

---

---

**Spécification géométrique des  
produits (GPS) — Tolérancement  
géométrique — Exigence du maximum  
de matière (MMR), exigence du  
minimum de matière (LMR) et  
exigence de réciprocité (RPR)**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing  
— Maximum material requirement (MMR), least material  
requirement (LMR) and reciprocity requirement (RPR)*

ISO 2692:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014>



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 2692:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office

Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20

Tel. + 41 22 749 01 11

Fax + 41 22 749 09 47

E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Exigence du maximum de matière, MMR, et exigence du minimum de matière, LMR</b> .....	<b>5</b>
4.1   Généralités.....	5
4.2   Exigence du maximum de matière, MMR.....	6
4.2.1   Exigence du maximum de matière pour des éléments tolérancés.....	6
4.2.2   Exigence du maximum de matière pour les éléments de référence considérés.....	7
4.3   Exigence du minimum de matière, LMR.....	9
4.3.1   Exigence du minimum de matière pour les éléments tolérancés.....	9
4.3.2   Exigence du minimum de matière pour les éléments de référence considérés.....	10
<b>5</b> <b>Exigence de réciprocité, RPR</b> .....	<b>11</b>
5.1   Généralités.....	11
5.2   Exigence de réciprocité, RPR, et exigence du maximum de matière.....	11
5.3   Exigence de réciprocité, RPR, et exigence du minimum de matière.....	11
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Exemples de tolérancements avec <math>\text{M}</math>, <math>\text{L}</math> et <math>\text{R}</math></b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Vue d'ensemble des concepts</b> .....	<b>47</b>
<b>Annexe C</b> (informative) <b>Relation avec la matrice GPS</b> .....	<b>48</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>50</b>

ISO 2692:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée 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](http://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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8851127d-4b05-4540-8bca-60c11c6346b5/iso-2692-2014).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 2692:2006), dont les [paragraphes 3.10, 4.1, 4.2.1](#) (règle D), [4.2.2](#) (règle G), [4.3.1](#) (règle K), [4.3.2](#) (règle N) et [Annexe A](#) ont fait l'objet d'une révision technique.

## Introduction

### 0.1 Généralités

La présente Norme internationale est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence les maillons 1, 2 et 3 de la chaîne des normes relatives à la taille des «entités dimensionnelles» linéaires et à la forme d'une ligne (indépendante/dépendante d'une référence spécifiée), à la forme d'une surface (indépendante/dépendante d'une référence spécifiée), à l'orientation et à la position des éléments dérivés à partir d'«entités dimensionnelles», ainsi qu'aux références spécifiées également basées sur des «entités dimensionnelles».

Le schéma directeur ISO GPS de l'ISO/TR 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO GPS, dont le présent document fait partie. Sauf indication contraire, les principes fondamentaux du système ISO GPS définis dans l'ISO 8015 s'appliquent au présent document, et les règles de décision par défaut communiquées dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications réalisées conformément au présent document.

Pour de plus amples informations relatives à la relation entre la présente norme internationale et le modèle de matrice GPS, voir l'[Annexe C](#).

La présente Norme internationale couvre quelques cas fréquents d'exigences fonctionnelles de conception et de tolérancement de pièces. L'exigence du maximum de matière, MMR, couvre «l'aptitude à l'assemblage», et l'exigence du minimum de matière, LMR, couvre, par exemple, «l'épaisseur minimale de paroi» d'une pièce. Chaque exigence (MMR et LMR) combine deux exigences indépendantes en une exigence combinée qui simule plus précisément la fonction pour laquelle est destinée la pièce. Dans certains cas, tant pour la MMR que pour la LMR, l'exigence de réciprocité, RPR, peut être ajoutée.

NOTE Les filetages sont souvent considérés dans les normes ISO GPS comme des entités dimensionnelles de type cylindrique. Cependant, la présente Norme internationale ne définit aucune règle sur la façon dont doivent être appliquées les exigences MMR, LMR et RPR sur les éléments filetés. Par conséquent, les outils définis dans la présente Norme internationale ne peuvent pas être utilisés pour les filetages.

### 0.2 Informations au sujet de l'exigence du maximum de matière, MMR

L'assemblage des pièces dépend de l'effet combiné de:

- a) la taille (d'une ou plusieurs «entités dimensionnelles» extraites), et
- b) l'écart géométrique des éléments (extraits) et de leurs éléments dérivés, les éléments pouvant être par exemple un ensemble de trous de passage dans deux brides et les boulons les refermant.

