
**Fabrication additive de métaux —
Propriétés des pièces finies — Post-
traitement, inspection et essais des
pièces produites par fusion sur lit de
poudre**

*Additive manufacturing of metals — Finished part properties — Post-
processing, inspection and testing of parts produced by powder bed
fusion*

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO/ASTM 52908:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO/ASTM 52908:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/ASTM International 2023

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

E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

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

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Abréviations	2
5 Qualification	3
5.1 Généralités	3
5.2 Validation de la pièce	3
5.3 Documentation technique relative à la ou aux pièce(s) produite(s)	3
5.4 Documentation de l'installation	3
5.4.1 Exigences de documentation des fabricants additifs	3
5.4.2 Exigences de documentation des sous-traitants	4
5.5 Documentation d'assurance qualité	4
6 Post-traitement	4
6.1 Généralités	4
6.2 Activités de post-traitement	5
6.3 Traitement thermique	5
6.3.1 Généralités	5
6.3.2 Réduction du stress résiduel	5
6.3.3 Réduction de l'anisotropie	5
6.3.4 Préparation du matériau pour le post-traitement mécanique	6
6.3.5 Densification	6
6.3.6 Recuit et vieillissement	6
6.4 Séparation de la plateforme de fabrication et des structures support	6
6.5 Finition de surface	6
6.5.1 Opérations de finition de surface	6
6.5.2 Tolérances d'usinage	7
7 Inspection et essais	7
7.1 Généralités	7
7.2 Essais métallurgiques	7
7.2.1 Objectif	7
7.2.2 Sélection, conception, et préparation de l'éprouvette pour la caractérisation de la pièce	8
7.2.3 Méthodes d'essai, paramètres et éprouvettes	9
7.2.4 Analyse chimique	9
7.2.5 Propriétés métallurgiques	9
7.2.6 Détermination de la teneur en inclusions non métalliques	9
7.2.7 Analyse et rapport d'essai	10
7.3 Essais de matériau	10
7.3.1 Généralités	10
7.3.2 Orientation dans l'espace de fabrication	10
7.3.3 Géométrie et qualité de surface de l'éprouvette d'essai	10
7.3.4 Densité (pièce)	11
7.3.5 Méthode archimédienne	12
7.3.6 Analyse d'images d'éprouvettes métallographiques	13
7.4 Essai mécanique	15
7.4.1 Essais statiques	15
7.4.2 Essais dynamiques	20
7.5 Inspection de la qualité de surface	22
7.6 Inspection géométrique (forme, dimensions et tolérances)	22
7.7 Essais non destructifs	22

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO/ASTM 52908:2023](https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023>

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 document 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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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 le lien suivant: www.iso.org/iso/foreword.html.

Le présent document a été élaboré par le Comité technique ISO/TC 261, *Fabrication additive*, en coopération avec le Comité ASTM F42, *Technologies de fabrication additive*, dans le cadre d'un accord de partenariat entre l'ISO et ASTM International dans l'objectif de créer un ensemble de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive, et en collaboration avec le Comité technique CEN/TC 438 *Fabrication additive* du Comité Européen de Normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

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/members.html.

Introduction

Comme avec les procédés de fabrication conventionnels (par exemple moulage et fraisage), les pièces métalliques produites par les technologies de fabrication additive ont des caractéristiques critiques pour la qualité. Ces caractéristiques comprennent la densité, la résistance, la dureté, la qualité de surface, l'exactitude dimensionnelle, les contraintes résiduelles, l'absence de fissures, de cavités et d'homogénéité structurale, qui sont généralement soumises à l'essai dans des composants fabriqués de manière additive. La qualité des composants fabriqués de manière additive est essentielle pour des composants fonctionnels produits à une échelle industrielle. Ainsi, il est nécessaire de qualifier les procédés de fabrication additive selon des critères uniformes et d'appliquer des essais normalisés en cours de procédé et après le procédé.

iTeh Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

[ISO/ASTM 52908:2023](https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/3e846bbd-aecc-45f9-8635-f24cfa7ad9a0/iso-astm-52908-2023>

Fabrication additive de métaux — Propriétés des pièces finies — Post-traitement, inspection et essais des pièces produites par fusion sur lit de poudre

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences pour la qualification, l'assurance qualité et le post-traitement pour les pièces métalliques fabriquées par fusion sur lit de poudre.

