

GUIDE TECHNIQUE D'ACCREDITATION

VERIFICATION DES MACHINES D'ESSAIS MECANIQUES

LAB GTA 69

Révision 01



SOMMAIRE

1. OBJET DU GUIDE	3
2. DEFINITIONS ET REFERENCES	3
3. DOMAINE D'APPLICATION	4
4. MODALITE D'APPLICATION	4
5. SYNTHESE DES MODIFICATIONS	4
6. NOMENCLATURE DES ESSAIS ET EXPRESSION DES PORTEES D'ACCREDITATION	5
7. GUIDE DE LECTURE DES EXIGENCES NORMATIVES ET RECOMMANDATIONS	10
7.1. Revue de contrat	10
7.2. Raccordement des étalons	10
7.2.1. Cas des dynamomètres	10
7.2.2. Périodicité des raccordements	10
7.2.3. Surveillance et contrôle de cohérence	10
7.3. Moyens techniques pour la vérification des machines d'essais de flexion par choc et des machines d'essais de dureté.	11
7.4. Interventions sur site client	11
7.4.1. Transports des étalons	11
7.4.2. Conditions ambiantes	11
7.4.3. Utilisation des dynamomètres	11
7.4.4. Utilisation des éprouvettes de flexion par choc de référence	12
7.5. Participation aux comparaisons inter laboratoires	12
7.6. Présentation des résultats	12
8. MODALITES D'EVALUATION	13

1. OBJET DU GUIDE

La norme NF EN ISO/CEI 17025 définit les prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'analyses, d'essais et d'étalonnages.

En ligne avec l'annexe B de la norme NF EN ISO/CEI 17025, le présent Guide Technique d'Accréditation (GTA) présente un état des lieux des bonnes pratiques dans le domaine de la vérification des machines d'essais mécaniques et établit des recommandations résultant de l'application de cette norme aux domaines de compétences recensés aux chapitres 8, 9 et 10.

Ce guide ne se substitue pas aux exigences et/ou normes applicables au sein du laboratoire. Les recommandations qu'il contient et que le laboratoire est libre d'appliquer sont celles reconnues comme étant les plus appropriées par le Cofrac pour répondre aux exigences de la norme NF EN ISO/CEI 17025 et du document LAB REF 02. Dans tous les cas, il appartient au laboratoire de démontrer que les dispositions qu'il prend permettent de satisfaire pleinement aux exigences de la norme citée ci-dessus.

2. DEFINITIONS ET REFERENCES

Ce guide prend en compte les exigences des documents suivants :

- JCGM 100 , GUM « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure »,
- JCGM 200 , VIM « Vocabulaire International de Métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés»,
- Document EA-4/02 « Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration »,
- LAB REF 02 « Exigences pour l'accréditation des laboratoires selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 »,
- LAB REF 08 « Expression et évaluation des portées d'accréditation »,
- GEN REF 11 « Règles générales d'utilisation de la marque COFRAC ».

Une partie des normes de référence utilisées dans ce domaine technique sont listées dans les tableaux de portée ci-après. Il appartient au laboratoire de réaliser sa propre veille normative.

Précisions concernant la norme NF EN ISO 9513

La version française de la norme ISO 9513:2012 comporte des erreurs dans les valeurs numériques du tableau B1. Il convient de prendre les valeurs numériques de la version anglaise en attendant le correctif.

Classe de l'extensomètre	Justesse élargie de l'appareil d'étalonnage (*)	
	Erreur relative %	Valeur absolue µm
0,2	0,08	0,27
0,5	0,20	0,67
1	0,40	1,3
2	0,80	2,7

(*) La valeur la plus grande étant retenue. Les valeurs de justesse élargie comprennent comportent un élément pour l'incertitude de mesure ce qui n'était pas le cas dans l'édition précédente de la présente norme internationale.