Le jeu d'assemblage a une valeur minimale lorsque chacune des entités dimensionnelles d'assemblage est à sa dimension au maximum de matière (par exemple, le plus gros boulon et le plus petit alésage) et lorsque les écarts géométriques (par exemple les écarts de forme, d'orientation et de position) des entités dimensionnelles et de leurs éléments dérivés (ligne médiane ou surface médiane) sont également à leur valeur maximale. Le jeu d'assemblage augmente jusqu'à un maximum lorsque les tailles des entités dimensionnelles assemblées s'éloignent le plus de leurs valeurs au maximum de matière (par exemple le plus petit arbre et le plus grand alésage) et lorsque les écarts géométriques (par exemple les écarts de forme, d'orientation et de position) des entités dimensionnelles et de leurs éléments dérivés sont nuls. De ce qui précède, il s'en suit que si les tailles d'un des éléments de l'assemblage n'atteignent pas leur valeur au maximum de matière, les tolérances géométriques indiquées des entités dimensionnelles et de leur élément dérivé peuvent être augmentées sans nuire à l'assemblage de l'autre pièce.

Cette fonction d'assemblage est contrôlée par l'exigence du maximum de matière. Cette exigence combinée est indiquée sur les dessins par le modificateur  $\textcircled{M}$ .

### 0.3 Informations au sujet de l'exigence du minimum de matière, LMR

L'exigence du minimum de matière est destinée à vérifier, par exemple, l'épaisseur minimale de paroi et permet ainsi d'éviter les ruptures (causées par la pression à l'intérieur d'un tube); de même, elle est

destinée à vérifier la largeur maximale dans une série de fentes, etc. Elle est indiquée sur les dessins par le modificateur  $\textcircled{L}$ . L'exigence du minimum de matière est aussi caractérisée par une exigence combinée concernant la taille d'une entité dimensionnelle et l'écart géométrique de l'entité dimensionnelle (écart de forme) et de son élément dérivé (écart de position).

#### 0.4 Informations au sujet de l'exigence de réciprocité, RPR

L'exigence de réciprocité est une exigence supplémentaire, qui peut être employée en relation avec l'exigence du maximum de matière et l'exigence du minimum de matière lorsque cela est autorisé — en tenant compte de la fonction de l'élément ou des éléments tolérancés — afin d'augmenter la tolérance dimensionnelle lorsque l'écart géométrique de la pièce réelle ne tire pas le meilleur parti de l'état virtuel au maximum de matière ou de l'état virtuel au minimum de matière.

L'exigence de réciprocité est indiquée sur les dessins par le modificateur  $\textcircled{R}$ .

#### 0.5 Informations générales sur la terminologie et les figures

La terminologie et les concepts de tolérancement de la présente Norme internationale ont été mis à jour pour être conformes à la terminologie GPS, notamment celle se trouvant dans l'ISO 286-1, l'ISO 14405-1, l'ISO 14660-2:1999 et l'ISO 17450-1:2011.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 2692:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/885f127d-4b05-4340-8bea-60c11c6346b5/iso-2692-2014>

# Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Exigence du maximum de matière (MMR), exigence du minimum de matière (LMR) et exigence de réciprocité (RPR)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit l'exigence du maximum de matière, l'exigence du minimum de matière et l'exigence de réciprocité. Ces exigences ne s'appliquent qu'aux entités dimensionnelles.

L'objectif de ces exigences est de contrôler des fonctions spécifiques des pièces où la taille et la géométrie sont interdépendantes, afin d'assurer, par exemple, l'assemblage des pièces (dans le cas de l'exigence du maximum de matière) ou une épaisseur minimale de paroi (dans le cas de l'exigence du minimum de matière). Cependant, l'exigence du maximum de matière et l'exigence du minimum de matière peuvent également être employées pour respecter d'autres exigences fonctionnelles de conception.

Considérant cette interdépendance entre la taille et la géométrie, le principe d'indépendance défini dans l'ISO 8015 ne s'applique pas lorsque l'exigence du maximum de matière, l'exigence du minimum de matière ou l'exigence de réciprocité sont employés.

## 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 1101:2012, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement*

ISO 5459:2011, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Références spécifiées et systèmes de références spécifiées*

ISO 14405-1:2010, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement dimensionnel — Partie 1: Tailles linéaires*

ISO 14660-2:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 2: Ligne médiane extraite d'un cylindre et d'un cône, surface médiane extraite, taille locale d'un élément extrait*

ISO 17450-1:2011, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométriques*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5459:2011, l'ISO 14405-1:2010, l'ISO 14660-2:1999, l'ISO 17450-1:2011, ainsi que les suivants s'appliquent.

