mises à jours tracées » décrites dans D 31, 5.2.6.3).

L'organisme national responsable peut faire appliquer les exigences du paragraphe 5.8 si les données de mesurage doivent être enregistrées ou transférées depuis l'instrument dans un environnement non sécurisé avant leur utilisation dans le cadre de transactions commerciales.

5.18.2 Solutions acceptables pour l'identification du logiciel

L'identification du logiciel est fournie dans les conditions normales de fonctionnement soit par :

- l'activation clairement identifiée d'une touche physique ou logicielle, d'un bouton ou d'une interrupteur, ou
- l'affichage en continu du numéro de version ou de la somme de contrôle, etc.

accompagné dans les deux cas d'instructions claires sur la procédure permettant de contrôler l'identification réelle du logiciel par rapport à son numéro de référence (tel qu'il figure dans le certificat de l'OIML) inscrit sur l'instrument ou affiché par lui.

5.18.3 Documentation du logiciel

En complément de la documentation exigée au paragraphe 2.2 de la Recommandation R 59-2, le fabricant doit fournir la documentation suivante :

- a) description du logiciel à caractère légal et de la façon dont la conformité aux exigences du paragraphe 5.18.1 est assurée ;
- b) description de la configuration recommandée et des performances minimales requises ;
- c) description des méthodes de sécurisation du système d'exploitation (mot de passe, etc., le cas échéant) ;
- d) description de la ou des méthode(s) de scellement (du logiciel) ;
- e) vue d'ensemble du matériel, par exemple schéma fonctionnel topologique, type d'ordinateur(s), type de réseau, etc... (si un composant physique est considéré comme à caractère légal ou effectue des fonctions à caractère légal, il doit également être identifié) ;
- f) description de l'exactitude des algorithmes (filtrage des résultats des conversions analogiques-numériques, calcul des prix, algorithmes d'arrondis, etc...) ;
- g) description de l'interface utilisateur, des menus et des dialogues ;
- h) description de l'identification du logiciel qui doit être clairement assigné à toute fonction à caractère légal, y compris la description de toute méthode de cryptage (le cas échéant) ;
- i) instructions claires sur la procédure de vérification de l'identification réelle du logiciel par rapport à son numéro de référence spécifié dans le certificat type d'approbation. Cette référence peut également être inscrite sur l'instrument ou affichée par lui ;
- j) liste des commandes de chaque interface matérielle de l'instrument de mesure / appareil électronique / sous-ensemble comportant une déclaration d'intégralité ;
- k) liste des erreurs de durabilité détectable par le logiciel et, si nécessaire à la compréhension ;
- l) description des algorithmes de détection ;
- m) description des ensembles de données enregistrées ou transmises ;
- n) si le logiciel permet la détection des défauts, liste de défauts détectable et description des

- algorithmes de détection ; et
- o) manuel d'utilisation.

5.18.4 Etalonnages avec des grains et intégrité

Les humidimètres à grain mesurent les effets de l'humidité sur certaines propriétés électriques ou optiques du grain. Les effets de l'humidité sur ces propriétés physiques du grain peuvent donc varier d'une récolte à l'autre en fonction de l'année de récolte. L'organisme national responsable peut autoriser des mises à jour de l'étalonnage fondées sur les données de grains collectées pendant l'année en cours et/ou les années précédentes pour tenir compte des variations saisonnières et des récoltes. L'organisme national responsable peut également exiger la conservation des données utilisées pour réaliser cet ajustage. Dans beaucoup de cas, les données d'étalonnage sont téléchargées dans l'instrument par une interface de communication. Ces téléchargements ne sont pas considérées comme des modifications du logiciel nécessitant une modification de son identification. Les modifications de l'étalonnage de l'appareil sont enregistrées dans un registre de l'historique ou un journal d'événements.

5.18.4.1 Version de l'étalonnage

L'humidimètre doit être capable d'afficher les constantes d'étalonnage, un nom unique d'étalonnage, ou un numéro de version d'étalonnage pour permettre de vérifier que la dernière version de l'étalonnage a été utilisée pour effectuer le mesurage de l'humidité.

5.18.4.2 Protection de l'étalonnage

Si les constantes d'étalonnage sont conservées numériquement dans un format modifiable électroniquement, l'humidimètre doit être conçu pour réaliser des contrôles automatiques pour détecter toute modification non autorisée. Si les constantes d'étalonnage ont été électroniquement corrompues, l'humidimètre doit interdire tout mesurage et afficher un message d'erreur.

5.18.4.3 Transfert d'étalonnage

La conception du matériel/logiciel de l'instrument et les procédures d'étalonnage doivent permettre le développement et le transfert de l'étalonnage entre instruments de modèles similaires sans nécessiter d'ajustage de pente ou de biais de la part de l'utilisateur.

