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

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

iTeh STANDARDS PLATFORM
(standards.itih.ai)

[ISO 2692:2006](https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2692:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>

© ISO 2006

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Exigence du maximum de matière, MMR, et exigence du minimum de matière, LMR	5
4.1 Généralités	5
4.2 Exigence du maximum de matière, MMR	6
4.3 Exigence du minimum de matière, LMR	8
5 Exigence de réciprocité, RPR	9
5.1 Généralités	9
5.2 Exigence de réciprocité, RPR, et exigence du maximum de matière	10
5.3 Exigence de réciprocité, RPR, et exigence du minimum de matière	10
Annex A (informative) Exemples de tolérancement avec \mathbb{M}, \mathbb{L} et \mathbb{R}	11
Annex B (informative) Vue d'ensemble des concepts	30
Annex C (informative) Relation avec la matrice GPS	31
Bibliographie	32

[ISO 2692:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>

Avant-propos

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

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 2692 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 2692:1988), dont elle constitue une révision technique. Elle incorpore également l'Amendement ISO 2692:1988/Amd.1:1992.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>

Introduction

0.1 Généralités

La présente Norme internationale, qui traite de la spécification géométrique des produits (GPS), est 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, à l'orientation et à la position des éléments dérivés à partir des «entités dimensionnelles».

Pour de plus amples renseignements sur les relations entre la présente Norme internationale et la 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 de paroi minimale» d'une pièce. Chaque exigence (MMR et LMR) combine deux exigences de tolérance indépendantes en une exigence combinée qui simule plus précisément la fonction à laquelle est destinée la pièce. Dans certains cas, tant pour la MMR que pour la LMR, l'exigence de réciprocité, RPR peut être ajoutée.

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, comme le cercle des trous de passage de boulons dans deux brides et les boulons correspondants.

Le jeu d'assemblage a une valeur minimale lorsque chacune des «entités dimensionnelles» conjuguées 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 ressort que si les tailles d'un élément conjugué 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 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 de paroi minimale 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 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 dans le cas où cela est permis — 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 ®.

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 286-1:1998, l'ISO 14405:—, l'ISO 14660-1:1999, ISO 14660-2:1999 et l'ISO/TS 17450-1:2005.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2692:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>

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, et en précise les applications.

L'objectif de ces exigences est de contrôler les fonctions spécifiques de 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) et une épaisseur de paroi minimale (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 être employées pour respecter d'autres exigences fonctionnelles de conception.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 286-1:1988, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 1: Base des tolérances, écarts et ajustements*

ISO 1101:2004, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement*

ISO 5459:—¹⁾, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Références spécifiées et systèmes de références spécifiées pour tolérances géométriques*

ISO 14405:—²⁾, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement dimensionnel — Taille linéaire*

ISO 14660-1:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 1: Termes généraux et définitions*

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/TS 17450-1:2005, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts généraux — Partie 1: Modèle pour la spécification et la vérification géométrique*

1) À publier. (Révision de l'ISO 5459:1981)

2) À publier.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 286-1:1998, l'ISO 14405:—, l'ISO 14660-1:1999, l'ISO 14660-2:1999, l'ISO/TS 17450-1:2005, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

entité dimensionnelle

forme géométrique définie par une dimension linéaire ou angulaire du type taille

[ISO 14660-1:1999]

3.2

élément dérivé

centre, ligne médiane ou surface médiane provenant d'un ou de plusieurs éléments intégraux

[ISO 14660-1:1999]

3.3

élément intégral

surface ou ligne d'une surface

NOTE Un élément intégral est intrinsèquement défini.

[ISO 14660-1:1999]

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 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 respectivement l'ISO/TS 17450-1 et l'ISO 14660-1), quelle limite (supérieure ou inférieure) de l'exigence est concernée.

NOTE 2 La taille de l'élément extrait à l'«état au maximum de matière», MMC, peut être définie par défaut, et plusieurs définitions spéciales de la taille de l'élément extrait existent (voir l'ISO 14405 et l'ISO 14660-2).

NOTE 3 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

Voir Annexe A.

NOTE 1 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 et l'ISO 14660-2).

NOTE 2 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.

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 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 respectivement l'ISO 17450-1 et l'ISO 14660-1), quelle limite (supérieure ou inférieure) de l'exigence est concernée.

NOTE 2 La taille de l'élément extrait à l'«état au minimum de matière», LMC, peut être définie par défaut ou par plusieurs définitions spéciales de la taille de l'élément extrait (voir l'ISO 14405 et l'ISO 14660-2).

NOTE 3 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

Voir Annexe A.