### 3.1

#### élément intégral

élément géométrique appartenant à une surface réelle de la pièce ou d'un modèle de surface

Note 1 à l'article: Un élément intégral est intrinsèquement défini (par exemple, la peau de la pièce).

Note 2 à l'article: Adapté de l'ISO 17450-1:2011, définition 3.3.5.

### 3.2

#### **entité dimensionnelle**

#### **entité dimensionnelle de taille linéaire**

entité géométrique possédant une ou plusieurs caractéristiques intrinsèques, dont une seule est considérée comme paramètre variable, qui, de plus, appartient à une «famille monoparamétrique» et obéit à la propriété de contenant monotonique pour ce paramètre

Note 1 à l'article: Adapté de l'ISO 17450-1:2011, définition 3.3.1.5.1. Voir également l'ISO 22432:2011, définitions 3.2.5.1.1.1 et 3.2.5.1.1.2 pour les définitions de «famille monoparamétrique» et «propriété de contenant monotonique».

EXEMPLE 1 Un cylindre simple constituant un alésage ou un arbre est une entité dimensionnelle de taille linéaire. Sa taille linéaire est son diamètre.

EXEMPLE 2 Deux surfaces planes parallèles opposées sont une entité dimensionnelle de taille linéaire. Sa taille linéaire est la distance entre les deux plans parallèles.

### 3.3

#### **élément dérivé**

élément géométrique qui n'existe pas physiquement sur la surface réelle de la pièce, et qui n'est pas nativement un élément nominal intégral

Note 1 à l'article: Un élément dérivé peut être établi à partir d'un élément nominal, d'un élément associé ou d'un élément extrait. Il est respectivement qualifié d'élément dérivé nominal, d'élément dérivé associé, d'élément dérivé extrait.

iTeh STANDARD PREVIEW

Note 2 à l'article: Le point de centre, la ligne médiane et la surface médiane définis à partir d'un ou plusieurs éléments intégraux sont des éléments dérivés particuliers.

Note 3 à l'article: Adapté de l'ISO 17450-1:2011, définition 3.3.6

EXEMPLE 1 La ligne médiane d'un cylindre est un élément dérivé obtenu à partir de la surface cylindrique, laquelle est un élément intégral. L'axe du cylindre nominal est un élément dérivé nominal.

EXEMPLE 2 La surface médiane de deux surfaces planes parallèles opposées est un élément dérivé obtenu à partir de des deux surfaces planes parallèles, lesquelles constituent un élément intégral. Le plan médian des deux plans parallèles opposés nominaux est un élément dérivé nominal.

### 3.4

#### **état au maximum de matière**

#### **MMC**

état de l'élément extrait considéré pour lequel, en tout endroit, l'entité dimensionnelle est à la taille limite telle que l'élément ait le maximum de matière, par exemple diamètre minimal d'un alésage et diamètre maximal d'un arbre

Note 1 à l'article: Le terme «état au maximum de matière», MMC, est employé dans la présente Norme internationale pour indiquer, à un niveau idéal ou nominal de l'élément (voir l'ISO 17450-1), quelle limite (supérieure ou inférieure) de l'exigence est concernée.

Note 2 à l'article: La taille de l'élément extrait à l'«état au maximum de matière», MMC, peut être définie par défaut ou par l'une des définitions spéciales de la taille de l'élément extrait (voir l'ISO 14405-1).

Note 3 à l'article: Dans la présente Norme internationale, aucune définition spécifique de la taille de l'élément extrait n'est nécessaire pour utiliser sans ambiguïté l'état au maximum de matière, MMC.

### 3.5 dimension au maximum de matière MMS

$l_{MMS}$

dimension définissant l'état au maximum de matière d'un élément

Note 1 à l'article: La dimension au maximum de matière, MMS, peut être définie par défaut, ou par plusieurs définitions spéciales de la taille de l'élément extrait (voir l'ISO 14405-1 et l'ISO 14660-2).

Note 2 à l'article: Dans la présente Norme internationale, la dimension au maximum de matière, MMS, est employée en tant que valeur numérique; aucune définition spécifique de la taille de l'élément extrait n'est donc nécessaire pour utiliser sans ambiguïté l'état au maximum de matière, MMS.

Note 3 à l'article: Voir l'[Annexe A](#).

### 3.6 état au minimum de matière LMC

état de l'élément extrait considéré pour lequel, en tout endroit, l'entité dimensionnelle est à la taille limite telle que l'élément ait le minimum de matière, par exemple diamètre maximal d'un alésage et diamètre minimal d'un arbre

Note 1 à l'article: Le terme «état au minimum de matière», LMC, est employé dans la présente Norme internationale pour indiquer, à un niveau idéal ou nominal de l'élément (voir l'ISO 17450-1), quelle limite (supérieure ou inférieure) de l'exigence est concernée.