La conformité de la chaîne extensométrique est déclarée dès lors que l'erreur est à l'intérieur des EMT du tableau 2. Comme mentionné dans la norme, pour tenir compte de l'incertitude, une méthode pratique satisfaisante consiste à :

- Vérifier que l'incertitude associée aux mesures réalisées au moyen des équipements de

mesure (micromètres, pieds à coulisse, microscopes optiques, cales étalons, interféromètre ...) équipant l'appareil d'étalonnage des extensomètres, ne dépasse pas un tiers des erreurs maximales tolérées du tableau 2. Cela est fait après chaque étalonnage des équipements de mesure de l'appareil d'étalonnage ET

- Vérifier que la "justesse élargie" de l'appareil d'étalonnage des extensomètres ne dépasse pas les valeurs maximales tolérées dans la version anglaises du tableau B.1. Cela est fait après chaque étalonnage de l'appareil d'étalonnage ET
- Vérifier que l'incertitude maximale de la chaîne extensométrique est inférieure à la valeur maximale typique du tableau A.1.

3. DOMAINE D'APPLICATION

Le présent guide technique s'adresse :

- à l'ensemble des laboratoires accrédités ou candidats à une accréditation dans le domaine de la vérification des machines d'essais mécaniques;
- aux laboratoires accrédités en essais ou en analyses réalisant leurs propres vérifications en interne ;
- aux évaluateurs techniques du Cofrac, et constitue en outre une base d'harmonisation à leur usage ;
- aux membres des instances du Cofrac (Comité de section, Commission d'Accréditation Physique –Mécanique) ;
- aux membres de la structure permanente du Cofrac.

Ce guide ne concerne pas les bancs utilisés pour l'étalonnage des instruments de mesure ou capteurs tels que les dynamomètres.

4. MODALITE D'APPLICATION

Le présent document est applicable à compter du **1^{er} janvier 2018**.

5. SYNTHÈSE DES MODIFICATIONS

Il s'agit de la première révision de ce guide.

Les modifications apportées sont indiquées par une marque de révision en marge gauche du document. Ces modifications concernent la suppression des dates de publication des références citées au § 2 ainsi que la reformulation de l'expression des portées d'accréditation, telles que définies dans le document LAB REF 08 révision 04. Elles touchent uniquement la forme des dénominations des portées d'accréditation et ne modifient pas le champ de compétence revendiqué.

6. NOMENCLATURE DES ESSAIS ET EXPRESSION DES PORTEES D'ACCREDITATION

L'expression de la compétence d'un organisme est décrite dans sa portée d'accréditation. Le mode retenu pour exprimer la portée d'accréditation des laboratoires permet de préciser, par domaine de compétence technique, le niveau de flexibilité de l'accréditation auquel le laboratoire concerné postule.

Les éléments nécessaires pour l'expression des portées d'accréditation ainsi que les définitions des niveaux de flexibilité sont décrits dans le document LAB REF 08.

La portée flexible FLEX 1 est particulièrement adaptée pour ce domaine technique, objet de multiples normes susceptibles d'être fréquemment révisées. La mise en œuvre du référentiel révisé ne doit pas mobiliser des compétences qui n'auraient pas fait l'objet d'une reconnaissance préalable dans le cadre de l'accréditation.

Cependant le laboratoire peut, s'il le souhaite, utiliser d'autres méthodes dérivées ou d'autres méthodes reconnues, ou appliquer ses propres méthodes dès lors qu'il justifie son choix et qu'il valide ou confirme selon les cas ces méthodes.

Conformément au référentiel LAB REF 08, la mention des incertitudes à la portée n'est pas obligatoire puisque ce domaine est classé dans les activités d'essais. Toutefois cette mention est fortement recommandée pour la vérification du système de force puisqu'utile au client.

Dans tous les cas, le laboratoire établit et tient à jour un descriptif de ses capacités (bornes quantitatives des domaines de mesure, classes, incertitudes, moyens associés).

