ISO/ASTM TR 52958:2026(fr)

~~ISO/TC 261/JG 59~~

Première édition

~~Date:~~ 2026-~~10-26~~05

Fabrication additive de métaux — Fusion sur lit de poudre (PBF) — Surveillance par photodiode coaxiale in situ pour la détection de défauts de manque de fusion en PBF-LB

Additive manufacturing of metals — Powder bed fusion (PBF) — In-situ coaxial photodiode monitoring for lack of fusion flaw detection in PBF-LB

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

©- ISO/ASTM ~~International~~ 2026

Tous droits réservés. ~~Sauf exigence différente ou nécessité dans le contexte~~
La présente publication de l'ISO est protégée par le droit d'auteur et demeure la propriété de l'ISO et/ou de ses concédants de licence.
Le contenu de la présente publication de l'ISO est fourni sous licence, et n'est pas vendu. Son utilisation est soumise aux conditions de licence applicables définies par l'ISO, un organisme membre de l'ISO, ou un distributeur tiers agréé.
Sous réserve des besoins liés à sa mise en œuvre ou d'une autorisation expresse prévue aux termes d'une licence distincte, aucune partie de ~~cette~~la présente publication de l'ISO ne peut être reproduite ~~ni~~, distribuée, modifiée, utilisée ou mise à disposition sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit ~~et par aucun procédé,~~ électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ~~ou la diffusion~~la numérisation, l'enregistrement ou la publication sur ~~l'internet ou un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation~~des plateformes numériques internes ou externes.
Toute utilisation hors du champ d'application des droits accordés est interdite et peut ~~être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur. Aux États-Unis, il convient que ces demandes soient adressées~~donner lieu à ~~ASTM International~~des poursuites judiciaires.

~~ISO Copyright Office ASTM International~~

ISO copyright office

Case postale 401 ~~• Ch. de Blandonnet 8 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700~~

• CH-1214 Vernier, Genève ~~West Conshohocken, PA 19428-2959, USA~~
Tél. ~~:~~ : + 41 22 749 01 11 ~~Téléphone: +610 832 9634~~

~~Fax: +610 832 9635~~

~~E-mail: E-mail: khooper@astm.org~~

~~Web~~Email: copyright@iso.org
Website: www.iso.org ~~Site web:~~

Sample Document
Get full document from standards.iteh.ai

Publié en Suisse

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026

Sommaire

Avant-propos iv

1 Domaine d'application 1

2 Références normatives 1

3 Termes et définitions 1

4 Portée et utilisation 2

5 Conception des coupons 4
5.1 Généralités 4
5.2 Défauts implantés intentionnellement 4
5.3 Défauts randomisés/stochastiques 6

6 Description du capteur 6

7 Algorithmes de détection de défauts 7
7.1 Généralités 7
7.2 Algorithmes statistiques 8
7.3 Approche d'apprentissage automatique: algorithme de regroupement 13

8 Mise en œuvre d'algorithmes personnalisés pour les composants présentant des défauts randomisés et leur voxélisation associée 16

9 Étude de cas: mise en œuvre du mode opératoire et résultats de validation 19

Bibliographie 25

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

© ISO/ASTM 2026 – Tous droits réservés

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026

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'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 brevet.

Sample Document

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/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique 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 commun de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive, 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/fr/members.html.

© ISO/ASTM 2026 – Tous droits réservés

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026

Fabrication additive de métaux — Fusion sur lit de poudre (PBF) — Surveillance par photodiode coaxiale in situ pour la détection de défauts de manque de fusion en PBF-LB

1 Domaine d'application

Le présent document fournit un flux de travail intégrant des modes opératoires expérimentaux et des algorithmes de détection des défauts destinés à localiser les défauts dans les pièces produites par le procédé de fusion laser sur lit de poudre métallique (PBF-LB). Il met l'accent sur l'utilisation de la surveillance *in situ* basée sur des photodiodes coaxiales et d'algorithmes statistiques et de regroupement par apprentissage automatique, en particulier pour détecter des défauts induits par un manque de fusion. Le flux de travail délimite les seuils de définition pour la détection statistique et la détermination du nombre de grappes pour les algorithmes d'apprentissage automatique, en utilisant des défauts implantés intentionnellement dans les pièces. Les modes opératoires de validation sont fournis par des données scannées par tomographie informatisée. Les limitations matérielles et les considérations relatives aux procédés multi-laser sont abordées, en soulignant les problèmes potentiels.