Note 2 à l'article: Taille de l'élément extrait à l'«état au minimum de matière», LMC, peut être définie par défaut ou par l'une des définitions spéciales de la taille de l'élément extrait (voir l'ISO 14405-1 et l'ISO 14660-2).

Note 3 à l'article: Dans la présente Norme internationale, aucune définition spécifique de la taille de l'élément extrait n'est nécessaire pour utiliser sans ambiguïté l'état au minimum de matière, LMC.

### 3.7 dimension au minimum de matière LMS

$l_{LMS}$

dimension définissant l'état au minimum de matière d'un élément

Note 1 à l'article: La dimension au minimum de matière, LMS, peut être définie par défaut ou par l'une des définitions spéciales de la taille de l'élément extrait (voir l'ISO 14405-1 et l'ISO 14660-2).

Note 2 à l'article: Dans la présente Norme internationale, la dimension au minimum de matière, LMS, est employée en tant que valeur numérique; aucune définition spécifique de la taille de l'élément extrait n'est donc nécessaire pour utiliser sans ambiguïté l'état au minimum de matière, MMS.

Note 3 à l'article: Voir l'[Annexe A](#).

### 3.8 dimension virtuelle au maximum de matière MMVS

$l_{MMVS}$

dimension due aux effets combinés de la dimension au maximum de matière, MMS, d'une entité dimensionnelle et de la tolérance géométrique (forme, orientation ou position) donnée pour l'élément dérivé de la même entité dimensionnelle

Note 1 à l'article: La dimension virtuelle au maximum de matière, MMVS, est un paramètre de taille employé en tant que valeur numérique en relation avec l'état virtuel au maximum de matière, MMVC.

Note 2 à l'article: Pour les éléments extérieurs, MMVS est la somme de MMS et de la tolérance géométrique, alors que pour les éléments intérieurs, c'est la différence entre MMS et la tolérance géométrique.

Note 3 à l'article: MMVS pour des entités dimensionnelles extérieures,  $l_{MMVS,e}$ , est donnée par l'Équation (1):

$$l_{\text{MMVS},e} = l_{\text{MMS}} + \delta \quad (1)$$

et MMVS pour des entités dimensionnelles intérieures,  $l_{\text{MMVS},i}$ , est donnée par l'Équation (2):

$$l_{\text{MMVS},i} = l_{\text{MMS}} - \delta \quad (2)$$

où

$l_{\text{MMS}}$  est la dimension au maximum de matière;

$\delta$  est la tolérance géométrique.

Note 4 à l'article: Voir l'[Annexe A](#).

### 3.9 état virtuel au maximum de matière MMVC

état de l'élément associé de dimension virtuelle au maximum de matière, MMVS

Note 1 à l'article: L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, est un état de l'élément de forme parfaite.

Note 2 à l'article: L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, inclut une contrainte d'orientation (en conformité avec l'ISO 1101 et l'ISO 5459) de l'élément associé lorsque la spécification géométrique est une spécification d'orientation (voir [Figure A.3](#)). L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, inclut une contrainte de position (en conformité avec l'ISO 1101 et l'ISO 5459) de l'élément associé lorsque la spécification géométrique est une spécification de position (voir [Figure A.4](#)).

Note 3 à l'article: Voir [Figures A.1-A.4](#), [A.6](#), [A.7](#) and [A.10-A.13](#).

### 3.10 dimension virtuelle au minimum de matière LMVS

$l_{\text{LMVS}}$

dimension due aux effets combinés de la dimension au minimum de matière, LMS, d'une entité dimensionnelle et de la tolérance géométrique (forme, orientation ou position) donnée pour l'élément dérivé de la même entité dimensionnelle

Note 1 à l'article: La dimension virtuelle au minimum de matière, LMVS, est un paramètre pour la taille employé en tant que valeur numérique en relation avec l'état virtuel au minimum de matière, LMVC.

Note 2 à l'article: Pour les éléments extérieurs, LMVS est la différence entre LMS et la tolérance géométrique, alors que pour les éléments intérieurs, c'est la somme de LMS et de la tolérance géométrique.

Note 3 à l'article: LMVS pour des entités dimensionnelles extérieures,  $l_{\text{LMVS},e}$ , est donnée par l'Équation (3):

$$l_{\text{LMVS},e} = l_{\text{LMS}} - \delta \quad (3)$$

et LMVS pour des entités dimensionnelles intérieures,  $l_{\text{LMVS},i}$ , est donnée par l'Équation (4):

$$l_{\text{LMVS},i} = l_{\text{LMS}} + \delta \quad (4)$$

où

$l_{\text{LMS}}$  est la dimension au minimum de matière;

$\delta$  est la tolérance géométrique.

