

NORME
INTERNATIONALE

ISO/ASTM
52902

Première édition
2019-07

**Fabrication additive — Pièces types
d'essai — Évaluation de la capacité
géométrique des systèmes de
fabrication additive**

*Additive manufacturing — Test artifacts — Geometric capability
assessment of additive manufacturing systems*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52902:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019>



Numéro de référence
ISO/ASTM 52902:2019(F)

© ISO/ASTM International 2019

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO/ASTM 52902:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/ASTM International 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou un intranet, sans autorisation écrite soit de l'ISO à l'adresse ci-après, soit d'un organisme membre de l'ISO dans le pays du demandeur. Aux États-Unis, les demandes doivent être adressées à ASTM International.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

ASTM International
100 Barr Harbor Drive, PO Box C700
West Conshohocken, PA 19428-2959, USA
Tél.: +610 832 9634
Fax: +610 832 9635
E-mail: khooper@astm.org
Web: www.astm.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Portée et utilisation	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Comparaison de résultats d'une machine.....	2
5 Principes généraux pour la production de pièces types d'essai	2
5.1 Généralités.....	2
5.2 Nécessité d'utiliser une matière première conforme à la spécification du matériau.....	2
5.3 Nécessité de mise en œuvre d'une intégration de pièce type d'essai conformément à une spécification de procédé documentée.....	3
5.4 Formats de fichier et préparation.....	3
5.5 Téléchargement des fichiers.....	3
5.6 Discussion sur la conversion de fichier.....	3
5.7 Format AMF privilégié (avec instructions/résolutions de conversion).....	3
5.8 Nécessité d'une spécification d'essai et d'un procédé d'essai.....	4
5.9 Quantité de pièces types d'essai.....	4
5.10 Position et orientation des pièces types d'essai.....	4
5.11 Considérations pour l'orientation.....	4
5.12 Étiquetage.....	4
5.13 Couverture.....	4
5.14 Gammes.....	5
5.15 Consolidation de pièce.....	5
5.16 Supports et post-traitement.....	5
6 Principes généraux pour la mesure de pièces types d'essai	5
6.1 Généralités.....	5
6.2 Mesure de pièces à l'état fabriqué.....	6
6.3 Stratégie de mesure.....	6
6.4 Incertitude de mesure.....	6
7 Géométries de pièce type d'essai	6
7.1 Généralités.....	6
7.2 Exactitude.....	7
7.2.1 Pièce type d'essai linéaire.....	7
7.2.2 Pièce type d'essai circulaire.....	8
7.3 Résolution.....	10
7.3.1 Tiges de résolution.....	10
7.3.2 Trous de résolution.....	12
7.3.3 Nervure de résolution.....	13
7.3.4 Fente de résolution.....	16
7.4 Texture de surface.....	18
7.4.1 Objectif.....	18
7.4.2 Géométrie.....	19
7.4.3 Mesure.....	20
7.4.4 Rapport.....	20
7.4.5 Considérations.....	21
7.5 Plaquette d'identification.....	21
7.5.1 Objectif.....	21
7.5.2 Géométrie.....	22
7.5.3 Considérations.....	22
Annexe A (informative) Exemple de configurations de pièce type d'essai	23

Annexe B (informative) Techniques de mesure	26
Annexe C (informative) Procédures de mesure	30
Annexe D (informative) Liste de noms et de dimensions d'échantillon	36
Bibliographie	38

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/ASTM 52902:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par l'ISO/TC 261, *Fabrication additive*, en coopération avec l'ASTM F 42, *Technologies de fabrication additive*, dans le cadre d'un accord de partenariat entre l'ISO et ASTM International dans le but de créer un ensemble de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/ASTM 52902:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d-254e8702441d/iso-astm-52902-2019>

Fabrication additive — Pièces types d'essai — Évaluation de la capacité géométrique des systèmes de fabrication additive

1 Domaine d'application

Le présent document couvre la description générale du benchmarking de géométries d'éprouvette ainsi que les mesures quantitatives et qualitatives à appliquer à la ou aux éprouvettes de benchmarking afin d'évaluer les performances de systèmes de fabrication additive (FA).

