



# Vérification des Machines d'Essais Mécaniques

LAB GTA 69 – Révision 03

LA VERSION ELECTRONIQUE FAIT FOI





## SOMMAIRE

<b>1. OBJET DU DOCUMENT .....</b>	<b>3</b>
<b>2. REFERENCES .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>4</b>
<b>4. MODALITES D'APPLICATION .....</b>	<b>4</b>
<b>5. MODIFICATIONS APORTEES A L'EDITION PRECEDENTE .....</b>	<b>4</b>
<b>6. EXPRESSION DE LA PORTEE D'ACCREDITATION.....</b>	<b>5</b>
<b>7. GUIDE DE LECTURE DES EXIGENCES NORMATIVES ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>5</b>
7.1. REVUE DE CONTRAT .....	5
7.2. RACCORDEMENT DES ETALONS.....	5
7.2.1. <i>Cas des dynamomètres.....</i>	<i>5</i>
7.2.2. <i>Périodicité des raccordements.....</i>	<i>6</i>
7.2.3. <i>Surveillance et contrôle de cohérence.....</i>	<i>6</i>
7.3. MOYENS TECHNIQUES POUR LA VERIFICATION DES MACHINES D'ESSAIS DE FLEXION PAR CHOC ET DES MACHINES D'ESSAIS DE DURETE.....	6
7.4. INTERVENTIONS SUR SITE CLIENT .....	6
7.4.1. <i>Transport des étalons.....</i>	<i>6</i>
7.4.2. <i>Conditions ambiantes.....</i>	<i>7</i>
7.4.3. <i>Utilisation des dynamomètres.....</i>	<i>7</i>
7.4.4. <i>Utilisation des éprouvettes de flexion par choc de référence.....</i>	<i>7</i>
7.5. PARTICIPATION AUX COMPARAISONS INTER-LABORATOIRES .....	8
7.6. RAPPORT DE VERIFICATION.....	8
7.6.1. <i>Vérifications effectuées.....</i>	<i>8</i>
7.6.2. <i>Incertitude et déclaration de conformité.....</i>	<i>8</i>
7.6.3. <i>Plage de vérification.....</i>	<i>9</i>
7.6.4. <i>Cas particulier de la norme NF EN 12390-4.....</i>	<i>9</i>



## 1. OBJET DU DOCUMENT

La norme NF EN ISO/IEC 17025 définit les exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Au regard de certains documents internationaux (par exemple EA-4/02, ILAC P9...), le Cofrac s'attache à développer dans des guides techniques d'accréditation (GTA) qu'il publie, des recommandations spécifiques au(x) domaine(s) considéré(s), en vue de guider les organismes dans la mise en œuvre des exigences du référentiel d'accréditation et en vue d'harmoniser les approches.

Le présent Guide Technique d'Accréditation (GTA) vise à établir des recommandations issues des bonnes pratiques admises dans le domaine et de la normalisation en vigueur. Il constitue un guide de lecture des exigences de ladite norme pour le domaine de la vérification des machines d'essais mécaniques.

Ce guide ne se substitue pas aux exigences et/ou aux normes applicables au sein du laboratoire. Les recommandations qu'il contient et que le laboratoire est libre d'appliquer sont celles reconnues par le Cofrac comme étant les plus appropriées pour répondre aux exigences de la norme NF EN ISO/IEC 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 précitée.

## 2. REFERENCES

Le présent guide prend en compte les exigences des documents suivants :

- Norme NF EN ISO/IEC 17025:2017 : « Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais »
- 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/IEC 17025 : 2017 »
- LAB REF 05 : « Règlement d'accréditation »
- LAB REF 08 : « Expression et évaluation des portées d'accréditation »
- GEN REF 11 : « Règles générales pour la référence à l'accréditation et aux accords de reconnaissance internationaux »
- GEN REF 10 : « Traçabilité des résultats de mesure – Politique du Cofrac et modalités d'évaluation »
- Norme NF EN ISO 376:2011 : « Matériaux métalliques - Étalonnage des instruments de mesure de force utilisés pour la vérification des machines d'essais uniaxiaux »
- Norme NF EN ISO 7500-1:2018 : « Matériaux métalliques - Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux - Partie 1 : machines d'essai de traction/compression - Étalonnage et vérification du système de mesure de force »
- Norme ISO 9513:2012 : « Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux »
- Norme ASTM E4-21 : « Standard Practices for Force Calibration and Verification of Testing Machines »
- JCGM 100 (G.U.M) : « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure »
- JCGM 200 (V.I.M) : « Vocabulaire International de Métrologie Concepts fondamentaux et généraux et termes associés »