Le présent document spécifie des méthodes et des modes opératoires pour les essais et la qualification de différentes caractéristiques de pièces métalliques fabriquées de manière additive par fusion sur lit de poudre, conformément à l'ISO/ASTM 52927, catégories H et M.

Le présent document est destiné à être utilisé par des fournisseurs de pièces et/ou par des clients de pièces.

Le présent document spécifie des procédures de qualification permettant le cas échéant d'atteindre les niveaux de qualité définis.

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 3369:2006, *Matériaux en métal fritté imperméable et métaux-durs — Détermination de la masse volumique*

ISO 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 18265, *Matériaux métalliques — Conversion des valeurs de dureté*

ISO 21920-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Partie 1: Indication des états de surface*

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

ISO/ASTM 52907, *Fabrication additive — Matières premières — Méthodes pour caractériser les poudres métalliques*

ISO/ASTM 52920, *Fabrication additive — Principes de qualification — Exigences pour les procédés et les sites industriels de production en fabrication additive*

ISO/ASTM 52927, *Fabrication additive — Principes généraux — Principales caractéristiques et méthodes d'essai correspondantes¹⁾*

ISO/ASTM 52928, *Fabrication additive — Matières premières — Gestion du cycle de vie de la poudre²⁾*

ISO/ASTM/TS 52930, *Fabrication additive — Principes de qualification — Installation, fonctionnement et performances (IQ/OQ/PQ) de l'équipement de PBF-LB*

1) En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication ISO/DIS 52927:2023.

2) En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication ISO/DIS 52928:2023.

ISO/ASTM 52908:2023(F)

ANSI/ASME Y14.5, *Dimensioning and Tolerancing*

ASTM B311, *Standard Test Method for Density of Powder Metallurgy (PM) Materials Containing Less Than Two Percent Porosity*

ASTM B962, *Standard Test Methods for Density of Compacted or Sintered Powder Metallurgy (PM) Products Using Archimedes' Principle*

ASTM E8/E8M, *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*

DIN 50125, *Testing of metallic materials — Tensile test pieces*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/ASTM 52900 ainsi que les suivants 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 <https://www.electropedia.org/>

3.1 taille des grains

taille moyenne des grains dans la structure métallurgique lorsqu'ils sont vus en coupe transversale

4 Abréviations

Les abréviations énumérées dans le [Tableau 2](#) sont utilisées dans l'ensemble du présent document.

Tableau 2 — Abréviations

FA	fabrication additive
EDS	spectroscopie de rayons X à dispersion d'énergie
MEB	microscope électronique à balayage
CAO	conception assistée par ordinateur
END	essais non destructifs
AQ	assurance qualité
COC	certificat de conformité
LFA	liste des fournisseurs agréés
HIP	pressage isostatique à chaud
EDM	usinage par électro-érosion
PBF	fusion sur lit de poudre

5 Qualification

5.1 Généralités

Le fabricant doit démontrer la capacité de produire des pièces de FA selon les exigences données dans la spécification d'achat. L'inspection et les essais décrits dans les articles suivants sont réalisés et évalués en utilisant les méthodes et les critères d'acceptation indiqués dans la spécification d'achat.

NOTE Les méthodes d'inspection et d'essai sont spécifiées au stade de la conception, tel que décrit dans l'ISO/ASTM 52927, et sont conformes aux normes et aux réglementations pertinentes qui sont requises pour la conformité de la pièce concernée.

