

NORME
INTERNATIONALE

ISO
3187

Première édition
1989-07-01

**Produits réfractaires — Détermination du fluage
à la compression**

Refractory products — Determination of creep in compression
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 3187:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57e4dfdf-de35-445b-b93c-c6fed36e4e8a/iso-3187-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57e4dfdf-de35-445b-b93c-c6fed36e4e8a/iso-3187-1989>



Numéro de référence
ISO 3187 : 1989 (F)

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 3187 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

[ISO 3187:1989](#)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57e4dfdf-de35-445b-b93c-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57e4dfdf-de35-445b-b93c-c6ed36e4e8a/iso-3187-1989)

[c6ed36e4e8a/iso-3187-1989](#)

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Produits réfractaires — Détermination du fluage à la compression

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode pour la détermination du fluage à la compression, c'est-à-dire la déformation d'un matériau ou produit réfractaire soumis à une charge constante dans des conditions d'équilibre thermique.

L'équipement utilisé pour cette méthode d'essai est identique à celui qui est utilisé pour la détermination de l'affaissement sous charge (voir ISO 1893).

NOTE — L'appareillage décrit convient en général pour déterminer le fluage à la compression jusqu'à 1 600 °C.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication de cette norme, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO/R 836 : 1968, *Vocabulaire pour l'industrie des matériaux réfractaires*.

ISO 1893 : 1989, *Produits réfractaires — Détermination de l'affaissement sous charge (différentiel — avec élévation de la température)*.

CEI 584-1 : 1977, *Thermocouples — Partie 1: Tables*.

CEI 584-2 : 1982, *Thermocouples — Partie 2: Tolérances*.

3 Définition

Pour les besoins de la présente Norme internationale, la définition suivante s'applique.

fluage : Déformation isotherme, en fonction du temps, d'un produit soumis à une charge.¹⁾

4 Principe

Chauffage d'une éprouvette de dimensions données dans des conditions prescrites jusqu'à une température donnée et application d'une charge de compression constante à l'une des deux étapes de l'essai (spécifiées en 7.2). Enregistrement de la déformation de l'éprouvette à température constante et évaluation du pourcentage de déformation en fonction du temps.

Il existe deux types d'essai, l'un avec application de la charge à la température ambiante, l'autre à la température d'essai.

NOTE — Les valeurs mesurées entre la cinquième heure de fluage et la fin de l'essai sont en général sensiblement identiques.

5 Appareillage

5.1 Dispositif de mise en charge

5.1.1 Généralités

Le dispositif de mise en charge doit permettre l'application, pendant toute la durée de l'essai, d'une charge dont la direction coïncide avec les axes du poussoir, de l'éprouvette, de la colonne d'appui et qui soit dirigée verticalement suivant ces axes. Ce dispositif doit comprendre les éléments indiqués en 5.1.2 à 5.1.5.

Une charge de compression constante est appliquée dans la direction verticale de l'éprouvette (du haut vers le bas), cette dernière reposant directement ou indirectement sur une base fixe. En conséquence, la déformation de l'éprouvette doit être mesurée à l'aide d'un système qui traverse, soit le dispositif de mise en charge, soit un support intermédiaire. Pour plus de commodité, le texte et les figures 1 et 2 de la présente Norme internationale décrivent un système de mesurage qui traverse la base, mais celui-ci peut, en permutant la colonne d'appui et la rondelle percées avec la colonne de poussée et la rondelle pleines, traverser le système de mise en charge, comme illustré par la figure 3.

NOTE — Bien que ces deux possibilités soient incluses dans la présente Norme internationale, placer de préférence le système de mesurage en-dessous du dispositif, comme l'indiquent les figures. Les justifications de cette disposition sont présentées dans l'annexe A.

1) Définition extraite de l'ISO/R 836.

5.1.2 Colonne fixe, d'au moins 45 mm de diamètre extérieur, et munie d'un trou axial (voir 5.1.5).

5.1.3 Colonne mobile, d'au moins 45 mm de diamètre extérieur.

5.1.4 Deux rondelles, de 5 à 10 mm d'épaisseur et d'au moins 50 mm de diamètre, constituées d'un matériau réfractaire approprié et compatible avec le matériau soumis à l'essai (par exemple, mullite cuite à haute température ou alumine pour les produits silico-alumineux, magnésie spinelle pour les produits basiques) placées entre l'éprouvette et les colonnes fixe et mobile. La rondelle placée entre l'éprouvette et la colonne fixe doit avoir un trou central (voir 5.1.5). Les extrémités des colonnes (fixe ou mobile) doivent être planes et perpendiculaires à leurs axes, les faces de chaque rondelle doivent être planes et parallèles.