5.18.5 Exactitude des algorithmes et des fonctions

Les algorithmes et les fonctions de mesure de l'appareil doivent être fonctionnellement corrects.

Les résultats de mesurage et toute information y afférente doivent être affichées, enregistrées et imprimées correctement.

Il doit être possible de valider l'algorithme et les fonctions par des tests métrologiques.

5.18.6 Protection du logiciel

5.18.6.1 Prévention contre la mauvaise utilisation

L'instrument de mesure, et en particulier le logiciel, doit être conçu de manière à limiter au maximum les possibilités de mauvaises utilisation, qu'elles soient non intentionnelles, accidentelles ou intentionnelles.

5.18.6.2 Protection contre la fraude

Pour éviter au maximum toute fraude, l'humidimètre doit remplir les exigences suivantes :

- le logiciel à caractère légal doit être protégé contre toute modification, chargement, ou échange de système de stockage mémoire non autorisés. En plus d'un scellement mécanique, des moyens techniques peuvent être nécessaires pour protéger les instruments de mesure disposant d'un système d'exploitation ou d'une option permettant de charger des logiciels. Seules les fonctions clairement documentées sont autorisées à être activées par l'interface utilisateur qui devra être conçue de manière à ne pas faciliter la fraude ; et
- les paramètres déterminant les caractéristiques à caractère légal de l'instrument de mesure doivent être protégés contre toute modification non autorisée. Si nécessaire, il doit être possible d'afficher ou d'imprimer les réglages en cours pour permettre leur vérification.

5.18.7 Détection des défauts

Des critères adaptés de détection des défauts (par exemple les étendues de fonctionnement) sont inclus dans les paragraphes concernés de la présente Recommandation.

6 Bibliographie

Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient à jour. Tous les documents normatifs sont sujets à révision et nous encourageons les utilisateurs de la présente Recommandation à utiliser les éditions les plus récentes des documents cités ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent des registres des Normes Internationales actuellement en vigueur.

Les statuts officiels de ces Normes sont également disponibles sur Internet :

- Publications de la CEI : http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm
- Publications de l'ISO : http://www.iso.org/iso/iso_catalogue.htm
- Publications de l'OIML : <http://www.oiml.org/fr/publications/recommandations> (téléchargement gratuit sous forme de fichiers PDF).

Dans le but d'éviter tout malentendu, il est fortement recommandé que toute référence aux Normes dans les Recommandations et Documents de l'OIML soit suivie de la version à laquelle il est fait référence (généralement par sa date ou son année).

Réf.	Normes et documents de référence	Description
[1]	ISO/IEC Guide 99; OIML V 2-200: 2012 <i>Vocabulaire International de Métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et Termes Associés (VIM)</i>	Accord international sur la terminologie, élaboré de manière collaborative par des experts nommés par le BIPM, la CEI, la FICC, l'ISO, l'UICPA, l'UIPPA et l'OIML. Ce vocabulaire couvre les sujets relatifs au mesurage et inclus des informations sur la détermination de constantes physiques et d'autres propriété fondamentales de matériaux et de substances. Dans la pratique, ces publications sont généralement appelées le « VIM ».
[2]	OIML V 1:2013	Pas de résumé disponible.

	<i>Vocabulaire international des termes de métrologie légale (VIML)</i>	
[3]	OIML D 11:2013 <i>Exigences générales pour les instruments de mesure</i>	Guide pour l'établissement d'exigences métrologiques adaptées pour des tests de performance portant sur des grandeurs d'influence pouvant affecter les instruments de mesure couverts par des Recommandations Internationales.
[4]	OIML D 31:2008 <i>Exigences générales pour les instruments de mesure contrôlés par logiciel</i>	Précise les exigences générales applicables aux fonctionnalités logicielles des instruments de mesure et apporte des précisions sur les moyens de vérifier la conformité d'un instrument à ces exigences.
[5]	ISO/DIS 7700-2: 20XX <i>Vérification des humidimètres en service – Partie 2 : Humidimètres pour graines oléagineuses.</i>	Spécifie une méthode de vérification des performances des humidimètres en service destinés au mesurage de la teneur en eau des graines oléagineuses.