- EURAMET Calibration Guide No. 4 : « Guidelines on the Uncertainty of Force Measurements »

### 3. DOMAINE D'APPLICATION

Ce guide, résultat d'un travail collaboratif, s'adresse :

- aux laboratoires accrédités ou candidats à l'accréditation dans le domaine de la vérification des machines d'essais mécaniques ;
- aux laboratoires d'essais accrédités réalisant des prestations dans ce domaine pour leur propre usage dans le cadre de leur métrologie interne ;
- aux évaluateurs du Cofrac, pour lesquels il constitue une base d'harmonisation pour l'évaluation ;
- aux membres des instances décisionnelles du Cofrac (Comité de Section, Commission d'Accréditation "Physique-Mécanique") ;
- aux membres de la structure permanente du Cofrac.

Dans le présent guide, on entend par « Machine d'essai mécanique » tout équipement permettant la réalisation des essais du domaine, y compris les appareils portatifs.

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

### 4. MODALITES D'APPLICATION

Le présent document est applicable à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2023.

Dans ce document, les formes verbales suivantes sont utilisées :

Le terme « **doit** » exprime une exigence. Les exigences correspondent à la retranscription des exigences de la norme d'accréditation, du prescripteur ou de la réglementation, ou relèvent des règles d'évaluation et d'accréditation du Cofrac. Ainsi, dès lors que le texte reprend des exigences, elles sont surlignées en gris.

Le terme « **devrait** » exprime une recommandation de bonne pratique. L'organisme est libre de ne pas suivre la recommandation s'il peut démontrer que les dispositions alternatives qu'il met en œuvre satisfont les exigences d'accréditation.

Le terme « **peut** » exprime une permission ou une possibilité. La possibilité est généralement employée pour indiquer des moyens de satisfaire une exigence donnée, que l'organisme est libre d'appliquer ou non.

### 5. MODIFICATIONS APPORTEES A L'EDITION PRECEDENTE

Les modifications apportées sont indiquées par une marque de révision en marge gauche du document.

Les principaux changements visent à :

- aligner le contenu de ce guide aux exigences de la nouvelle version 2017 de la norme NF EN ISO/IEC 17025 et supprimer la table de références croisées des versions 2017 et 2005 de la norme NF EN ISO/IEC 17025 ;
- préciser l'objet et les modalités d'application du document ;
- supprimer les exemples de portées d'accréditation qui ont été intégrés dans le document LAB INF 69 ;



- préciser les exigences dans le cas où le laboratoire déterminerait lui-même le polynôme de correction des dynamomètres (§ 7.4.3) ;
- supprimer la clarification en lien avec la norme NF EN 12390-4, suite à sa révision (§ 7.4.3) ;
- ajouter une précision concernant l'application de la norme NF EN 7500-1 (§ 7.4.3) ;
- préciser les attentes en matière de contenu du rapport de vérification (§ 7.6).

## 6. EXPRESSION DE LA PORTEE 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.

Le document **LAB INF 69** présente la nomenclature des portées d'accréditation dans le domaine. Lors d'une demande d'accréditation (initiale ou extension), le laboratoire se reporte aux tableaux figurant dans ce document pour établir sa portée d'accréditation.

Conformément au document LAB REF 08, la mention des incertitudes dans la portée n'est pas obligatoire, le domaine étant classé dans les activités d'essais. Toutefois, le laboratoire devrait tenir à jour et mettre à disposition de ses clients un descriptif de ses capacités (bornes quantitatives des domaines de mesure, classes, incertitudes, moyens associés, etc.).

## 7. GUIDE DE LECTURE DES EXIGENCES NORMATIVES ET RECOMMANDATIONS

### 7.1. Revue de contrat

§ 7.1 et § 7.2 norme NF EN ISO/IEC 17025

Le laboratoire doit 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, etc.

### 7.2. Raccordement des étalons

§ 6.4 et § 6.5 norme NF EN ISO/IEC 17025  
GEN REF 10

#### 7.2.1. Cas des dynamomètres

Pour l'étalonnage de ses étalons, le laboratoire devrait documenter 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, le laboratoire devrait la calculer et 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 reproductibilité 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, le laboratoire ne devrait pas dépasser 4 ans pour la périodicité de raccordement.

### 7.2.3. Surveillance et contrôle de cohérence

Entre deux raccordements au Système International d'Unités (SI), pour maintenir la confiance dans le statut de l'étalonnage de l'équipement, le laboratoire devrait 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 devrait 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, le laboratoire devrait utiliser des Matériaux de Référence Certifiés.