NOTE — Une feuille de platine ou de platine-rhodium de 0,2 mm peut également être placée entre l'éprouvette et les rondelles pour éviter toute réaction chimique, en particulier dans le cas de produits de silice.

5.1.5 La disposition des deux colonnes, des deux rondelles, de la feuille de platine éventuellement utilisée, et de l'éprouvette est représentée en figure 2; celle-ci indique aussi les diamètres types des trous percés dans la colonne fixe et la rondelle intermédiaire.

5.1.6 Les colonnes et rondelles doivent pouvoir supporter la charge appliquée, jusqu'à la température finale de l'essai, sans déformation significative. Il ne doit pas y avoir de réaction entre les rondelles et le système d'application de la charge.

5.2 Four, de préférence d'axe vertical, permettant une élévation de la température de l'éprouvette jusqu'à la température finale d'essai à la vitesse de chauffage donnée (voir 7.4), en atmosphère d'air. Dès qu'elle dépasse 500 °C en régime stationnaire, la température de la zone du four occupée par l'éprouvette doit être uniforme, autour de celle-ci (12,5 mm au-dessus et au-dessous) à ± 20 K près; ceci doit être vérifié par des mesures effectuées avec des thermocouples placés à des points différents de la surface courbe de l'éprouvette. Au cours de la période de maintien à température constante, les variations de température indiquées par le thermocouple de régulation ne doivent pas dépasser 5 K.

NOTE — Le four doit être conçu de telle manière que l'on puisse accéder facilement à l'ensemble du dispositif, soit en déplaçant la colonne d'appui, soit, si l'accès au four est entravé, par rotation du four lui-même. Le dispositif doit être conçu de telle manière que la position de l'éprouvette et du poussoir soit verticale et coaxiale par rapport à la colonne d'appui avant l'application de la charge.

5.3 Dispositif de mesurage, comprenant les éléments suivants :

5.3.1 Tube d'alumine externe, placé à l'intérieur de la colonne fixe, reposant sur la rondelle inférieure et coulissant librement à l'intérieur de la colonne fixe (voir 5.3.3).

5.3.2 Tube d'alumine interne, placé à l'intérieur du tube passant à travers les trous de la rondelle inférieure et de l'éprouvette, venant buter contre la face inférieure de la rondelle supérieure, et coulissant librement à l'intérieur du tube externe, de la rondelle inférieure et de l'éprouvette (voir 5.3.3).

5.3.3 La disposition des deux tubes, des deux rondelles et de l'éprouvette est représentée à la figure 2; celle-ci indique aussi les diamètres extérieur et intérieur types des tubes interne et externe.

5.3.4 Appareil de mesurage approprié (par exemple, comparateur à cadran relié à un enregistreur automatique), fixé à l'extrémité du tube externe (voir 5.3.1) et actionné par le tube interne (voir 5.3.2). La sensibilité de l'appareil de mesure doit être de 0,005 mm au minimum.

5.3.5 Les tubes d'alumine doivent pouvoir supporter la charge imposée appliquée par l'appareil de mesure à toutes les températures jusqu'à la température finale de l'essai, sans présenter de déformation significative.

5.4 Appareils de mesurage de la température

5.4.1 Thermocouple central, logé dans le tube d'alumine interne (voir 5.3.2) du dilatomètre, et dont la soudure est située au centre de l'éprouvette, pour mesurer la température de l'éprouvette en son centre géométrique.

5.4.2 Thermocouple de régulation, placé dans une gaine protectrice située à l'extérieur de l'éprouvette (voir figure 1), pour la régulation de la vitesse d'élévation de la température.

NOTE — Pour certains types de fours, il peut être judicieux de placer le thermocouple plus près des éléments de chauffage.

5.4.3 Les thermocouples doivent être réalisés en fils de platine et/ou platine-rhodium; ils doivent être compatibles avec la température finale de l'essai et conformes à la publication CEI 584-1 ou 584-2.