[6]	CEI/TR 61000-2-1: 1990-05 <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 2 Environnement Section 1 : Description de l'environnement - Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites de basses fréquences et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation.</i>	Fournit des informations sur les différents types de perturbations pouvant être rencontrées sur les réseaux publics d'alimentation.
[7]	CEI 61000-2-2: 2002 <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) Partie 2-2 : Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations à basses fréquences et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation.</i>	Norme relative aux perturbations conduites dans le domaine de fréquences de 0 kHz à 9 kHz, avec une extension jusqu'à 148,5 kHz pour les systèmes de transmission de signaux sur le réseau.
[8]	CEI 61000-4-1: (2000-04) <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) fondamentale</i> <i>Partie 4-1 : Techniques d'essai et de mesure - Vue d'ensemble de la série CIE 61000-4</i>	Fournit des normes de compatibilité électromagnétique à propos des techniques de contrôle et de mesurage ainsi que des recommandations générales sur le choix des tests adaptés.
[9]	CEI 61326-1: 2005 <i>Matériel électrique de mesure, de commande et de laboratoire – Exigences relatives à la CEM</i>	Enonce les exigences minimales relatives à l'immunité et aux émissions concernant la compatibilité électromagnétique (CEM) pour les appareils électriques fonctionnant à partir d'une source d'alimentation inférieure à 1000 V en courant alternatif ou 1500 V en courant continu.
[10]	National Conference on Weights and Measures, Publication 14, <i>Humidimètres pour grain et analyseurs à rayons proche infrarouges pour grain : 2014</i>	Procédures américaines d'évaluation type des humidimètres pour grains et analyseurs de protéines, d'amidon et d'huile.
[11]	<i>An investigation of the nature of the radio frequency dielectric response in cereal grains and oilseeds with engineering implications for grain moisture meters, a dissertation in physics and engineering, David B. Funk, Ph.D. H.C: 2001</i>	Une thèse sur la physique et l'ingénierie
[12]	OIML D 3:1979 <i>Qualification légale des instruments de mesurage</i>	Traite des opérations officielles susceptibles d'être effectuées par un Etat en vue de l'attribution aux instruments de mesurage de la qualité «légale». Dans la mesure du possible, toutes les modalités relatives à ces opérations officielles ont été envisagées.
[13]	ISO 650:1977 <i>Aréomètres à densité relative 60/60 degrés F d'usage général</i>	Exigences relatives aux niveaux de référence pour l'ajustage, l'affichage, les matériaux, les dimensions, la forme, l'échelle et le maniement de cinq séries d'hydromètres en verre.
[14]	OIML R 76-1:2006	Cette Recommandation précise les exigences

	<i>Instruments de pesage à fonctionnement non automatique</i>	métrologiques et techniques pour les instruments de pesage à fonctionnement non automatique soumis à un contrôle métrologique officiel. Elle a pour objectif de fournir des exigences standardisées et des procédures de test pour évaluer les caractéristiques métrologiques et techniques de manière uniforme et identifiable.
[15]	ISO 7700-1:2008 <i>Produits alimentaires -- Vérification des humidimètres en service -- Partie 1: Humidimètres pour céréales</i>	Produits alimentaires -- Vérification des humidimètres en service -- Partie 1: Humidimètres pour céréales
[16]	CEI 61000-4-6 (2003-05) consolidée par l'amendement 1 (2004-10) <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4 : Techniques d'essai et de mesure</i> <i>Section 6 : Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques</i>	Se rapporte aux prescriptions relatives à l'immunité en conduction des équipements électriques et électroniques aux perturbations électromagnétiques provoquées par des émetteurs RF, dans la plage de fréquences de 9 kHz à 80 MHz. Les appareils n'ayant pas au moins un câble conducteur (tel que cordons d'alimentation, lignes de transmission de signaux ou connexions de mise à la terre) pouvant coupler les appareils aux champs RF perturbateurs ne sont pas concernés par cette norme. L'objet de cette norme n'est pas de préciser les essais applicables à des appareils ou des systèmes spécifiques. Son objectif principal est d'établir une référence commune pour tous les comités de produit de la CEI concernés. Il incombe aux comités de produit (ou aux utilisateurs et fabricant de l'équipement) de choisir les essais et le degré de sévérité à appliquer à leur équipement de manière appropriée.

[17]	CEI 61000-4-2 Edition 2.0 (2008-12) <i>Publication fondamentale en CEM</i> <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) –</i> <i>Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques</i>	Cette publication se fonde sur la publication CEI 60801-2 (deuxième édition : 1991). Elle se rapporte aux exigences et méthodes d'essais relatives à l'immunité des matériels électriques et électroniques, soumis à des décharges d'électricité statique produites directement par les utilisateurs, et entre le personnel et les objets situés à proximité. Elle définit en outre des gammes de niveaux d'essais, qui correspondent à différentes conditions d'environnement et d'installation et elle établit des procédures d'essai. Cette norme a pour objet d'établir une base commune et reproductible pour l'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques lorsqu'ils sont soumis à des décharges électrostatiques. Elle intègre également les décharges électrostatiques qui peuvent apparaître entre le personnel et les objets situés à proximité d'équipement vitaux.
[18]	CEI 61000-4-11 (2004-03) <i>Compatibilité Electromagnétique (CEM)</i> <i>Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure</i> <i>Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension</i>	Définit les méthodes d'essai d'immunité ainsi que la gamme des niveaux d'essais préférés pour les appareils électriques et électroniques connectés à des réseaux d'alimentation basse tension pour les creux de tension, les coupures brèves et les variations de tension. Cette norme s'applique aux appareils électriques et électroniques dont le courant nominal d'entrée n'excède pas 16 A par phase et destinés à être reliés à des réseaux électriques alternatifs de 50 Hz ou 60 Hz. Elle ne s'applique pas aux appareils électriques et électroniques destinés à être reliés à des réseaux électriques à courant alternatif de 400 Hz. Les essais pour ces réseaux seront traités dans des normes CEI à venir. Le but de cette norme est d'établir une référence commune pour l'évaluation de l'immunité fonctionnelle des appareils électriques et électroniques soumis à des creux de tension, à des coupures brèves et à des variations de tension. Comme décrit dans le Guide 107 de la CEI, ce document est une publication fondamentale en CEM.