La portée donnée ci-dessous est représentative de l'ensemble des activités couvertes par le domaine objet de ce guide :

LA VERSION ELECTRONIQUE N'EST PAS OFFICIELLE

Equipements Industriels et Produits d'Ingénierie / Machines d'Essais Mécaniques / Essais de performance ou d'aptitude à la fonction							
Objet soumis à essai	Nature de l'essai	Caractéristique ou grandeur mesurée	Référence de la méthode	Principe de la méthode	Principaux moyens d'essai	Incertitude élargie *	Prestation en laboratoire (L) et/ou sur site (S)
Machines de traction de classe 0,5	Vérification du système de mesure de force en traction (justesse, répétabilité, zéro, résolution) et de la vitesse de montée en charge	Force	NF EN ISO 7500-1, ASTM E4	Comparaison à une force engendrée par des masses étalon	Séries de masses De 1 N à 500 N	0,10 %	S
				Comparaison à une chaîne de mesure de force	Chaînes de mesure de force De 500 N à 500 kN	0,20 %	S
Machines de compression pour des matériaux autres que les bétons de classe 0,5	Vérification du système de mesure de force en compression (justesse, répétabilité, zéro, résolution) et de la vitesse de montée en charge	Force	NF EN ISO 7500-1 ASTM E4	Comparaison à une chaîne de mesure de force	Chaînes de mesure de force De 10 kN à 1000 kN	0,30 %	S
Machines de compression pour bétons et matériaux de construction de classe 1	Vérification du système de mesure de force en compression (justesse, répétabilité, zéro, résolution) ; vitesse de montée en charge auto-alignement de la rotule, planéité des plateaux	Force	NF EN ISO 12390-4	Comparaison à une chaîne de mesure de force	Chaînes de mesure de force De 100 kN à 5000 kN	0,50 %	S
Extensomètres de classe 0,5	Vérification d'extensomètre par variation de longueur	Déplacement ou déformation	NF EN ISO 9513 ASTM E83	Comparaison à une chaîne de mesure de déplacement	Banc micrométrique et capteurs de déplacement	0,30%	S

*L'incertitude mentionnée est la composante instrumentale liée aux moyens de mesure utilisés. Les composantes liées à la machine en essai seront utilisées pour exprimer l'incertitude finale.

Equipements Industriels et Produits d'Ingénierie / Machines d'Essais Mécaniques / Essais de performance ou d'aptitude à la fonction							
Objet soumis à essai	Nature de l'essai	Caractéristique ou grandeur mesurée	Référence de la méthode	Principe de la méthode	Principaux moyens d'essai	Incertitude élargie *	Prestation en laboratoire (L) et/ou sur site (S)
Machines de dureté BRINELL	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6506-2 (méthode indirecte) ASTM E10 (méthode indirecte)	Comparaison à des blocs de référence	Blocs de référence	1,2%	S
Machines de dureté BRINELL	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6506-2 (méthode directe) ASTM E10 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force, de dimension et de temps	Capteurs de force, balance, micromètre objet, chronomètre	1,2%	S
Machines de dureté ROCKWELL	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6508-2 (méthode indirecte) ASTM E18 (méthode indirecte)	Comparaison à des blocs de référence	Blocs de référence	1,2%	S
Machines de dureté ROCKWELL	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6508-2 (méthode directe) ASTM E18 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force, de dimension et de temps	Capteurs de force, balance, micromètre objet, chronomètre	1,2%	S
Machines de dureté VICKERS	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6507-2 (méthode indirecte) ASTM E384 (méthode indirecte)	Comparaison à des blocs de référence	Blocs de référence	1,2%	S

*L'incertitude mentionnée est la composante instrumentale liée aux moyens de mesure utilisés. Les composantes liées à la machine en essai seront utilisées pour exprimer l'incertitude finale.