Cette évaluation de performances peut servir aux deux fins suivantes:

- Évaluation de la capacité du système FA;
- Étalonnage du système FA.

La ou les éprouvettes de benchmarking sont utilisées principalement pour évaluer quantitativement les performances géométriques d'un système FA. Le présent document décrit une suite de géométries d'essai, chacune conçue pour examiner une ou plusieurs mesures de performances spécifiques, ainsi que plusieurs configurations d'exemple de ces géométries au sein d'une ou plusieurs éprouvettes. Il prescrit les quantités et qualités des géométries d'essai à mesurer, mais ne stipule pas de méthodes de mesure spécifiques. Différentes applications d'utilisateur peuvent exiger différents niveaux de performances. Le présent document donne des exemples de configurations de forme ainsi que des exigences d'incertitude de mesure afin de faire la démonstration d'un examen et de performances de niveau bas et élevé. Le présent document ne donne pas de procédure ou de réglages de machine spécifiques pour la fabrication d'une éprouvette qui sont couverts par l'ASTM F2971 et à d'autres spécifications de procédé pertinentes.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO/ASTM 52900, *Fabrication additive — Principes généraux — Principes essentiels et vocabulaire*

ISO/ASTM 52921, *Terminologie normalisée pour la fabrication additive — Systèmes de coordonnées et méthodes d'essai*

ASME B46.1, *Texture de surface (Rugosité, ondulation et stries de surface)*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés de l'ISO/ASTM 52900 et de l'ISO/ASTM 52921 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

4 Portée et utilisation

4.1 Généralités

Les mesures et observations décrites dans le présent document sont utilisées pour évaluer la performance d'un système FA ayant une configuration de système et des paramètres de procédé donnés, en combinaison avec une matière première spécifique.

La caractérisation principale du système FA obtenue par le présent document est effectuée en fonction de l'exactitude géométrique, la finition de surface et les dimensions de forme minimales de la ou des éprouvettes de benchmarking.

4.2 Comparaison de résultats d'une machine

La ou les éprouvettes peuvent être fabriquées et mesurées, par exemple, quand la nouvelle machine est installée. La ou les éprouvettes peuvent être utilisées pour périodiquement évaluer les performances ou diagnostiquer un défaut dans un système FA, par exemple, après une maintenance du système ou tel que défini par les exigences d'un système de qualité.

La ou les éprouvettes décrites dans cette méthode d'essai peuvent être utilisées pour démontrer les capacités d'un contrat entre un acheteur et un vendeur de pièces FA ou de systèmes FA.

Les données provenant des mesures décrites dans le présent document peuvent être utilisées pour évaluer l'impact de nouveaux paramètres de procédé ou d'un matériau sur les performances du système FA.

Certaines géométries d'essai peuvent être incluses à chaque fabrication d'un système FA particulier pour aider à établir la traçabilité des performances. En fonction des besoins de l'utilisateur final, il n'est pas nécessaire d'intégrer toutes les pièces types d'essai et des pièces types d'essai individuelles peuvent être intégrées séparément si nécessaire.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ae330ec-82e3-4b9b-9a5d->

5 Principes généraux pour la production de pièces types d'essai

5.1 Généralités

Cet article définit des principes applicables à la production de toutes les géométries de pièce type d'essai dans le présent document. Les exigences de reporting constituent un aperçu en relation avec les étapes de production dans cet article, mais plus de détails sur la consignation et le reporting se trouvent dans les descriptions de pièce type d'essai individuelle données à [l'Article 7](#).