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).

Sample Document

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

Get full document from standards.iteh.ai

3 Termes et définitions

Pour l'application 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 ~~3.1~~
algorithme de regroupement
méthodes d'apprentissage automatique non supervisées avec des données d'entrée non étiquetées regroupées par similarité

3.2 ~~3.2~~
agencement de photodiode coaxiale
type d'agencement de capteur sur la machine de fusion laser sur lit de poudre aligné sur le trajet du faisceau laser

© ISO/ASTM 2026 – Tous droits réservés

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026

3.3 ~~3.3~~
tomographie informatisée
TI
technique d'examen non destructif capturant des projections radiographiques d'un objet à différents angles de rotation, suivi d'une reconstruction mathématique pour produire un ensemble de données de volume tridimensionnel ou une ou plusieurs images de section transversale bidimensionnelle

3.4 ~~3.4~~
alignement des données
procédé de transformation de différents ensembles de données géométriques ou temporelles en un système de coordonnées global unique

3.5 ~~3.5~~
enregistrement des données
mode opératoire d'alignement des données et d'attribution d'une identification persistante à l'ensemble de données aligné

3.6 ~~3.6~~
analyse ex- situ
mode opératoire de mesurage réalisé après l'achèvement du cycle de fabrication

3.7 ~~3.7~~
indicateur de défaut
indicateur correspondant à l'emplacement des défauts prédits par l'algorithme de détection des défauts

3.8 ~~3.8~~
manque de fusion
type de porosité induite par le procédé avec des particules de poudre non entièrement fondues ou fusionnées sur le substrat préalablement déposé

Sample Document
get full document from standards.iteh.ai

[SOURCE: ASTM E3166-20, 3.4.7]

3.9 ~~3.9~~
caractéristique de référence
encoche, rainure ou caractéristique similaire ajoutée à la géométrie dans un coupon à défaut implanté pour faciliter l'alignement des données et l'enregistrement des emplacements de porosité pour l'analyse *ex situ* par balayage TI

3.10 ~~3.10~~
défaut implanté intentionnellement
fait de créer intentionnellement des défauts par conception assistée par ordinateur ou manipulation de paramètres de traitement désignés, qui entraîne la mise en place du défaut prévu ou le fait de créer intentionnellement un défaut par l'insertion d'un objet artificiel

4 Portée et utilisation

Un flux de travail pour la détection indirecte des défauts et la documentation de l'analyse pendant le PBF-LB est fourni en utilisant les signaux reçus d'une photodiode coaxiale qui peut détecter les défauts, y compris le manque de fusion, dans les composants fabriqués.

Ces défauts peuvent avoir des effets néfastes sur les performances mécaniques des pièces fabriquées. Le flux de travail du présent document fournit un mode opératoire pour identifier la plage de seuils supérieur et inférieur nécessaire aux algorithmes de détection statistique pour détecter les défauts stochastiques de manque de fusion induits durant le processus. Il fournit un mode opératoire pour identifier le nombre de grappes requises pour les algorithmes de détection d'apprentissage automatique. Lors du mode opératoire de

© ISO/ASTM 2026 – Tous droits réservés

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026

validation, les ensembles de données collectés à partir d'un scanner TI qui sont enregistrés et voxélisés peuvent être utilisés. Il est à noter que la taille du défaut détectable, telle que déterminée par le mode opératoire décrit dans le présent document, dépend de la résolution et de la fréquence du matériel utilisé, en particulier la photodiode coaxiale et sa carte d'acquisition de données associée. Par exemple, en cas d'utilisation d'une photodiode couramment disponible avec une fréquence de 60 kHz, le mode opératoire et les algorithmes spécifiés dans le présent document sont incapables de détecter des défauts inférieurs à 100 µm.

En général, une photodiode *in situ* installée coaxialement fournit des informations à partir de la signature du procédé et des défauts. Cependant, il est nécessaire de corriger les données enregistrées *in situ* pour supprimer la distorsion chromatique et monochromatique. Les données corrigées sont analysées par deux algorithmes principaux pour identifier les défauts:

a) ~~a)~~ statistiquement, et

b) ~~b)~~ par apprentissage automatique.