Equipements Industriels et Produits d'Ingénierie / Machines d'Essais Mécaniques / Essais de performance ou d'aptitude à la fonction							
Objet soumis à essai	Nature de l'essai	Caractéristique ou grandeur mesurée	Référence de la méthode	Principe de la méthode	Principaux moyens d'essai	Incertitude élargie *	Prestation en laboratoire (L) et/ou sur site (S)
Machines de dureté VICKERS	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 6507-2 (méthode directe) ASTM E384 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force, de dimension et de temps	Capteurs de force, balance, micromètre objet, chronomètre	1,2%	S
Machine de dureté KNOOP	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 4545-2 (méthode indirecte) ASTM E384 (méthode indirecte)	Comparaison à des blocs de référence	Blocs de référence	1,2%	S
Machine de dureté KNOOP	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 4545-2 (méthode directe) ASTM E384 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force, de dimension et de temps	Capteurs de force, balance, micromètre objet, chronomètre	1,2%	S
Machine de dureté par rebond	Vérification de la machine	Dureté	ASTM A956 (méthode indirecte)	Comparaison à des blocs de référence	Blocs de référence	1,2%	S
Machine de dureté SHORE	Vérification de la machine	Dureté	NF EN ISO 18898 (méthode directe) ASTM D2240 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force, de dimension et de temps	Capteurs de force, balance, micromètre objet, chronomètre	1,2%	S

*L'incertitude mentionnée est la composante instrumentale liée aux moyens de mesure utilisés. Les composantes liées à la machine en essai seront utilisées pour exprimer l'incertitude finale.

Equipements Industriels et Produits d'Ingénierie / Machines d'Essais Mécaniques / Essais de performance ou d'aptitude à la fonction							
Objet soumis à essai	Nature de l'essai	Caractéristique ou grandeur mesurée	Référence de la méthode	Principe de la méthode	Principaux moyens d'essai	Incertitude élargie *	Prestation en laboratoire (L) et/ou sur site (S)
Moutons pendules Flexion par choc	Vérification globale du mouton-pendule (énergie et caractéristique dimensionnelle)	Energie de rupture	NF EN ISO 148-2 (méthode indirecte) ASTM E23	Comparaison à des matériaux de référence	Matériaux de référence Charpy V d'énergie de rupture de 10 à 240 J	4%	S
Moutons pendules Flexion par choc	Vérification globale du mouton-pendule (énergie et caractéristique dimensionnelle)	Energie de rupture Caractéristiques dimensionnelles	NF EN ISO 148-2 (méthode directe)	Comparaison à une chaîne de mesure de force et de dimension	Capteurs de force, angle, longueur	4%	S

*L'incertitude mentionnée est la composante instrumentale liée aux moyens de mesure utilisés. Les composantes liées à la machine en essai seront utilisées pour exprimer l'incertitude finale.

Portée flexible de type FLEX1 : *Le laboratoire est reconnu compétent pour pratiquer les essais en suivant les méthodes référencées et leurs révisions ultérieures.*

7. GUIDE DE LECTURE DES EXIGENCES NORMATIVES ET RECOMMANDATIONS

7.1. Revue de contrat

Il convient de s'assurer que le domaine et les conditions de vérifications des machines correspondent au besoin du client en termes d'utilisation de ces machines d'essais, notamment : norme concernée en fonction du matériau testé, paramètres vérifiés, domaine quantitatif de vérification, classe attendue, charges croissantes/décroissantes, en mode statique.

7.2. Raccordement des étalons

7.2.1. *Cas des dynamomètres*

Pour l'étalonnage de ses étalons, le laboratoire documente les points suivants :

- les interfaces mécaniques utilisées couramment,
- la durée usuelle de mise sous tension de l'instrumentation,
- les conditions d'environnement usuelles du dynamomètre,
- les réglages à effectuer sur le pont de mesure, si ceux-ci sont possibles,
- le degré du polynôme d'interpolation utilisé entre les points d'étalonnage,
- la classe, le domaine et les points d'étalonnages spécifiés, répondant aux exigences de la norme technique de vérification.

7.2.2. *Périodicité des raccordements*

La dérive des capteurs étant une des principales composantes d'incertitudes, il convient de la calculer et de l'enregistrer pour chaque point d'étalonnage.

Afin d'assurer la cohérence de la classe du capteur avec celle des machines à vérifier, un critère d'acceptation usuel pour la dérive maximale est : deux fois l'erreur relative maximale de répétabilité avec rotation (b) tolérée pour la classe du dynamomètre telle que définie dans la norme NF EN ISO 376.