5.2 Nécessité d'utiliser une matière première conforme à la spécification du matériau

Pour garantir la répétabilité des résultats, l'utilisation d'une matière première de qualité est nécessaire. Il convient que l'utilisateur final détermine une spécification de la matière première et il convient que la matière première utilisée pour la pièce type d'essai corresponde à ladite spécification. Par exemple, la spécification peut inclure les propriétés particulières (dimension des particules, granulométrie, morphologie) pour les matières premières en poudre, les propriétés du vrac (telles que l'écoulement) et les propriétés chimiques (telles que la composition chimique et le niveau de contamination). Bien que les détails de la spécification du matériau ne doivent pas être divulgués (sauf accord contraire entre le fournisseur et l'acheteur), il convient qu'elle soit documentée par le producteur et notée avec une désignation alphanumérique unique comme spécifié par l'ASTM F2971:2013, Annexe A1, élément «B». Pour les procédés à base de poudre, il convient que la spécification du matériau aborde spécifiquement les limitations de réutilisation de poudre et le pourcentage de poudre vierge/poudre réutilisée.

5.3 Nécessité de mise en œuvre d'une intégration de pièce type d'essai conformément à une spécification de procédé documentée

Il convient que le traitement du matériau dans le système FA soit mis en œuvre conformément à une spécification de procédé/un plan de fabrication documenté, tel que spécifié par l'ASTM 2971:2013, Annexe A1, élément «C». Il peut s'agir d'une norme interne propriétaire ou d'une norme externe (sujet à négociations acheteur/vendeur), mais il convient que le producteur documente les réglages et conditions définissables par l'utilisateur relatives la fabrication de pièces. Par exemple, il convient qu'il documente les paramètres d'épaisseur de couche, les stratégies de fabrication (par exemple, axe de balayage, axe d'outil et/ou paramètres de balayage), les températures, etc. utilisés pendant la fabrication. Il convient que ce procédé soit constant pour toutes les pièces types d'essai produites au sein d'une même fabrication. Ces recommandations peuvent varier d'une utilisation à l'autre, ainsi il convient que les paramètres dans la spécification de procédé soient convenus entre le vendeur et l'utilisateur final.

5.4 Formats de fichier et préparation

Il convient que les formats de fichier utilisés et les étapes de préparation du fichier numérique, y compris les paramètres de découpe, soient inclus à la spécification de procédé. Des précautions doivent être prises lors de la création et du transfert des fichiers de données pour éviter la dégradation du modèle. Toute incohérence entre les deux affecte le résultat des essais sur les pièces types d'essai, raison pour laquelle les bonnes pratiques relatives au contrôle des formats de fichier et à la préparation sont discutées ici.

5.5 Téléchargement des fichiers

Les modèles numériques 3D pour les géométries de pièce type d'essai standards peuvent être téléchargés au format *.step sur <https://standards.iso.org/iso/52902/ed-1/en>. Pour une liste complète des fichiers disponibles, voir l'Annexe D.

5.6 Discussion sur la conversion de fichier

Quand un modèle CAO est converti au format AMF, STL (ou tout autre format de fichier intermédiaire), une fidélité suffisante doit être assurée afin de garantir que la pièce type d'essai ainsi produite reflète bien les capacités du système FA évalué. Il convient que la tolérance de conversion de fichier sélectionnée garantisse que l'écart maximal des données est inférieur d'un quart par rapport au modèle CAO nominal et, en supposant de bonnes pratiques de mesure, idéalement moins d'un dixième de l'exactitude attendue du système FA évalué. Actuellement, la plupart des équipements de fabrication additive ne peuvent pas produire de formes d'une résolution supérieure à 10 µm, raison pour laquelle les modèles CAO sont enregistrés au format STL/AMF afin de garantir une précision d'au moins 2,5 µm. Il s'agit des seules préconisations générales, et il convient qu'elles soient confirmées pour le système de sortie spécifique. Il est recommandé que les utilisateurs vérifient l'écart maximal et consignent les paramètres de conversion utilisés ainsi que tout écart maximal (hauteur de corde et tolérance angulaire).