### 3.11 état virtuel au minimum de matière LMVC

état de l'élément associé de dimension virtuelle au minimum de matière, LMVS

Note 1 à l'article: L'état virtuel au minimum de matière, LMVC, est un état de l'élément de forme parfaite.

Note 2 à l'article: L'état virtuel au minimum de matière, LMVC, inclut une contrainte d'orientation (en conformité avec l'ISO 1101 et l'ISO 5459) de l'élément associé lorsque la spécification géométrique est une spécification d'orientation. L'état virtuel au minimum de matière, LMVC, inclut une contrainte de position (en conformité avec l'ISO 1101 et l'ISO 5459) de l'élément associé lorsque la spécification géométrique est une spécification de position (voir [Figure A.5](#)).

Note 3 à l'article: Voir [Figures A.5, A.8 et A.9](#).

### 3.12 exigence du maximum de matière MMR

exigence pour une entité dimensionnelle, définissant un élément géométrique, du même type et de forme parfaite, avec une valeur donnée pour la caractéristique intrinsèque (dimension) égale au MMVS, qui limite l'élément non idéal de la partie extérieure de la matière

Note 1 à l'article: L'exigence du maximum de matière, MMR, est employée pour vérifier l'aptitude à l'assemblage d'une pièce de fabrication.

Note 2 à l'article: Voir aussi [4.2](#).

### 3.13 exigence du minimum de matière LMR

exigence pour une entité dimensionnelle, définissant un élément géométrique, du même type et de forme parfaite, avec une valeur donnée pour la caractéristique intrinsèque (dimension) égale au LMVS, qui limite l'élément non idéal de la partie intérieure de la matière

Note 1 à l'article: Les exigences du minimum de matière, LMR, sont employées en couples pour vérifier, par exemple, l'épaisseur minimale de paroi entre deux entités dimensionnelles similaires localisées de façon symétrique ou coaxiale.

Note 2 à l'article: Voir aussi [4.3](#).

### 3.14 exigence de réciprocité RPR

exigence supplémentaire pour une entité dimensionnelle, employée en complément à l'exigence du maximum de matière, MMR, ou à l'exigence du minimum de matière, LMR, pour indiquer que la tolérance dimensionnelle est augmentée de la différence entre la tolérance géométrique et l'écart géométrique réel

## 4 Exigence du maximum de matière, MMR, et exigence du minimum de matière, LMR

### 4.1 Généralités

L'exigence du maximum de matière, MMR, et l'exigence du minimum de matière, LMR, peuvent s'appliquer à un ensemble d'une ou plusieurs entités dimensionnelles utilisées comme élément(s) tolérancé(s), référence(s) spécifiée(s), ou les deux. Elles créent une exigence combinée entre la taille de l'(les) entité(s)

dimensionnelle(s) et les exigences géométriques (forme, orientation ou position) spécifiées pour leur(s) élément(s) dérivé(s).

NOTE 1 Seules les entités dimensionnelles de type cylindre et de type deux surfaces planes parallèles opposées sont considérées par cette édition de l'ISO 2692. En conséquence, les seuls éléments dérivés possibles sont des lignes médianes et des surfaces médianes.

NOTE 2 Les filetages sont souvent considérés dans les normes ISO GPS comme des entités dimensionnelles de type cylindrique. Cependant, la présente norme internationale ne définit aucune règle sur la façon dont doivent être appliquées les exigences MMR, LMR et RPR sur les éléments filetés. Par conséquent, les outils définis dans cette norme ne peuvent pas être utilisés pour les filetages.

Lorsque l'exigence du maximum de matière, MMR, ou l'exigence du minimum de matière, LMR, est employée, les deux spécifications (spécification de taille et spécification géométrique) sont transformées en une spécification d'exigences combinées. La spécification combinée concerne uniquement l'élément intégral qui dans la présente Norme internationale désigne la (les) surface(s) de (des) entité(s) dimensionnelle(s).

NOTE 3 Par le passé, l'exigence du maximum de matière, MMR, était connue sous le nom de principe du maximum de matière, MMP.

Lorsqu'aucun modificateur (Ⓛ, Ⓜ, Ⓡ) n'est appliqué à l'élément tolérancé, les définitions de la taille de l'élément extrait de l'ISO 14405-1 et de l'ISO 14660-2 s'appliquent.