[19]	CEI 61000-6-1 (1997-07) <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6 : Normes Génériques – Section 1 : Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère</i>	Définit les exigences d'essais d'immunité aux perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques, pour les appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés dans des environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère pour lesquels il n'existe aucune norme spécifique de produit ou de famille de produits. Couvre les exigences d'immunité dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 400 GHz. Les exigences sont spécifiées pour chaque accès considéré. Cette norme s'applique aux appareils destinés à être raccordés directement au réseau public d'alimentation basse tension ou à une source de courant continu spécifique destinée à servir d'interface entre l'appareil et le réseau public d'alimentation basse tension.
[20]	CEI 61000-6-2 (1999-01) <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels</i>	S'applique aux appareils électriques et électroniques destinés à être utilisés dans les environnements industriels pour lesquels il n'existe aucune norme d'immunité spécifique à un produit ou à une famille de produits. Cette norme couvre les exigences d'immunité dans la gamme de fréquences de 0 Hz à 400 GHz concernant les essais d'immunité aux perturbations continues et transitoires, conduites et rayonnées, y compris les décharges électrostatiques. Les exigences d'essais sont spécifiées pour chaque accès considéré. Les appareils destinés à être utilisés dans des sites industriels sont caractérisés par l'existence d'une ou plusieurs des conditions suivantes: – existence d'une installation de puissance alimentée par un transformateur de puissance haute ou moyenne tension, réservé à l'alimentation d'une installation alimentant un site industriel ou analogue; – présence d'appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) – commutations fréquentes de charges inductives ou capacitatives importantes; – valeurs élevées des courants et des champs magnétiques associés

[21]	CEI 61000-4-4 (2004-07) <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4 : Techniques d'essai et de mesure Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves</i>	Etablit une référence commune et reproductible dans le but d'évaluer l'immunité des appareils électriques et électroniques, quand ils sont soumis aux transitoires électriques rapides en salves sur les accès d'alimentation, de signal, de commande et de terre.
[22]	CEI 61000-4-3 <i>Edition 2.1 (2002-09) consolidée par l'amendement 1 (2002-08)</i> <i>Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectrique</i>	Traite de l'immunité des appareils électriques et électroniques à l'énergie électromagnétique rayonnée. Définit les niveaux d'essai et les procédures d'essai nécessaires. Etablit une référence commune d'évaluation des performances des appareils électriques et électroniques soumis à des champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques.
[23]	ISO 24333: 2009 <i>Céréales et produits céréaliers Échantillonnage</i>	Spécifie des exigences relatives à l'échantillonnage dynamique ou statique, par des moyens manuels ou mécaniques, des céréales et produits céréaliers, en vue de l'évaluation de leur qualité et de leur état.
[24]	ISO 6540:1980 <i>Maïs -- Détermination de la teneur en eau (sur grains broyés et sur grains entiers)</i>	La section 1 spécifie la méthode de référence qui consiste à broyer un échantillon, si nécessaire, après le pré-conditionnement, si nécessaire, puis à sécher une portion test à une température comprise entre 130 et 133 °C dans des conditions permettant d'obtenir un résultat en conformité avec celui obtenu par la méthode absolue (prescrite en annexe). La section 2 précises la méthode pratique sur grains entiers. Elle consiste à sécher le grain entier pendant 38 h à une température comprise entre 130 et 133 °C. <i>Note :</i> La méthode de référence pour la teneur en eau du grain est la méthode définie par l'organisme national responsable
[25]	ISO 712:2009 <i>Céréales et produits céréaliers -- Détermination de la teneur en eau -- Méthode de référence</i>	Spécifie une méthode de référence pratique pour la détermination de la teneur en eau des céréales et des produits céréaliers <i>Note :</i> La méthode de référence pour la teneur en eau du grain est la méthode définie par l'organisme national responsable

Annexe A

Principes de scellement

(Informative)

La présente Annexe met en lumière des éléments pour déterminer quels paramètres d'un instrument de mesure d'humidité du grain nécessite un scellement. Elle fournit également des exemples de méthodes de scellement, comme les registres de l'historique métrologique, ainsi que les exigences minimales requises pour un scellement effectif.