5.4.4 La précision des thermocouples doit être vérifiée à intervalles réguliers.

5.5 Pied à coulisse, d'une précision de 0,1 mm.

6 Éprouvette

6.1 L'éprouvette doit être un cylindre de 50 mm \pm 0,5 mm de diamètre et de 50 mm \pm 0,5 mm de hauteur, percée d'un trou de 12 mm à 13 mm de diamètre la traversant dans toute sa hauteur. L'axe du trou doit être confondu avec l'axe du cylindre constitué par l'éprouvette.

NOTE — De préférence, orienter l'axe de l'éprouvette dans le sens du pressage du produit.

6.2 Par sciage (et rectification, si besoin est), assurer la planéité et le parallélisme des faces supérieure et inférieure de l'éprouvette, ainsi que leur perpendicularité à l'axe du cylindre. La surface du cylindre ne doit pas présenter de défauts visibles.

La différence entre deux mesures quelconques de la hauteur à l'aide du pied à coulisse ne doit pas être supérieure à 0,2 mm. Lorsque l'une des faces de l'éprouvette est placée sur un marbre et lorsqu'une équerre reposant également sur ce marbre est amenée en contact avec une partie quelconque de la périphérie de l'éprouvette, l'écart entre le côté de l'éprouvette et l'équerre ne doit pas dépasser 0,5 mm.

6.3 Afin de s'assurer de la planéité des surfaces inférieure et supérieure de l'éprouvette, les presser l'une après l'autre sur un marbre recouvert de papier carbone et de papier filtre (qualité dure) (0,15 mm d'épaisseur). Au lieu d'utiliser du papier carbone, il est possible d'encre les extrémités de l'éprouvette à l'aide d'un tampon encreur. Rectifier à nouveau les éprouvettes qui ne présentent pas deux impressions de couleur intégrale clairement visibles.

NOTE — Il est admis également de vérifier la planéité de la surface à l'aide d'une règle de précision.

7 Mode opératoire

7.1 Mesurer la hauteur de l'éprouvette à 0,1 mm près, ainsi que ses diamètres intérieur et extérieur. Mettre en place l'éprouvette entre la colonne d'appui et la colonne de poussée avec les rondelles intercalaires et régler le dispositif de mesurage à la position correcte. Placer l'ensemble à l'intérieur du four.

7.2 Appliquer sur le poussoir, à l'une des étapes suivantes de l'essai, une charge de compression constante :

- dès la mise en marche du four, c'est-à-dire à partir de la température ambiante;
- après avoir maintenu l'éprouvette à la température d'essai pendant une durée donnée (minimale : 1 h, maximale : 4 h).

Indiquer la formule retenue dans le rapport d'essai.

NOTE — La variante b) s'applique si le comportement du matériau doit être étudié seulement à la température d'essai, et permet que l'éprouvette soit exposée à un pré-traitement à la température d'essai. Indiquer la durée de ce pré-traitement dans le rapport d'essai.

7.3 La charge totale appliquée à l'éprouvette, y compris la masse de la colonne mobile et de la rondelle correspondante, doit être telle qu'elle crée dans l'éprouvette une contrainte correspondant à l'une des valeurs suivantes, avec une tolérance de $\pm 2\%$:

- pour les produits façonnés denses : 0,2 N/mm²;
- pour les produits isolants façonnés : 0,05 N/mm².

Arrondir la charge totale appliquée à 1 N près.

NOTE — Les produits non façonnés ne sont pas couverts par la présente Norme internationale, car il n'existe pas actuellement de méthodes normalisées de préparation des éprouvettes. Cependant, si des essais sont réalisés sur ces produits en utilisant la présente méthode, les charges recommandées sont :

- 0,1 N/mm² pour des produits denses non façonnés;
- 0,05 N/mm² pour des produits isolants non façonnés.

7.4 Élever la température du four conformément aux indications du thermocouple de régulation (voir 5.4.2) à une vitesse comprise entre 4,5 K/min et 5,5 K/min.

NOTE — Jusqu'à une température de 500 °C, une vitesse de montée en température allant jusqu'à 10 K/min peut être appliquée.