Il convient que l'échelle des modèles ne soit pas augmentée ou réduite pendant la conversion ou après celle-ci. Des facteurs de correction de machine (par exemple, décalages, mise à l'échelle d'axe, etc.) peuvent être utilisés et il convient qu'ils soient documentés comme faisant partie de la spécification de procédé.

5.7 Format AMF privilégié (avec instructions/résolutions de conversion)

Le format de fichier tel que défini par l'ISO/ASTM 52915 est le format de modèle privilégié pour la représentation de géométrie de pièce type d'essai en raison de sa capacité à stocker une géométrie haute-fidélité avec des unités intégrées au sein d'un format de fichier intermédiaire.

5.8 Nécessité d'une spécification d'essai et d'un procédé d'essai

Le présent document établit la base du *Plan/spécification d'essai* général décrit dans l'ASTM F2971:2013, Annexe A1, élément «D», mais les spécificités de son implémentation nécessitent être consignées afin de documenter avec précision le *Procédé d'essai* (élément «E» de l'Annexe A1) utilisé pour la production des pièces évoquées à l'Article 6.

5.9 Quantité de pièces types d'essai

Pour un essai complet des performances de la machine, deux éléments dictent la quantité de pièces types d'essai produites. Premièrement, la spécification d'essai/le procédé d'essai doit garantir une certaine quantité d'échantillons, généralement pas moins de cinq, de manière à pouvoir réaliser des mesures statiquement significatives. Deuxièmement, une couverture suffisante (voir 5.5) de la plateforme de fabrication nécessite d'être assurée pour tenir compte des variations de performances entre les différents emplacements de fabrication. Une quantité inférieure de pièces types d'essai avec une couverture moins complète peut être utilisée pour des contrôles ponctuels ou des démonstrations limitées, tel que l'exemple détaillé en Annexe A. Le nombre de pièces types d'essai doit être convenu entre l'acheteur et le vendeur et doit permettre de réaliser au moins 5 mesures.

5.10 Position et orientation des pièces types d'essai

Selon l'ASTM F2971:2013, Annexe A1, élément «F», il est recommandé de faire le rapport de résultats en combinaison avec la position et les orientations de fabrication des pièces types d'essai conformément à la convention définie dans l'ISO/ASTM 52921.

5.11 Considérations pour l'orientation

Dans la mesure où ces pièces types d'essai sont censées révéler les points forts et faiblesses des techniques de fabrication additive, certaines géométries de fabrication échoueront. Cela vaut la peine de tenir compte des formes susceptibles d'échouer et de les placer dans une position minimisant le risque qui conduit à une défaillance totale des formes/pièces/pièces types d'essai dans le reste de la fabrication. Par exemple, pour un procédé sur lit de poudre, il peut être judicieux de positionner les pièces les plus susceptibles d'échouer à un niveau plus élevé de l'ensemble de la fabrication afin de réduire le risque d'empiétement de parties ou sections défaillantes des pièces sur d'autres composants dans la fabrication ou dans le mécanisme de la machine FA.

5.12 Étiquetage

Il peut être utile d'ajouter des étiquettes aux pièces afin d'identifier les orientations et positions de pièce type d'essai respectives dans la fabrication. L'étiquetage est résumé en 7.4.

5.13 Couverture

Il est important que les pièces types d'essai soient réalisées avec une couverture suffisante du volume de fabrication pour obtenir des données représentatives pour la fabrication de pièces réelles. La couverture évalue la variabilité sur l'ensemble du volume de fabrication. Il s'agit d'une bonne pratique pour tous les procédés de FA qui est particulièrement importante pour les procédés ayant un «sweet spot», ou «point idéal» (certains systèmes laser galvanométriques fournissent, par exemple, des résultats plus facilement répétables au centre de la plateforme). Il convient que la distribution de pièce type d'essai s'étende sur au moins 80 % de la surface de la plateforme de fabrication de la machine. Si les effets de l'emplacement de fabrication sont connus ou considérés comme négligeables pour l'essai particulier réalisé, alors un emplacement de fabrication simple peut être choisi et utilisé comme convenu entre le vendeur et l'utilisateur.