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

## 7.4. Interventions sur site client

### 7.4.1. Transport des étalons

Conformément aux § 6.4.3, le laboratoire doit prendre toutes les dispositions nécessaires 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 extensométrie) et des étalons de référence (dureté et flexion par chocs).



### 7.4.2. Conditions ambiantes

Le laboratoire doit assurer que les exigences relatives aux conditions ambiantes sont satisfaites conformément au § 6.3.5 de la norme NF EN ISO/IEC 17025. Ainsi, le laboratoire devrait 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.

En lien avec les § 6.3.2 et 6.4.5 de la norme NF EN ISO/IEC 17025, les limites d'utilisation en température des dynamomètres étalons utilisés pour la vérification des machines doivent être définies. Elles peuvent par exemple figurer dans une procédure de mise en œuvre des dynamomètres.

Il est recommandé que l'erreur relative due à la température ne soit pas supérieure à l'erreur relative maximale de reproductibilité 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 devraient faire 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, devraient être clairement identifiés dans un document.

Cette identification inclut, pour chaque dispositif de mesure, sans toutefois s'y limiter :

- 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 entre deux points de leur étalonnage, le laboratoire devrait corriger ces valeurs en utilisant le polynôme figurant dans le certificat d'étalonnage. A défaut, le laboratoire devrait déterminer un polynôme. Dans ce cadre, et conformément au § 6.2.3 de la norme NF EN ISO/IEC 17025, il doit maîtriser la norme NF EN ISO 376 sur ce point.

Le système de mesure de force de la machine est vérifié installé dans la machine, sauf cas particulier suivant la norme ASTM E4.

#### **Clarification concernant l'application des paliers de force suivant la norme NF EN 7500-1 :**

Dans le cas d'un étalonnage d'une machine d'essais comprenant des paliers en dessous des 20 %, il est possible de suivre l'exemple mentionné dans la norme :

##### Exemple 1 :

Pour un étalonnage de la machine de 4 % à 100 %, il est possible de choisir les paliers suivants :

- 100 % ; 80 % ; 60 % ; 40 % ; 20 % ; 10 % ; 7 % et 4 %.

##### Exemple 2 :

Pour un étalonnage de la machine de 0,7 % à 100 %, il est possible de choisir les paliers suivants :

- 100 % ; 80 % ; 60 % ; 40 % ; 20 % ; 10 % ; 7 % ; 4 % ; 2 % ; 1 % et 0,7 %.

L'exigence d'un facteur 2 maximum entre 2 points adjacents est ainsi respectée.

### 7.4.4. Utilisation des éprouvettes de flexion par choc de référence

Une bonne pratique consiste à consigner les modalités de mise en œuvre des éprouvettes de flexion par choc de référence, en respectant les prescriptions de conditionnement et de préparation définies



par l'organisme les ayant caractérisées. Les éprouvettes raccordées au SI devraient être adaptées au rayon de courbure du couteau du mouton pendule à vérifier.

## 7.5. Participation aux comparaisons inter-laboratoires

§ 7.7 norme NF EN ISO/IEC 17025

Afin de faciliter l'interprétation des comparaisons inter-laboratoires, il est recommandé que trois laboratoires au moins y participent. Les comparaisons bilatérales constituent toutefois une alternative acceptable, s'il est difficile de trouver plusieurs laboratoires pour un essai donné.

## 7.6. Rapport de vérification

§ 7.8 norme NF EN ISO/IEC 17025

### 7.6.1. Vérifications effectuées

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

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

### 7.6.2. Incertitude et déclaration de conformité

L'utilisation d'un étalon de classe adaptée, tel que défini dans la norme technique, induit la prise en compte implicite de l'incertitude dans la déclaration de conformité (même si elle n'est pas retranchée à l'écart maximal toléré).

Le document LAB GTA 86 donne par ailleurs des recommandations concernant la prise en compte des incertitudes dans la déclaration de conformité.

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	0,4	1,3
2	0,8	2,7

(\*) La valeur la plus grande étant retenue.

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 de mesure, 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 anglaise 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.

### **7.6.3. Plage de vérification**

Le laboratoire devrait ajouter dans le rapport de vérification une mention sur les limitations de la plage de vérification, et qu'il ne peut s'engager sur la validité des valeurs en-dehors de cette plage.

### **7.6.4. 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, planéité des plateaux, vitesse d'application de la force, rugosité, dureté, ...).

LA VERSION ELECTRONIQUE FAIT FOI