7.5 Lorsque la charge est appliquée au moment de la mise en marche du four, enregistrer les variations de la hauteur de l'éprouvette et de sa température à des intervalles inférieurs ou égaux à 5 min pendant la période de chauffage et pendant la première heure du palier à température constante, d'après les indications du thermocouple de régulation. Enregistrer ensuite les variations de hauteur à des intervalles de 30 min jusqu'à la fin de l'essai.

7.6 Lorsque la charge est appliquée après avoir maintenu l'éprouvette à température constante pendant un temps donné, enregistrer la variation de hauteur de l'éprouvette et de sa température, dès le début de la mise en charge, à des intervalles de 5 min pendant la première heure puis à des intervalles de 30 min jusqu'à la fin de l'essai.

7.7 La durée normale de l'essai est de 25 h.

NOTES

- La durée peut être prolongée, si besoin est, jusqu'à concurrence de 100 h maximum par multiples de 25 h.
- Si l'affaissement de l'éprouvette dépasse un pourcentage spécifié de sa hauteur initiale, il convient d'arrêter l'essai.

8 Évaluation des résultats

8.1 Charge appliquée à la température ambiante

8.1.1 Lorsque la charge est appliquée au moment de la mise en marche du four, utiliser les résultats obtenus en 7.5 pour tracer la courbe C_1 (figure 4) représentant en pourcentage les variations de hauteur de l'éprouvette en fonction de la température, sans tenir compte des variations de longueur des tubes d'alumine (5.3.1 et 5.3.2).

8.1.2 Déterminer en fonction de la température la variation de dimension d'une longueur du tube d'alumine intérieur (5.3.2) égale à la hauteur nominale de l'éprouvette. Exprimer la valeur de ces variations en pourcentages de la hauteur nominale H de l'éprouvette; à l'aide de ces pourcentages, tracer la courbe de correction C_2 , représentée à la figure 4.

8.1.3 Tracer la courbe corrigée C_3 (figures 4 et 5) dans laquelle, pour chaque température donnée, $AB = CD$.

8.1.4 Exprimer les résultats sous la forme

- d'une courbe représentant, en pourcentage, la variation de hauteur de l'éprouvette (par rapport à sa hauteur initiale) en fonction de la température pendant la période d'élévation de la température constante (voir figure 5);

- b) d'une courbe de fluage donnant, en pourcentage, la variation de hauteur de l'éprouvette (par rapport à la hauteur initiale) en fonction du temps pendant la période de maintien à température constante (voir figure 5);
- c) d'un tableau de fluage donnant, en pourcentage, la variation de la hauteur de l'éprouvette (par rapport à sa hauteur initiale) dès l'obtention d'une température constante, puis à des intervalles de 5 h;
- d) de la valeur du fluage total mesuré entre la 5^{ème} et la 25^{ème} heure d'essai.

NOTE — Si la déformation du matériau a commencé avant l'obtention de la température d'essai, en faire mention dans le rapport d'essai. Cette déformation est le pourcentage de la variation de hauteur de l'éprouvette (par rapport à sa hauteur initiale) se produisant entre la température à laquelle a été observée la valeur maximale sur la courbe de dilatation et la température d'essai.

8.2 Charge appliquée à la température d'essai

Lorsque la charge est appliquée après maintien de l'éprouvette à température constante, pendant un temps donné, exprimer les résultats du fluage, sans tenir compte de la correction due à la dilatation du tube d'alumine, de la manière suivante :

- a) une courbe de fluage donnant, en pourcentage, la variation de hauteur de l'éprouvette (par rapport à sa hauteur initiale) en fonction du temps pendant la période d'application de la charge;
- b) un tableau de fluage donnant, en pourcentage, la variation de hauteur de l'éprouvette (par rapport à sa hauteur initiale) au moment où la charge a été appliquée puis à des intervalles de 5 h;
- c) la valeur du fluage total mesurée entre la 5^{ème} et la 25^{ème} heure d'essai.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes :

- a) le nom du laboratoire d'essai;
- b) la date de l'essai;
- c) la référence à la présente Norme internationale, à savoir «Détermination du fluage à la compression conformément à l'ISO 3187»;
- d) la description du matériau soumis à l'essai (par exemple, fabricant, type, numéro du lot, etc.);
- e) s'il y a lieu, le nombre d'essais effectués sur chaque spécimen (brique);
- f) la position et l'orientation de l'éprouvette dans la brique ou la pièce d'origine;
- g) le type de four utilisé;
- h) la nature de l'atmosphère dans le four (si différente de l'air);
- i) les vitesses de montée en température;
- j) la température d'essai;
- k) si la charge a été appliquée dès la mise en marche du four ou après une période de maintien à la température d'essai;
- l) le temps de maintien à la température d'essai avant l'application de la charge s'il y a lieu;
- m) la charge appliquée;
- n) la durée d'application de la charge ou le pourcentage de déformation auquel l'essai a été arrêté;
- o) le résultat de l'essai selon 8.1.4 ou 8.2.