De longues pièces types d'essai s'étendant sur toute la surface de fabrication sont nécessaires pour détecter les corrections qui ne sont pas linéaires ou qui sont de nature périodique.

5.14 Gammes

Il convient de ne pas mettre la géométrie à l'échelle (car cela affecte les sorties de mesure) mais peut être arrangée sous forme de gamme pour offrir des zones de couverture plus importantes. Voir un exemple à la [Figure 2](#).

5.15 Consolidation de pièce

Lorsque des gammes de pièces sont nécessaires pour une meilleure couverture, il peut être plus pratique de fabriquer une pièce combinée unique au lieu d'essayer de fabriquer des gammes de pièces individuelles adjacentes. Cela peut être obtenu en consolidant les fichiers AMF ou STL adjacents avant la découpe et d'autres étapes de préparation du fichier.

Comme la FA est le plus souvent un procédé en couches (suivant la direction z) souvent basé sur des pixels (dans la direction x/y), la position exacte de la pièce dans la fabrication peut affecter l'essai de manière significative. Cela est particulièrement vrai pour les pièces types d'essai testant la résolution de la machine. Une translation mineure de la pièce peut avoir une influence déterminante sur les problèmes d'arrondi si une couche ou un pixel spécifique sera fabriqué ou non. Cela peut être provoqué pendant la préparation du fichier de découpe et pendant l'orientation du fichier de découpe dans l'espace de travail de la machine. Il convient que les résultats soient consignés en combinaison avec les orientations de fabrication des pièces types d'essai conformément à la convention définie dans l'ISO/ASTM 52921.

Avec certains procédés FA (en particulier avec des métaux), une accumulation de chaleur due au traitement de grandes sections transversales près des pièces types d'essai peut affecter l'exactitude géométrique. Il est donc recommandé que le fabricant garantisse la conformité avec les distances spécifiées.

(standards.iteh.ai)

5.16 Supports et post-traitement

Dans la mesure du possible, il convient que les supports soient évités ou il convient que des supports qui en aucun cas ne gêne ou n'affecte la mesure prévue soient employés. La stratégie de support, y compris, mais sans s'y limiter, le matériau, la géométrie, la technique de retrait, etc. doit être intégralement documentée dans la spécification du procédé.

Les données rapportées par le présent document doivent être à l'état fabriqué avant tout traitement de surface ou en aval. Dans le cas de post-traitement inévitable réalisé avant la mesure (par exemple, retrait de matériau de support nécessaire), il convient que les détails du procédé soit consignés comme faisant partie de la spécification du procédé. Il convient que ce rapport comprenne une description de tout produit abrasif et de son application sur la surface des pièces types d'essai. En complément, des données ultérieures aux post-traitements supplémentaires (tel que sablage de pièces métalliques par exemple) peuvent être obtenues, mais uniquement si elles sont clairement notées et présentées avec les mesures à l'état fabriqué.

6 Principes généraux pour la mesure de pièces types d'essai

6.1 Généralités

Cet article définit des principes applicables à la mesure de toutes les géométries de pièce type d'essai dans le présent document. Les mesures spécifiques sont spécifiées à [l'Article 7](#) décrivant les géométries de pièce type d'essai individuelle. Le présent document ne prescrit aucune méthode de mesure spécifique; les mesures décrites ci-dessous peuvent être réalisées grâce à une variété de techniques et de dispositifs (par exemple, machine de mesure de coordonnées, scanner optique, comparateurs à cadran avec dispositifs de détection de mouvement étalonnés, profilomètres de surface, etc.). L'ISO 17296-3 peut être utilisée pour améliorer la communication entre les parties prenantes concernant les méthodes d'essai. Les exigences de reporting constituent un aperçu en relation avec les étapes de mesure dans cet article, mais plus de détails sur la consignation et le reporting se trouvent dans les [Annexes B](#) et [C](#).