Lorsqu'aucun modificateur (Ⓛ, Ⓜ) n'est appliqué à la référence spécifiée, l'ISO 5459 s'applique. Le modificateur Ⓡ ne s'applique pas aux références spécifiées.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 4.2 Exigence du maximum de matière, MMR

### 4.2.1 Exigence du maximum de matière pour des éléments tolérancés

L'exigence du maximum de matière pour des éléments tolérancés résulte en quatre exigences indépendantes:

- une pour la limite supérieure de la taille locale [voir Règles A 1) et A 2)];
- une pour la limite inférieure de la taille locale [voir Règles B 1) et B 2)];
- une pour le non-dépassement par la surface de l'état virtuel au maximum de matière (voir Règle C);
- une pour le cas où plus d'un élément est concerné (voir Règle D).

Lorsque l'exigence du maximum de matière, MMR, s'applique à un élément tolérancé, elle doit être indiquée sur les dessins par le modificateur Ⓜ placé dans l'indicateur de tolérance après la tolérance géométrique de l'élément dérivé de l'entité dimensionnelle (élément tolérancé).

Dans ce cas, elle spécifie pour la (les) surface(s) (de l'entité dimensionnelle):

- a) **Règle A** La taille locale extraite de l'élément tolérancé doit être:
- 1) inférieure ou égale à la dimension au maximum de matière, MMS, pour les éléments extérieurs;
  - 2) supérieure ou égale à la dimension au maximum de matière, MMS, pour les éléments intérieurs.

NOTE 1 Cette règle peut être modifiée par l'indication de l'exigence de réciprocité, RPR, avec le modificateur Ⓡ après le modificateur Ⓜ (voir [Article 5](#) et [Figure A.1](#)).

- b) **Règle B** La taille locale extraite de l'élément tolérancé doit être:
- 1) supérieure ou égale à la dimension au minimum de matière, LMS, pour les éléments extérieurs [voir [Figures A.2 a\)](#), [A.3 a\)](#), [A.4 a\)](#), [A.6 a\)](#), [A.7 a\)](#), [A.10](#) et [A.11](#)];

- 2) inférieure ou égale à la dimension au minimum de matière, LMS, pour les éléments intérieurs [voir [Figures A.2 b](#)), [A.3 b](#)), [A.4 b](#)), [A.6 b](#)), [A.7 b](#)), [A.10](#) et [A.11](#)].
- c) **Règle C** L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément tolérancé ne doit pas être dépassé par l'élément (intégral) extrait (voir [Figures A.2](#), [A.3](#), [A.4](#), [A.6](#), [A.7](#), [A.10](#) et [A.11](#)).

NOTE 2 L'utilisation de l'exigence d'enveloppe  $\textcircled{E}$  (auparavant également connue sous le nom de principe de Taylor) conduit en général à des contraintes superflues, non nécessaires pour la fonction de (des) élément(s) (aptitude à l'assemblage). L'utilisation de telles contraintes et définitions de taille réduit les avantages techniques et économiques de l'exigence du maximum de matière, MMR.

NOTE 3 L'indication 0  $\textcircled{M}$  appliquée à une spécification de forme a la même signification que l'exigence d'enveloppe  $\textcircled{E}$ , appliquée à une taille.

- d) **Règle D** Lorsque la spécification géométrique est une orientation ou une position par rapport à une référence spécifiée (primaire) ou un système de références spécifiées, l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément tolérancé doit être en orientation et en position théoriquement exacte par rapport à la référence spécifiée ou au système de références spécifiées, conformément à l'ISO 1101 et à l'ISO 5459 (voir [3.9](#) NOTE 2 et [Figures A.3](#), [A.4](#), [A.6](#) et [A.7](#)). De plus, lorsque plusieurs éléments tolérancés sont contrôlés par la même indication de tolérancement, les états virtuels au maximum de matière, MMVCs, doivent également être en orientation et en position théoriquement exactes les uns par rapport aux autres [en plus des contraintes possibles par rapport à la (aux) référence(s) spécifiée(s)] (voir [Figures A.1](#), [A.10](#), [A.11](#) et [A.13](#)).

NOTE 4 Lorsque plusieurs éléments tolérancés sont contrôlés par la même indication de tolérance, l'exigence du maximum de matière, MMR, sans autre modificateur que  $\textcircled{M}$  a exactement la même signification que la même exigence avec les deux modificateurs  $\textcircled{M}$  et CZ.

Pour spécifier des exigences qui s'appliquent séparément, le modificateur SZ<sup>1)</sup> doit être utilisé après le modificateur  $\textcircled{M}$ .