A.1 Terminologie spécifique à cette Annexe

A.1.1 mode ajustage

mode de fonctionnement d'un instrument de mesure qui permet à l'utilisateur d'effectuer des ajustages des paramètres pouvant être scellés, y compris des modifications des paramètres de configuration

A.1.2 ajustage

modification de la valeur des paramètres d'étalonnage ou des paramètres de configurations pouvant être scellés d'un instrument

A.1.3 registre de l'historique

décompte électronique et/ou enregistrement des informations relatives aux modifications des paramètres d'étalonnage ou de configuration d'un instrument de mesure

A.1.4 élément verrouillable permettant/empêchant les modifications à distance

élément verrouillable physiquement, par exemple un interrupteur deux positions situé sur un instrument configurable à distance, qui autorise ou empêche les modifications par un dispositif à distance des paramètres scellés

A.1.5 événement

action pendant laquelle, en mode ajustage,

- une ou plusieurs modifications sont apportées aux paramètres de configuration, ou
- des ajustages sont réalisés à une valeur (ou à plusieurs valeurs dans le cas d'un ensemble de valeurs) d'un paramètre d'étalonnage (par exemple des ajustages apportés à un ensemble de facteurs d'étalonnage pour homogénéiser le rendement de l'appareil)

Il n'y a événement que si un ajustage a été réalisé. Dans le cas d'un registre de l'historique centralisé, les mêmes valeurs pour les mêmes paramètres envoyées à plusieurs appareils sont considérées comme un seul et même événement. Dans le cas d'un journal d'événements centralisé, le journal doit identifier à la fois l'appareil et le paramètre modifié

A.1.6 compteur d'événements

compteur non réinitialisable qui se déclenche à chaque fois que le mode permettant les modifications des paramètres verrouillables est activé et qu'une ou plusieurs modifications sont apportées aux paramètres verrouillables de l'instrument

A.1.7 journal d'événements

forme de registre de l'historique comprenant une série d'enregistrements où chaque enregistrement contient le numéro issu du compteur d'événements correspondant à la modification d'un paramètre

scellé, l'identification du paramètre modifié, la date et l'heure à laquelle le paramètre a été modifié et la nouvelle valeur du paramètre

A.1.8 scellement physique

moyen physique, par exemple du plomb et du fil perlé, utilisé pour sceller un appareil dans le but de détecter l'accès à des éléments ajustables qui nécessitent d'être scellés

A.1.9 capacité d'étalonnage à distance

capacité d'ajustage d'un instrument de mesure ou de modification de ses paramètres de scellement à partir ou par l'entremise d'un autre appareil qui n'est pas en soi nécessaire à l'opération de mesurage ou qui ne fait pas partie de l'instrument de manière permanente

A.1.10 dispositif à distance

dispositif qui (1) n'est pas nécessaire à l'opération de mesurage de l'instrument ou à l'enregistrement des informations de la transaction dans un ou plusieurs des modes de fonctionnement possibles lors des mesurages commerciaux, ou (2) ne fait pas partie de l'instrument de manière permanente. Pour les besoins de la présente Annexe, un dispositif à distance est un dispositif permettant l'ajustage d'un instrument de mesure ou la modification de ses paramètres d'étalonnage verrouillables

A.1.11 appareil configurable à distance

instrument de mesure pouvant être configuré à distance par téléchargement via tout type de communication depuis un autre appareil, par exemple une console ou un ordinateur, qu'il soit présent sur les lieux ou à distance, de manière à permettre la suppression, l'ajout, la modification ou la substitution, en partie ou dans leur totalité, des valeurs des paramètres d'étalonnage ou de configuration

A.1.12 sceller

sceller un appareil signifie sécuriser l'appareil de manière à ce que l'accès aux ajustages et à tout autre paramètre scellé soit détectable

A.1.13 paramètres pouvant être scellés

paramètres d'étalonnage et de configuration dont il est nécessaire qu'ils soient scellés

note additionnelle : accès illimité signifie qu'il n'existe aucun scellement physique de sorte que l'accès à distance aux paramètres scellés est possible à tout moment à la demande d'un utilisateur autorisé sous réserve du statut opérationnel de l'appareil receveur.

A.2 Principes de détermination des éléments devant être scellés

La nécessité de sceller certains éléments dépend des deux conditions cumulatives suivantes :

- la facilité avec laquelle l'élément ou la sélection d'éléments peut être utilisé(e) pour faciliter une fraude
- la probabilité que l'utilisation de l'élément conduise à ce qu'une fraude ne soit pas détectée

Les éléments ou fonctionnalités utilisés de manière régulière par l'utilisateur pendant l'utilisation de l'appareil, par exemple la sélection de l'étalonnage, ne sont pas des paramètres scellés et ne doivent pas être scellés.