En l'absence d'historique sur la dérive du capteur, il est vivement recommandé de ne pas dépasser 12 mois entre les premiers raccordements.

Pour les masses, il est recommandé de ne pas dépasser 4 ans pour la périodicité de raccordement.

7.2.3. *Surveillance et contrôle de cohérence*

Entre deux raccordements au SI, pour maintenir la confiance dans le statut de l'étalonnage de l'équipement, il convient d'effectuer des vérifications intermédiaires. Par exemple pour les dynamomètres :

- en effectuant un contrôle de cohérence entre dynamomètres, sur un point au moins, sur une machine dont les caractéristiques métrologiques n'ont pas d'influence notable sur le déroulement de la comparaison et d'une classe permettant l'exploitation des écarts numériques relevés,
- en suivant l'indication du dynamomètre à charge nulle, avant et après chaque utilisation,
- en effectuant, pour les dynamomètres peu utilisés, les contrôles en service au moins toutes les cinq utilisations du capteur.

Si le dynamomètre comporte un dispositif électronique dont le réglage est accessible normalement à l'opérateur (exemple : réglage de gain d'un amplificateur), celui-ci doit comporter un dispositif auxiliaire interne (cran ou résistance de calibrage interne) ou un dispositif externe (générateur) permettant de vérifier ponctuellement que ce réglage est identique à celui effectué lors de l'étalonnage du dynamomètre. Il en est de même si la chaîne d'acquisition comporte un système informatique.

7.3. Moyens techniques pour la vérification des machines d'essais de flexion par choc et des machines d'essais de dureté.

Pour les éprouvettes de flexion par choc de référence ainsi que pour les blocs de référence de dureté, il convient d'utiliser des Matériaux de Référence Certifiés.

La gestion des blocs de référence de dureté doit préciser les conditions de marquage de ces blocs permettant de s'assurer que les blocs de référence n'ont pas été ré usinés.

7.4. Interventions sur site client

7.4.1. Transports des étalons

Toutes les dispositions sont prises pour protéger les étalons lors des déplacements. Un moyen d'assurer la bonne protection des étalons est d'utiliser un emballage étanche avec calage adapté (par exemple : mousse absorbante) et empreinte à la forme du capteur. Une attention particulière est portée aux conditions météorologiques extrêmes (température, humidité) pour l'ensemble des systèmes d'étalonnage (force et extensométrique) et des étalons de référence (dureté et flexion par chocs).

7.4.2. Conditions ambiantes

L'organisme de vérification doit disposer des éléments factuels permettant d'apprécier l'influence du coefficient de température, tels l'étalonnage à des températures différentes couvrant la gamme d'utilisation ou faire appel aux données fournies par le constructeur dans des fiches techniques.

La procédure de mise en œuvre des dynamomètres utilisés pour la vérification des machines précise les limites d'utilisation en température de ceux-ci.

Il est recommandé que l'erreur relative due à la température ne soit pas supérieure à l'erreur relative maximale de répétabilité avec rotation (b) tolérée pour la classe du dynamomètre, telle que définie dans la norme NF EN ISO 376.

L'isolation vibratoire par rapport à l'environnement et le découplage des machines font l'objet d'une attention particulière.

7.4.3. Utilisation des dynamomètres

Les éléments constitutifs du dispositif de mesure, autres que le dynamomètre lui-même, sont clairement identifiés dans un document.

L'organisme vérificateur des machines fait apparaître pour chacun :

- l'identification de tout élément de la chaîne de mesure (alimentation, amplificateur, afficheur, câble de liaison, ...),
- l'identification des interfaces mécaniques utilisées (découpleurs, semelle d'appui, étriers, grain de compression).

Lorsque les dynamomètres sont utilisés à des valeurs autres que celles du raccordement, l'organisme accrédité apporte la preuve que le polynôme d'interpolation, figurant dans le certificat d'étalonnage du dynamomètre, est effectivement utilisé lors des vérifications des machines.