ISO 2692:2014

#### 4.2.2 Exigence du maximum de matière pour les éléments de référence considérés

L'exigence du maximum de matière pour les éléments de référence se décline en trois exigences indépendantes:

- une exigence pour le non-dépassement par la surface de l'état virtuel au maximum de matière (voir Règle E);
- une exigence pour la dimension au maximum de matière lorsqu'il n'y a pas de spécification géométrique ou lorsqu'il n'y a que des spécifications géométriques dont la valeur de la tolérance n'est pas suivie du symbole  $\textcircled{M}$  (voir Règle F);
- une exigence pour la dimension au maximum de matière lorsqu'il y a une spécification géométrique dont la valeur de la tolérance est suivie du symbole  $\textcircled{M}$  et dont la section «références» (troisième case et suivantes) de l'indicateur de tolérance respecte une propriété définie dans la Règle G.

Lorsque l'exigence du maximum de matière, MMR, s'applique à un élément de référence, elle doit être indiquée sur les dessins par le modificateur  $\textcircled{M}$  placé dans l'indicateur de tolérance après la (les) lettre(s) identifiant la référence spécifiée.

NOTE 1 L'utilisation de  $\textcircled{M}$  après la lettre désignant la référence spécifiée n'est possible que si la référence est obtenue à partir d'une entité dimensionnelle.

1) SZ va être incorporé dans la révision de l'ISO/1101:2012.

NOTE 2 Lorsque l'exigence du maximum de matière ou l'exigence du minimum de matière s'applique à tous les éléments de la collection de surfaces d'une référence spécifiée commune, la séquence correspondante des lettres identifiant la référence spécifiée commune doit être indiquée entre parenthèses (voir [Figure A.13](#) et l'ISO 5459:2011, règle 9) et les états virtuels au maximum de matière, MMVCs, sont par défaut contraints en position et en orientation entre eux (voir l'ISO 5459:2011, Règle 7). Lorsque l'exigence du maximum de matière ou l'exigence du minimum de matière ne s'applique qu'à une surface de la collection des éléments impliqués dans une référence spécifiée commune, la séquence des lettres identifiant la référence spécifiée commune ne doit pas être indiquée entre parenthèses, et l'exigence s'applique uniquement à l'élément identifié par la lettre placée juste avant le modificateur.

Dans ce cas, elle spécifie pour la (les) surface(s) (de l'entité dimensionnelle):

- a) **Règle E** L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément de référence considéré ne doit pas être dépassé par l'élément de référence (intégral) extrait à partir duquel la référence spécifiée est dérivée (voir [Figures A.6](#) et [A.7](#)).
- b) **Règle F** La taille à l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément de référence considéré doit être la dimension au maximum de matière, MMS, lorsque l'élément de référence considéré n'a pas de spécification géométrique (voir [Figure A.6](#)), ou a seulement des spécifications géométriques dont la valeur de la tolérance n'est pas suivie du modificateur  $\textcircled{M}$ , ou n'a aucune spécification géométrique respectant la Règle G.

NOTE 3 Dans ces cas, MMVS pour des entités dimensionnelles extérieures et intérieures,  $l_{\text{MMVS}}$ , est donnée par l'Équation (5):

$$l_{\text{MMVS}} = l_{\text{MMS}} \pm 0 = l_{\text{MMS}} \tag{5}$$

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

où  $l_{\text{MMS}}$  est la dimension au minimum de matière.

- c) **Règle G** La taille à l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément de référence considéré doit être la dimension au maximum de matière, MMS, plus (pour les entités dimensionnelles extérieures) ou moins (pour les entités dimensionnelles intérieures) la tolérance géométrique, lorsque l'élément de référence est contrôlé par une spécification géométrique caractérisée par les propriétés suivantes:

- 1) sa valeur de tolérance est suivie du symbole  $\textcircled{M}$ , et
  - i) il s'agit d'une spécification de forme et la référence spécifiée considérée correspond à la référence primaire de l'indicateur de tolérance où le symbole  $\textcircled{M}$  apparaît après la lettre identifiant la référence spécifiée (voir [Figure A.7](#)), ou
  - ii) il s'agit d'une spécification d'orientation ou de position dont la référence spécifiée ou le système de références spécifiées contient exactement, dans le même ordre, la (les) même(s) référence(s) spécifiée(s) que celle(s) appelée(s) avant la référence considérée dans l'indicateur de tolérance où le symbole  $\textcircled{M}$  apparaît après la lettre identifiant la référence spécifiée (voir [Figures A.12](#) et [A.13](#)).

NOTE 4 Dans ce cas, MMVS pour des entités dimensionnelles extérieures est telle que donnée par l'Équation (1), et MMVS pour des entités dimensionnelles intérieures est telle que donnée par l'Équation (2). Voir [3.8](#), Note 3.