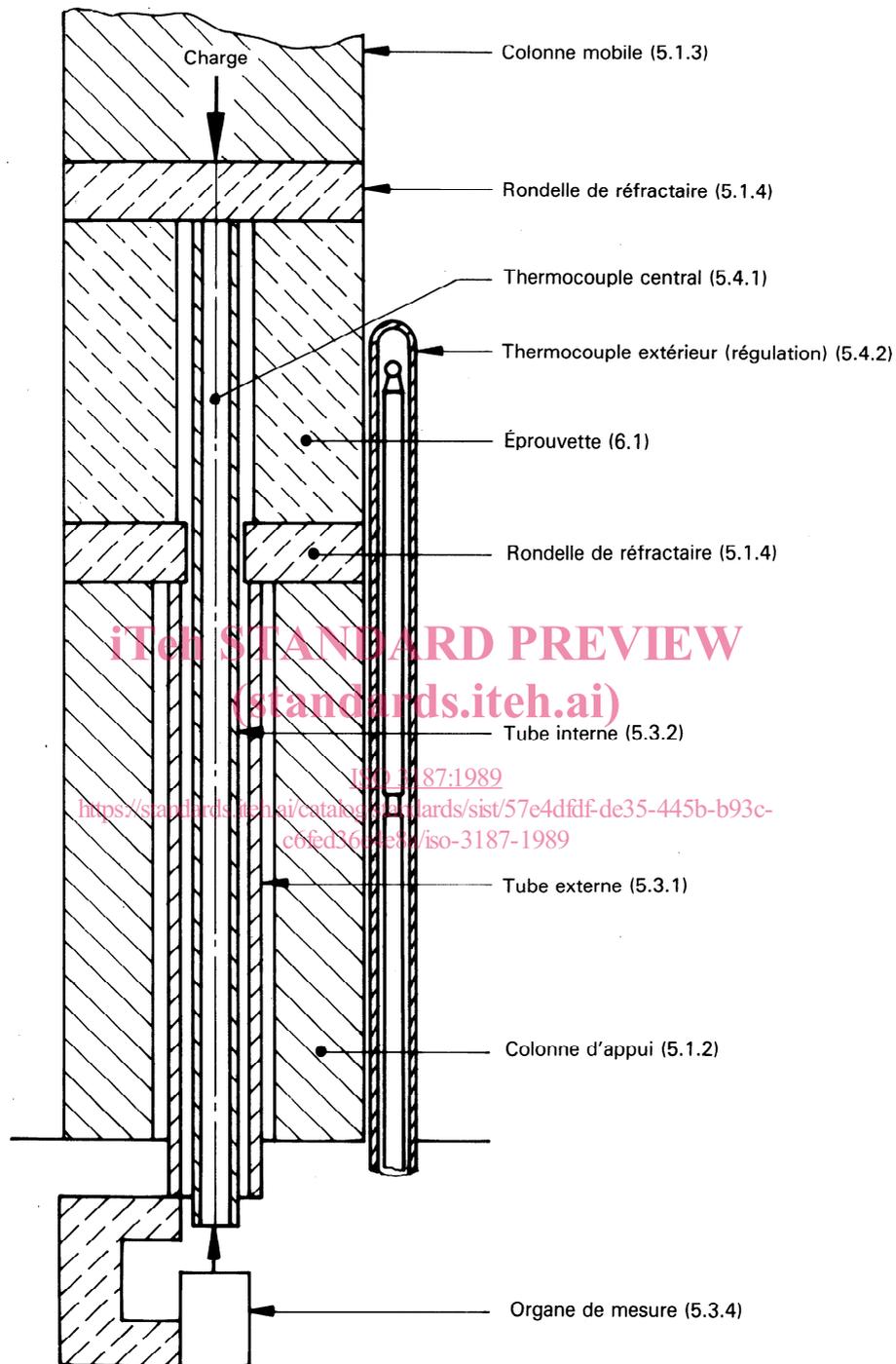