5.2 Validation de la pièce

La validation du fait que la pièce produite est conforme aux exigences de la spécification d'achat doit être enregistrée dans un dossier de qualification. Un «dossier de qualification» type doit être constitué de:

- une documentation technique relative à la ou aux pièce(s) produite(s);
- une documentation de l'installation;
- une documentation de l'assurance qualité (AQ).

5.3 Documentation technique relative à la ou aux pièce(s) produite(s)

La documentation technique relative à la ou aux pièce(s) produite(s) doit contenir:

- une spécification d'achat conforme à l'ISO/ASTM 52927, qui comprend des méthodes d'inspection, des plans associés, des critères d'acceptation, et des indicateurs de qualité représentatifs le cas échéant;
- une spécification de la matière première, des résultats d'essai et une déclaration de conformité conformément à l'ISO/ASTM 52907;
- une spécification du matériau (spécification des propriétés du matériau consolidé du produit);
- un plan de fabrication achevé (par exemple voir ISO/ASTM 5904);
- des enregistrements des essais destructifs et non destructifs;
- un enregistrement d'inspection pour la pièce (conformément à la spécification d'achat);
- d'autres documentations requises par l'acheteur, une réglementation ou une norme de produit (par exemple identification du matériau, étiquetage, instructions concernant le produit).

NOTE 1 Pour certains matériaux, il y a une spécification singulière qui commande à la fois les propriétés de la matière première et du matériau, telles que les propriétés métallurgiques et mécaniques.

NOTE 2 Les spécifications techniques pour les poudres métalliques sont traitées dans l'ISO /ASTM 52907.

5.4 Documentation de l'installation

5.4.1 Exigences de documentation des fabricants additifs

Les exigences de documentation d'installation pour les sites de fabrication industrielle sont traitées dans l'ISO/ASTM 52920.

Pour les besoins du présent document, un aperçu de l'usine et de l'équipement de fabrication pertinents doit être fourni à la demande de l'acheteur. L'aperçu doit comprendre les éléments majeurs

de l'équipement utilisé pour le post-traitement, l'inspection et les essais (y compris les détails du lieu géographique).

La documentation d'installation suivante doit être fournie:

- enregistrements de qualification de l'équipement conformément à l'ISO/ASTM TS 52930;
- enregistrements de gestion du cycle de vie de la poudre conformément à l'ISO/ASTM 52928.

Les exigences dans le présent Article sont respectées dans le cas où un système de contrôle de la qualité est en vigueur (voir [5.5](#)).

5.4.2 Exigences de documentation des sous-traitants

Lorsque le fabricant sous-traite des activités de post-traitement et/ou d'essais, le fabricant doit être en mesure d'indiquer les conditions dans lesquelles ces activités sont sous-traitées et doit fournir une spécification d'achat pour les opérations impliquées.

Le fabricant doit évaluer et approuver les sous-traitants pour leur capacité à réaliser l'activité sous-traitée au niveau de qualité requis.

5.5 Documentation d'assurance qualité

Les exigences générales de documentation d'AQ sont remplies par l'introduction d'un système de gestion de la qualité (par exemple l'ISO 9001 ou l'ISO 13485)

Les exigences de documentation d'AQ en fabrication additive doivent être conformes à l'ISO/ASTM 52920.

6 Post-traitement

6.1 Généralités

Le post-traitement consiste en des activités réalisées après l'exécution d'un cycle de fabrication mais avant les activités d'inspection finale.

NOTE Une inspection intermédiaire peut être réalisée entre des activités de post-traitement.

Les opérations de post-traitement sont généralement réalisées pour obtenir les propriétés désirées de matériau, la géométrie et la finition de surface finales, et peuvent comprendre les étapes suivantes:

- activités de post-traitement (par exemple refroidissement, desserrage, retrait de la machine de FA, nettoyage de la pièce);
- traitement thermique;
- séparation de la plateforme de fabrication et des structures support;
- finition de surface.