6.2 Mesure de pièces à l'état fabriqué

Il convient que la pièce type d'essai puisse refroidir à température ambiante puis être mesurée directement après avoir été retirée du système utilisé pour la fabriquer, avant la réalisation de tout post-traitement. L'utilisateur final peut exiger que les pièces soient conservées à une certaine température et humidité avant la mesure. Si les pièces sont fabriquées par un procédé basé sur lit de poudre, il convient que les pièces soient complètement séparées de la poudre environnante avant la mesure. Si les pièces sont fabriquées sur une plateforme de fabrication, réaliser les mesures sans ôter la pièce de la plateforme. (Le retrait d'une plateforme de fabrication peut affecter les formes des pièces types d'essai, influençant ainsi les résultats. Si une mesure n'est pas possible sur la plateforme, cela doit être clairement indiqué dans le rapport.) Si un post-traitement est souhaité, rapporter tous les détails de chaque étape de post-traitement et mesurer la pièce avant et après chaque étape de post-traitement (rapport de tous les résultats de mesure).

6.3 Stratégie de mesure

Il est de notoriété que la stratégie de mesure affecte l'incertitude de mesure générale; cela est valable autant pour les mesures dimensionnelles que pour les mesures de surface. La stratégie de mesure inclut ici l'appareil choisi pour réaliser la mesure ainsi que le nombre de points sélectionnés pour représenter la forme ou la surface et la distribution des points le long de la forme ou de la surface. Pour les mesures de rugosité, la stratégie de mesure inclut les éventuels filtres appliqués (par exemple, la longueur de découpe). La stratégie de mesure est un sujet complexe et est souvent très spécifique à la pièce ou la forme mesurée. Il n'y a donc pas de «bonne pratique» générale pour la réalisation de ces mesures. Cependant, certains conseils sont donnés dans les [Annexes B](#) et [C](#). L'incertitude de mesure est en définitive le concept important et, en tenant compte des appareils de mesure disponibles, il convient que l'utilisation d'une stratégie de mesure qui minimise l'incertitude de mesure avec toutes les contraintes données soit l'objectif principal.

Les surfaces usuellement «plates» peuvent en réalité être très inégales ou irrégulières. La mesure de plusieurs points est parfois nécessaire pour obtenir un résultat moyen.

6.4 Incertitude de mesure

Il convient que l'incertitude standard de chaque mesure soit notée avec la mesure. Des recommandations sur la détermination de l'incertitude de mesure se trouvent dans les références suivantes:

- ASME B89.7.3.2 pour l'incertitude dans les mesures dimensionnelles;
- ASME B46.1 pour les mesures de texture de surface;
- JCGM 100 et JCGM 101 pour l'incertitude de mesure en général;
- ISO/IEC GUIDE 98-1 et documents associés.

Il convient que les utilisateurs documentent tout système d'étalonnage et/ou de maintenance de qualité pour les procédés et équipements de mesure utilisés. L'appareil et la résolution de mesure doivent être divulgués dans le rapport.

7 Géométries de pièce type d'essai

7.1 Généralités

Sept types de pièces types d'essai sont décrits dans les paragraphes suivants. Chaque pièce type d'essai est censée tester un aspect différent de la performance ou de la capacité d'un système.

7.2 Exactitude

7.2.1 Pièce type d'essai linéaire

7.2.1.1 Objectif

Cette pièce type d'essai teste l'exactitude de positionnement linéaire le long d'une direction spécifique de la machine. En fonction de l'orientation de la pièce type d'essai et de la configuration de la machine, les erreurs de pièce type d'essai peuvent fournir une base pour la compensation du positionnement ou un diagnostic d'erreur de mouvements spécifique au sein du système de positionnement.