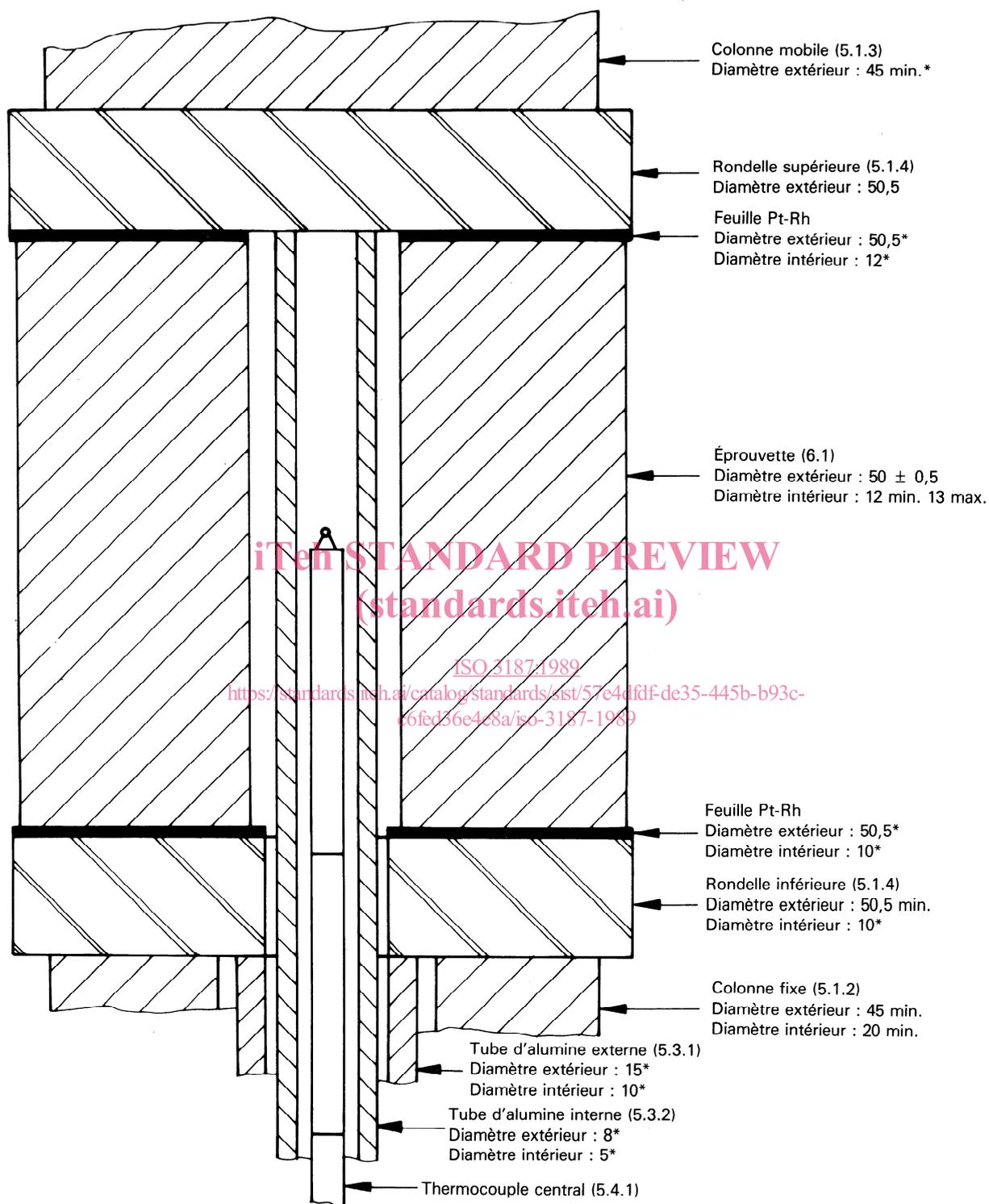