Au stade de post-traitement, plusieurs opérations liées au système (c'est-à-dire non liées à la pièce de FA) sont également réalisées pour préparer les fabrications ultérieures. Ces activités sont couvertes par d'autres normes et comprennent:

- la récupération et le retraitement de la poudre non fusionnée (conformément à l'ISO/ASTM 52928);
- le nettoyage et la maintenance des équipements de FA (conformément à l'ISO/ASTM 52920).

6.2 Activités de post-traitement

Suite à l'exécution réussie de la fabrication, la chambre est laissée à refroidir et la poudre non fusionnée est récupérée dans la chambre de fabrication. Une fois que la chambre de fabrication est ouverte, les éléments de fixation de la plateforme de fabrication peuvent être retirés, et des précautions doivent être prises pour éviter une déformation, qui pourrait induire une fissuration, du fait de l'accumulation de toutes contraintes résiduelles à l'intérieur de la fabrication (voir ASTM F3530-22).

Une fois que l'assemblage de fabrication est retiré de la machine de FA, il peut être nettoyé et inspecté visuellement (par exemple pour des imperfections, une décoloration, la séparation des structures support). La poudre libre qui reste sur l'assemblage de fabrication après exposition à l'atmosphère (c'est-à-dire lorsqu'il n'est plus à l'intérieur d'un environnement inerte) peut être retirée par différentes méthodes (par exemple gaz comprimé, brossage, vide, méthodes de nettoyage sonore ou par ultrasons). La poudre libre retirée à ce stade doit être considérée comme un déchet de poudre et éliminée en toute sécurité.

Pour certains matériaux non réactifs, la poudre libre qui est retirée à l'intérieur d'un environnement contrôlé (par exemple boîte à gants, unité de dépoudrage automatique) peut également être réutilisée lorsque cela est autorisé par les procédures du fabricant, sous réserve de contrôles de contamination et de traçabilité.

6.3 Traitement thermique

6.3.1 Généralités

Bien qu'il ne soit pas obligatoire d'appliquer un traitement thermique quelconque à des pièces fabriquées de manière additive, il convient que les points suivants soient considérés.

NOTE Le traitement thermique est effectué après s'être assuré que toute la poudre dans les canaux internes a été retirée.

6.3.2 Réduction du stress résiduel

L'accumulation de couches successives avec un chauffage et un refroidissement rapides génère des contraintes résiduelles dans le composant, qui peuvent conduire à une déformation. Lorsqu'elles sont utilisées, les structures support aident à minimiser cette déformation en fournissant une rigidité à l'intérieur de l'assemblage de fabrication pour résister à la déformation due à ces contraintes résiduelles. Par conséquent, l'assemblage de fabrication subit généralement un relâchement de contraintes avant le retrait de toutes les structures support, même si cela n'est pas obligatoire. La détente des contraintes thermiques peut conduire à une déformation, sur une période de temps courte ou prolongée. Par ailleurs, des pics de contrainte locaux peuvent se produire dans la pièce, qui peuvent significativement réduire la résistance à la fatigue et conduire à une fissuration prématurée. Le relâchement des contraintes réduit les contraintes dans le composant d'une manière contrôlée après la fabrication, empêchant ainsi la déformation.

6.3.3 Réduction de l'anisotropie

La pièce conforme à l'exécution peut présenter de l'anisotropie, qui peut être normalisée pour minimiser la dépendance de l'orientation et de l'emplacement sur les propriétés mécaniques du matériau formé et satisfaire aux exigences de propriétés mécaniques finales.

NOTE L'ISO/ASTM 52909 comprend des lignes directrices supplémentaires pour l'évaluation des propriétés de la pièce finie, y compris la dépendance de l'orientation et de l'emplacement, pour les pièces métalliques produites par fusion sur lit de poudre.