Il n'est pas nécessaire de sceller la sélection de paramètres ou d'ensembles de paramètres dont la sélection engendrerait un résultat manifestement erroné, par exemple la sélection de paramètres correspondant à différents pays.

Si les caractéristiques individuelles d'un appareil sont sélectionnables depuis un « menu » ou une série d'étapes de programmation, l'accès au « mode programmation » doit pouvoir être scellé.

Note : Si la sécurité consiste uniquement en un registre de l'historique, ce dernier ne pourra se mettre à jour qu'une fois qu'au moins un paramètre aura été modifié. Un simple accès aux paramètres scellés depuis un menu ne doit pas déclencher la mise à jour du registre de l'historique.

Pour les paramètres protégés par une sécurité physique, une fois que l'instrument est scellé physiquement, la modification métrologique de ce paramètre doit être impossible à moins de briser le scellement. Pour les paramètres protégés par une sécurité électronique, toute modification métrologique de ce paramètre doit être détectable sur un registre de l'historique. Etant donné que cette philosophie concerne les dispositions visant à protéger l'accès à tout ajustage métrologique, elle doit être appliquée de manière systématique à tous les types d'appareil électronique.

Si un appareil doit être soumis à un acte d'ordre physique, comme sectionner un fil et le réparer physiquement pour réactiver le paramètre, alors cette procédure de réparation physique doit être considérée comme une manière acceptable de sélectionner un paramètre sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours à un scellement physique ou à un registre de l'historique.

A.3 Paramètres et éléments scellés types

Les paragraphes suivants fournissent des exemples de paramètres devant être scellés. Ces exemples sont fournis à titre indicatif et ne constituent pas une liste exhaustive des paramètres devant être scellés.

A.3.1 Paramètres d'étalonnage

Les paramètres d'étalonnage sont les paramètres ajustables pouvant affecter le mesurage ou l'exactitude de la mesure dont la valeur doit être mise à jour de manière constante pour maintenir le niveau de précision de l'appareil. Les paramètres d'étalonnage se divisent en trois catégories :

- (a) les paramètres devant être ajustés afin de standardiser ou de normaliser la réponse de l'instrument à des modifications des paramètres physiques en cours de mesurage. Par exemple, le réglage du zéro et les ajustages au point d'essai, les capteurs de température, les ajustages du zéro et de la pente, le réglage du gain de l'amplificateur, les ajustages de standardisation des longueurs d'ondes optiques, etc... En temps normal, ces paramètres sont établis par le fabricant ou par un représentant du service compétent ;
- (b) les paramètres communs à tous les instruments du même type pour une catégorie de grain donnée (c'est-à-dire les coefficients d'étalonnage du grain). Le certificat d'approbation énumère les coefficients d'étalonnage (ou un identifiant unique) pour chaque catégorie de grain pour laquelle l'utilisation d'un type d'instruments de mesure de protéine de grain a été approuvée ; et
- (c) les paramètres devant être ajustés pour chaque type de grain afin de standardiser l'affichage de la teneur en eau sur des instruments similaires (par exemple, les paramètres de pente et de biais).

A.3.2 Paramètres de configuration

Les paramètres de configuration sont les paramètres ajustables ou sélectionnables pouvant affecter l'exactitude d'une transaction ou pouvant augmenter de manière significative le potentiel d'utilisation frauduleuse d'un appareil, et dont les valeurs ne doivent être mises à jour qu'au moment de l'installation de l'instrument ou lors du remplacement d'un composant et qui n'ont pas vocation à être modifiés postérieurement aux réglages effectués lors de l'installation :

- (a) date et heure du système (seulement en cas d'utilisation par un journal d'événements en tant qu'information du registre de l'historique) ;
- (b) valeur de l'indication minimum et taux d'humidité enregistré ;
- (c) taille de l'échantillon et/ou nombre de sous portions mesurées (sauf en cas d'étalonnage individuel de l'échantillon) ;
- (d) mot de passe permettant d'accéder aux paramètres scellés (le cas échéant) ;
- (e) possibilité d'afficher ou de masquer les valeurs stables de la partie à caractère légal ;

- (f) format de l’affichage et de l’enregistrement des résultats ;
- (g) étendue de fonctionnement (par exemple : températures) ; et
- (h) afficher/masquer les enregistrements ou les résultats obtenus dans des conditions excédants les limites du domaine de fonctionnement.