7.2.1.2 Géométrie

La [Figure 1](#) présente la géométrie de la pièce type d'essai linéaire. La pièce type d'essai est constituée de protubérances prismatiques sur une base solide rectangulaire. Un rectangle englobant pour la forme entière mesure 55 mm × 5 mm × 8 mm. Les protubérances d'extrémité mesurent 2,5 mm × 5 mm × 5 mm. Les protubérances centrales sont des cubes de 5 mm. L'espacement des protubérances augmente le long de la pièce type d'essai de 5 mm à 7,5 mm, 10 mm et 12,5 mm.

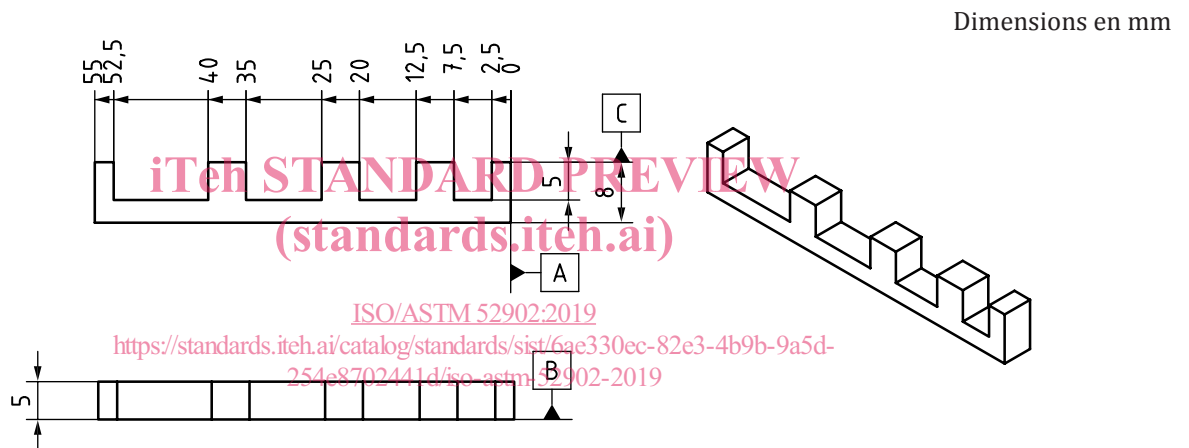


Figure 1 — Dessin technique de pièces types d'essai linéaires

Si un essai d'exactitude linéaire plus long est souhaité, plusieurs pièces types d'essai linéaires peuvent être attachées les unes aux autres. La longueur de 2,5 mm des protubérances d'extrémité signifie que, lorsque deux pièces types d'essai linéaires ou plus sont attachées, les protubérances centrales seront toutes des cubes de 5 mm. La [Figure 2](#) illustre un exemple. Si cette option est choisie, voir [5.14](#).

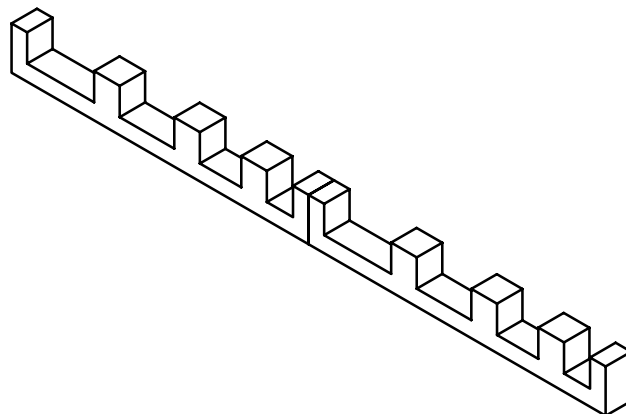


Figure 2 — Deux pièces types d'essai d'exactitude linéaire attachées l'une à l'autre