NOTE 5 Si les propriétés ci-dessus ne sont pas respectées, alors la Règle F s'applique.

Dans le cas de la Règle G, l'indicateur d'élément de référence doit être directement connecté à l'indicateur de tolérance contrôlant l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément de référence (voir l'ISO 5459:2011, Règle 1, 2<sup>ème</sup> tiret).

## 4.3 Exigence du minimum de matière, LMR

### 4.3.1 Exigence du minimum de matière pour les éléments tolérancés

Lorsque l'exigence du minimum de matière, LMR, s'applique à un élément tolérancé, elle doit être indiquée sur les dessins par le symbole modificateur  $\textcircled{L}$  placé dans l'indicateur de tolérance après la tolérance géométrique de l'élément dérivé de l'entité dimensionnelle (élément tolérancé).

**EXEMPLE** Afin de contrôler l'épaisseur minimale de paroi, le symbole  $\textcircled{L}$  doit être appliqué au tolérancement des éléments des deux côtés de la paroi. L'exigence du minimum de matière, LMR, peut être mise en œuvre de deux façons différentes, comme suit.

- Les exigences de position des deux côtés de la paroi peuvent se rapporter au même axe de référence spécifié ou au même système de références spécifiées (voir [Figure A.8](#)). Dans ce cas,  $\textcircled{L}$  s'applique aux deux éléments tolérancés.
- L'exigence de position de l'élément dérivé d'un des deux côtés de la paroi peut se référer pour la référence spécifiée à l'élément dérivé de l'autre côté. Dans ce cas, la tolérance pour l'élément tolérancé et la lettre de référence doivent être suivies du modificateur  $\textcircled{L}$  (voir [Figure A.9](#)).

**NOTE 1** Cette possibilité ne s'applique que lorsque les éléments des deux côtés sont des entités dimensionnelles.

Lorsque l'exigence du minimum de matière, LMR, s'applique à un élément tolérancé, elle spécifie pour la (les) surface(s) (de l'entité dimensionnelle):

- a) **Règle H** La taille locale extraite de l'élément tolérancé doit être:
- 1) supérieure ou égale à la dimension au minimum de matière, LMS, pour les éléments extérieurs;
  - 2) inférieure ou égale à la dimension au minimum de matière, LMS, pour les éléments intérieurs.

**NOTE 2** Cette règle peut être modifiée par l'indication de l'exigence de réciprocité, RPR, avec le symbole  $\textcircled{R}$  après le symbole  $\textcircled{L}$  [voir [5.3](#), [Figure A.5 e](#)) et [Figure A.5 f](#)].

- b) **Règle I** La taille locale extraite de l'élément tolérancé doit être:
- 1) inférieure ou égale à la dimension au maximum de matière, MMS, pour les éléments extérieurs [voir [Figures A.5 a](#)), [A.8](#) et [A.9](#)];
  - 2) supérieure ou égale à la dimension au maximum de matière, MMS, pour les éléments intérieurs [voir [Figures A.5 b](#)), et [A.8](#)].
- c) **Règle J** L'état virtuel au minimum de matière, LMVC, de l'élément tolérancé ne doit pas être dépassé par l'élément (intégral) extrait (voir [Figures A.5](#), [A.8](#) et [A.9](#)).

**NOTE 3** L'utilisation de l'exigence d'enveloppe  $\textcircled{E}$  (auparavant également connue sous le nom de Principe de Taylor) conduit en général à des contraintes superflues, non nécessaires pour la fonction de (des) élément(s) (épaisseur minimale de paroi). L'utilisation de telles contraintes et définitions de taille réduit les avantages techniques et économiques de l'exigence du minimum de matière, LMR.

- d) **Règle K** Lorsque la spécification géométrique est une orientation ou une position par rapport à une référence spécifiée (primaire) ou un système de références spécifiées, l'état virtuel au minimum de matière, LMVC, de l'élément tolérancé doivent être en orientation et en position théoriquement exacte par rapport à la référence spécifiée ou au système de références spécifiées, conformément à l'ISO 1101 et à l'ISO 5459 (voir [3.11](#) NOTE 2 et [Figures A.5](#), [A.8](#) et [A.9](#)). De plus, lorsque plusieurs éléments tolérancés sont contrôlés par la même indication de tolérancement, les états virtuels au minimum de matière, LMVCs, doivent également être en orientation et en position théoriquement exactes les uns par rapport aux autres [en plus des contraintes possibles par rapport à la (aux) référence(s) spécifiée(s)].