A.3.3 Fonctionnalités et paramètres des humidimètres pour grain

Fonctionnalités et paramètres scellés type	Fonctionnalités et paramètres non scellés type
Ajustages des éléments de mesurage (mécaniques et électroniques) Ajustages des capteurs de poids (mécaniques et électroniques) Ajustages des capteurs de température (mécaniques et électroniques) Tout tableau ou paramètre inclus dans le logiciel permettant de normaliser les résultats d’instruments similaires Sondes et compensateurs de température du logiciel Coefficients d’étalonnage du grain Coefficients de pente et de biais Date et heure du système (seulement en cas d’utilisation par un journal d’événements en tant qu’information du registre de l’historique)	Protocoles de communication

Note: Les exemples d’ajustages, de paramètres et de fonctionnalité à sceller ci-dessus doivent être considérés comme « types » ou « normaux ». Cette liste peut ne pas être exhaustive, et il est possible qu’il existe d’autres paramètres affectant les performances métrologiques des appareils ; ces paramètres devront par conséquent être scellés. Si un ou plusieurs paramètres pouvant affecter les performances métrologiques des appareils, qu’ils soient ou non énumérés ci-dessus, ne sont pas scellés, le fabricant devra apporter la preuve que les réglages sont conformes aux exigences les plus strictes concernant l’utilisation de l’appareil.

A.4 Méthodes de scellement et registre de l’historique métrologique

A.4.1 Domaine d’application

La possibilité pour l’utilisateur d’apporter des modifications impactant l’intégrité métrologique de l’appareil (pente, biais, etc...) lors de son utilisation normale et la possibilité de modifier la configuration des instruments de mesure commerciale à distance a conduit à mettre en place de nouveaux moyens de scellements plus adaptés. Ces instruments doivent soit être scellés physiquement soit comporter un registre de l’historique approuvé.

A.4.2 Catégories d'appareils et méthodes de scellement

Catégories d'appareils	Méthodes de scellement
Catégorie 1: pas de possibilité de configuration à distance	Scellement par moyen physique ou par deux compteurs d'événements : un pour les paramètres d'étalonnage (de 000 à 999) et un pour les paramètres de configuration (de 000 à 999). Si l'instrument est équipé de compteurs d'événements, il doit être en mesure d'afficher le contenu des compteurs ou de l'imprimer, soit lui-même soit par l'entremise d'un autre appareil présent sur site.
Catégorie 2: Possibilité de configuration à distance avec contrôle d'accès par un équipement physique. L'appareil doit indiquer clairement qu'il est en mode configuration à distance et ne doit pas être en mesure de fonctionner en mode mesurage tant qu'il est en mode configuration.	L'équipement permettant l'accès à la communication à distance doit être sur l'appareil. Il doit être scellé physiquement ou par deux compteurs d'événements : un pour les paramètres d'étalonnage (de 000 à 999) et un pour les paramètres de configuration (de 000 à 999). Si l'instrument est équipé de compteurs d'événements, il doit être en mesure d'afficher le contenu des compteurs ou de l'imprimer, soit lui-même soit par l'entremise d'un autre appareil présent sur site.
Catégorie 3: Possibilité de configuration à distance avec accès illimité ou contrôlé par un moyen informatique (par exemple un mot de passe). L'appareil doit indiquer clairement qu'il est en mode configuration à distance dès qu'il est sollicité dans le but de modifier un ou plusieurs paramètres pouvant être scellés, et ne doit pas être en mesure de fonctionner en mode mesurage tant qu'il est en mode configuration.	L'appareil doit comporter un journal d'événements. Ce journal doit comporter un compteur d'événements (de 000 à 999), l'identification du paramètre, la date et l'heure de la modification et la nouvelle valeur du paramètre (pour les modifications d'étalonnage concernant des constantes multiples, on utilisera le numéro de version de l'étalonnage plutôt que les constantes d'étalonnage). L'appareil doit pouvoir fournir une copie imprimée de l'information, soit en l'imprimant lui-même ou par l'entremise d'un autre appareil sur site. Le journal d'événements doit avoir une capacité de stockage d'enregistrement égal à 25 fois le nombre de paramètres scellés présents dans l'appareil, mais il n'est pas exigé que la capacité de stockage totale soit supérieure à 1000 enregistrement. <i>Note:</i> Cette disposition n'exige pas que 1000 modifications doivent être stockées pour chaque paramètre.
Catégorie 3a: Pas de possibilité de configuration à distance, mais l'utilisateur a la possibilité d'effectuer des modifications affectant l'intégrité métrologique de l'appareil (par exemple la pente, le biais, etc...) pendant son fonctionnement normal. L'appareil doit indiquer clairement qu'il est en mode configuration dès qu'il est sollicité dans le but de modifier un ou plusieurs paramètres scellés, et ne doit pas être en mesure de fonctionner en mode mesurage tant qu'il est en mode configuration.	Cf. catégorie 3.
Catégorie 3b: pas de possibilité de	Cf. catégorie 3.

configuration à distance, mais l'accès aux paramètres métrologiques est contrôlé par un moyen informatique (par exemple un mot de passe). L'appareil doit indiquer clairement qu'il est en mode configuration dès qu'il est sollicité dans le but de modifier un ou plusieurs paramètres scellés, et ne doit pas être en mesure de fonctionner en mode mesurage tant qu'il est en mode configuration.	
---	--

Les exigences concernant les formes acceptables de l'historique métrologique reconnues comme offrant un niveau acceptable de sécurité sont incluses ci-après.