Dans le cas contraire, la classe du dynamomètre est établie en prenant en compte la méthode d'interpolation utilisée et les erreurs de modélisation associées.

Le système de mesure de force de la machine est vérifié installé dans la machine.

Clarification pour le cas particulier de la vérification du transfert de la force suivant la norme NF EN 12390-4 :

Concernant la détermination du paramètre A3 (auto-alignement du plateau supérieur de la machine) il convient de déterminer la différence entre les valeurs maximale et minimale du taux de contrainte pour la comparer à la valeur admissible tolérée définie dans le tableau 3 de la norme.

7.4.4. Utilisation des éprouvettes de flexion par choc de référence

L'organisme accrédité pour les vérifications consigne les modalités de mise en œuvre des éprouvettes de flexion par choc de référence. Celui-ci respecte les prescriptions de conditionnement et de préparation définies par l'organisme les ayant caractérisées. Les éprouvettes raccordées au SI sont adaptées au rayon de courbure du couteau du mouton pendule à vérifier.

7.5. Participation aux comparaisons inter laboratoires

Conformément aux préconisations du § 5.9 de la norme NF EN ISO/CEI 17025, il convient que le laboratoire apporte des éléments établissant la qualité des résultats d'essais en participant périodiquement à des comparaisons inter laboratoires, et qu'il exploite les résultats de celles-ci.

En l'absence de programmes de comparaison organisés, par des organismes tiers, pour les essais de vérification des machines, il est recommandé que les laboratoires planifient des comparaisons, et organisent ou participent à des comparaisons (bilatérales ou plus) pour chaque grandeur mesurée (force, déformation, dureté, énergie) avant la demande initiale et au cours du cycle d'accréditation.

Afin de faciliter l'interprétation des comparaisons, il est recommandé que trois laboratoires au moins y participent (les comparaisons bilatérales constituent une alternative acceptable, s'il est difficile de trouver plusieurs laboratoires pour un domaine d'essai donné).

7.6. Présentation des résultats

L'ensemble des informations contenues dans le rapport d'essai est décrit dans les paragraphes 5.10.1, 5.10.2 et 5.10.3 de la norme NF EN ISO/CEI 17025 et dans le paragraphe 9.2.2.1 du LAB REF 02.

Les modalités d'usage de la marque Cofrac sont décrites dans le document GEN REF 11.

Toute déclaration de conformité précise le mode de prise en compte des incertitudes d'étalonnage : l'utilisation d'un étalon de classe adaptée, tel que défini dans la norme technique, induit la prise en compte implicite de l'incertitude

Le rapport de vérification mentionne toutes les opérations effectuées sur la machine, y compris celles de maintenance (nettoyage, lubrification, réglage) réalisées hors accréditation.

Note : Dans le cas où la maintenance impacte les caractéristiques métrologiques de la machine, les données de vérification avant maintenance sont fournies au client.

Cas particulier de la norme NF EN 12390-4 : le rapport de vérification précise si des caractéristiques autres que la force ont été vérifiées ou pas (transfert de la force selon les paragraphes A3, A4 et A5 de la norme, planéité des plateaux, vitesse d'application de la force).

8. MODALITES D'EVALUATION

Une prestation sur site client est observée au moins une fois sur le cycle d'accréditation et pour toute demande d'accréditation initiale ou d'extension dans le domaine.

Pour la définition des lieux et durées d'évaluation les points suivants sont pris en compte par la structure permanente:

- le ou les lieux de traitement de la revue de contrat,
- les modalités de signature des rapports émis sous accréditation,
- la réalisation de prestations avec des intervenants différents d'une évaluation à une autre (afin d'éviter d'auditer systématiquement le même intervenant).

Les nouveaux vérificateurs sont évalués en priorité grâce à une préparation de l'audit coordonnée par les membres de la structure permanente, des évaluateurs et des personnels d'encadrement du laboratoire.

LA VERSION ELECTRONIQUE FAIT FOI