Figure 1 – Dispositif d'essai – Organe de mesure au-dessous de l'éprouvette



Toutes les dimensions sont en millimètres.
Les dimensions types sont marquées d'un astérisque *

Figure 2 — Disposition recommandée de l'éprouvette, des colonnes, rondelles et tubes

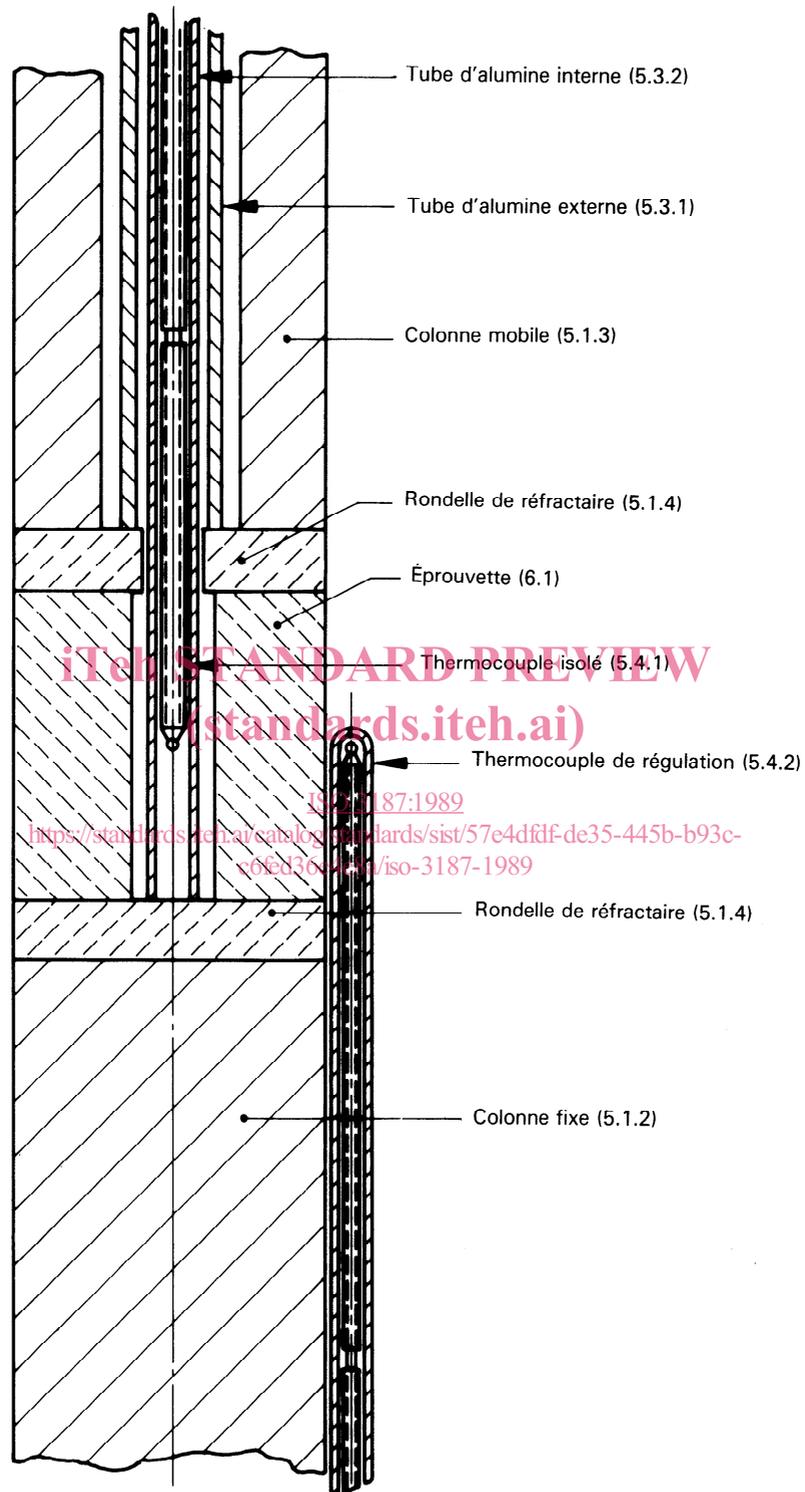


Figure 3 — Dispositif d'essai — Organe de mesure au-dessus de l'éprouvette