A.4.3 Journal d'événements : une forme acceptable de registre de l'historique

Le journal d'événements est la forme minimale d'un registre de l'historique des paramètres de configuration et d'étalonnage pour les instruments permettant l'accès illimité soit par l'utilisateur soit par un appareil à distance.

- (a) Un journal d'événements doit contenir les informations suivantes : compteur d'événements, heure et date ; identification du paramètre ; nouvelle valeur.

Note: Pour les modifications d'étalonnage comprenant des constantes multiples, on utilisera comme nouvelle valeur le numéro de version de l'étalonnage plutôt que les constantes d'étalonnage.

- (b) L'information doit automatiquement être enregistrée dans le journal d'événements par l'instrument de mesure. L'instrument peut également enregistrer des informations additionnelles pertinentes (par exemple l'identification de la personne ayant effectué l'ajustage ou l'ancienne valeur du paramètre modifié).
- (c) La date et l'heure doivent être présentées dans un format compréhensible. La date doit indiquer le mois, le jour et l'année. L'heure doit indiquer les heures et les minutes.
- (d) Une impression matérielle du contenu du journal d'événements doit être disponible sur demande directement depuis l'instrument ou depuis un appareil associé présent sur le site d'installation de l'instrument. L'impression du contenu du journal d'événements ne doit comporter aucune information relative à d'autres éléments que la modification concernée, par exemple les données de la transaction, le nombre de mesurages effectués, etc...
- (e) Le journal d'événements doit avoir une capacité de stockage d'au moins 25 fois le nombre de paramètres scellés; cependant, il n'est pas nécessaire que la capacité de stockage totale soit supérieure à 1000 enregistrement pour l'ensemble des paramètres.

A.4.4 Exigences générales pour les registres de l'historique métrologique

Les registres de l'historique métrologique doivent satisfaire aux exigences générales suivantes :

- (a) Le mode ajustage ne doit concerner que les paramètres scellés de manière à éviter de l'utiliser pour avoir accès aux paramètres non scellés devant être modifiés de manière habituelle dans le cadre du fonctionnement normale de l'appareil.
- (b) Un compteur d'événements doit avoir une capacité de stockage d'au moins 1000 valeurs (par exemple de 000 à 999).
- (c) Dans le cas d'un journal d'événements, le compteur d'événements se déclenche à chaque modification d'un paramètre scellé étant donné que chaque valeur doit être stockée dans le journal d'événements. Le fait d'activer le mode ajustage sans n'effectuer aucune modification ne constitue pas un événement et ne doit pas déclencher le compteur d'événements.
- (d) Quand la mémoire du journal d'événements est pleine, chaque nouvel événement entraîne la suppression de l'événement le plus ancien. Le compteur d'événements incorporé au journal d'événements continue à fonctionner normalement, même si le journal d'événements contient moins d'entrées que la capacité de comptage du compteur d'événements. Le compteur d'événements fournit les informations nécessaires pour indiquer le nombre d'entrées ayant été supprimée dans le journal d'événements au fur et à mesure que de nouvelles informations prennent la place des anciennes.
- (e) Les données du registre de l'historique sont
 - 1) Stockée dans la mémoire rémanente et sont conservées pendant au moins 30 jours si l'appareil n'est plus sous-alimentation ; et
 - 2) Protégées contre toute suppression, substitution ou modification non autorisée.
- (f) L'accès aux informations du registre de l'historique dans le but d'en imprimer le contenu doit être « pratique » pour un représentant de l'organisme national responsable :
 - 1) L'accès aux informations du registre de l'historique pour inspection doit être distinct du mode étalonnage afin qu'il n'y ait aucune possibilité pour le représentant de modifier ou de corrompre la configuration de l'appareil ou le contenu du registre de l'historique.
 - 2) L'accès aux informations du registre de l'historique ne doit pas impacter le fonctionnement normal d'un appareil avant ou après en avoir consulté les informations.
 - 3) Une clé (pour le panneau de commande verrouillé) peut être nécessaire pour pouvoir accéder aux moyens d'afficher le contenu du registre d'historique. L'accès peut se faire via le mode de fonctionnement du superviseur de l'appareil.
 - 4) L'accès aux informations du registre de l'historique ne doit nécessiter de n'enlever aucun autre élément à part ceux constitutifs des exigences normales pour l'inspection de l'intégrité d'un scellement physique.
- (g) La forme imprimée des informations du registre de l'historique doit être interprétable sur le champ par le représentant.
- (h) Les informations issues d'un journal d'événements doivent être imprimées par ordre chronologique des événements du plus récent au plus ancien. Si un appareil n'est pas en mesure d'imprimer toutes les informations relatives à un événement un par un ou sur une seule ligne, les informations doivent être présentées sous forme de blocs d'informations facilement compréhensibles.