Ces algorithmes peuvent être systématiquement optimisés et personnalisés pour détecter des défauts de manque de fusion. À cette fin, des défauts implantés intentionnellement sont d'abord ajoutés à la conception assistée par ordinateur (CAO) des coupons afin de régler les paramètres des algorithmes. Ensuite, l'algorithme personnalisé est soumis à l'essai en détectant les défauts randomisés/stochastiques créés par fusion laser sur lit de poudre avec une densité d'énergie intentionnellement réduite. La comparaison des résultats de détection a pu être analysée par des algorithmes avec les données de TI appliquées par une approche volumétrique pour identifier les défauts randomisés/stochastiques. Un organigramme illustrant la progression dans le présent document est illustré sur la Figure 1~~Figure 1.~~.

Sample Document

~~52958_ed1fig1_f.EPS~~

get full document from standards.iteh.ai

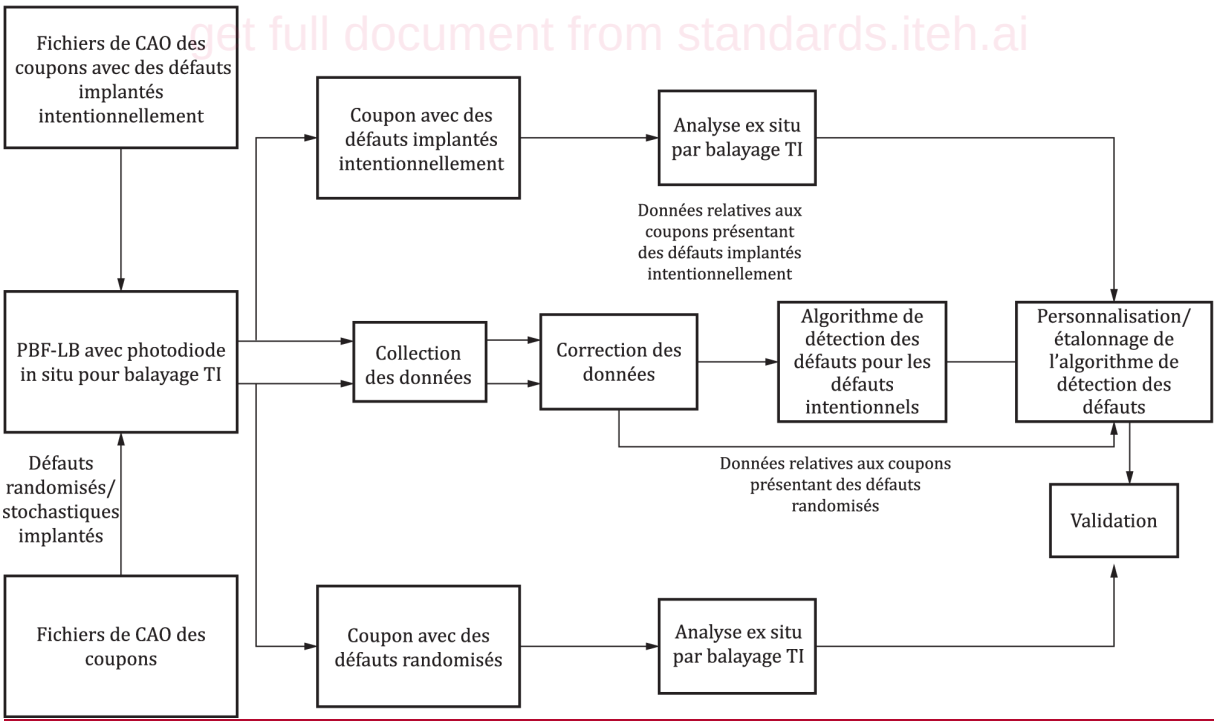


Figure 1 — Représentation schématique du flux d'étalonnage nécessaire à la détection des défauts de manque de fusion

© ISO/ASTM 2026 – Tous droits réservés

ISO/ASTM TR 52958:2026 • https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/0a00a24b-2267-45e0-9e11-45b9add0c89f/iso-astm-tr-52958-2026