NOTE 1 La dimension au minimum de matière, LMS, peut être définie par défaut ou par l'une parmi plusieurs définitions spéciales de la taille de l'élément extrait existant (voir l'ISO 14405 et l'ISO 14660-2).

NOTE 2 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.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4f14246c-402d-4650-84db-01bb197a29ca/iso-2692-2006>

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 par l'élément dérivé de la même entité dimensionnelle

NOTE 1 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 Pour les éléments extérieurs, MMVS est la somme de MVS et de la tolérance géométrique, alors que pour les éléments intérieurs, c'est la différence entre MVS et la tolérance géométrique.

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

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

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

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

où

l_{MMS} est la dimension au maximum de matière

δ est la tolérance géométrique.

3.9
état virtuel au maximum de matière
MMVC

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

Voir Annexe A.

NOTE 1 L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, est un état de l'élément de forme parfaite.

NOTE 2 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 tolérance géométrique est une tolérance 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 tolérance géométrique est une tolérance de position (voir Figure A.4).

3.10
dimension virtuelle au minimum de matière
LMVS

l_{LMVS}
dimension due aux effets conjugués de la dimension au minimum de matière, LMS, d'une entité dimensionnelle et de la tolérance géométrique (forme, orientation ou position) donnée par l'élément dérivé de la même entité dimensionnelle

NOTE 1 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 Pour les éléments extérieurs, LMVS est la différence entre MVS et la tolérance géométrique, alors que pour les éléments intérieurs, c'est la somme de MVS et de la tolérance géométrique.

NOTE 3 LMVS pour des entités dimensionnelles extérieures, $l_{LMVS,e}$, est donnée par l'Équation (3):

$$l_{LMVS,e} = l_{LMS} - \delta \quad \text{ISO 2692:2006} \quad (3)$$

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

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

où

l_{LMS} est la dimension au minimum de matière

δ 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

Voir Figures A.5, A.8 et A.9.

NOTE 1 L'état virtuel au minimum de matière, LMVC, est un état de l'élément de forme parfaite.

NOTE 2 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 tolérance géométrique est une tolérance de position (voir Figure A.5).

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

NOTE 2 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 Les exigences du minimum de matière, LMR, sont employées en couples pour vérifier, par exemple, l'épaisseur de paroi entre deux entités dimensionnelles similaires localisées de façon symétrique ou coaxiale.

NOTE 2 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

(standards.iteh.ai)

4.1 Généralités

ISO 2692:2006

L'exigence du maximum de matière, MMR, et l'exigence du minimum de matière, LMR, prennent en compte la relation mutuelle entre la tolérance dimensionnelle et la tolérance géométrique concernée des éléments en relation. Ces exigences peuvent être appliquées uniquement pour combiner les exigences de taille des entités dimensionnelles avec la tolérance géométrique du (des) élément(s) dérivé(s) de (des) entité(s) dimensionnelle(s).

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

Lorsque l'exigence du maximum de matière, MMR, ou l'exigence du minimum de matière, LMR, est spécifiée, les deux exigences (taille et tolérance géométrique) sont transformées en une exigence conjuguée. L'exigence conjuguée concerne uniquement l'élément intégral qui dans la présente Norme internationale est en relation avec la (les) surface(s) de (des) entité(s) dimensionnelle(s).

NOTE 2 Par le passé, l'exigence du maximum de matière, MMR, était connue sous le nom de principe du maximum de matière, MMP.

Lorsque aucun modificateur, $\text{\textcircled{L}}$, $\text{\textcircled{M}}$ ou $\text{\textcircled{R}}$ n'est appliqué à l'élément tolérancé, les définitions de la taille de l'élément extrait de l'ISO 14405 et de l'ISO 14660-2 s'appliquent.

Lorsque aucun modificateur, $\text{\textcircled{L}}$, $\text{\textcircled{M}}$ ou $\text{\textcircled{R}}$ n'est appliqué à la référence, l'ISO 5459 s'applique.

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:

- a) une pour la limite supérieure de la taille locale [voir Règles A 1) et A 2)];
- b) une pour la limite inférieure de la taille locale [voir Règles B 1) et B 2)];
- c) une pour le non-dépassement par la surface de l'état virtuel au maximum de matière (voir Règle C);
- d) 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 est indiquée sur les dessins par le modificateur \textcircled{M} placé dans le cadre 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):

— **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 \textcircled{R} après le modificateur \textcircled{M} (voir Article 5 et Figure A.1).

— **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 and A.11].

— **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 d'autres contraintes sur la taille à l'état au maximum de matière, MMC, par exemple exigence d'enveloppe \textcircled{E} (auparavant aussi connu sous le nom de principe de Taylor), conduit à des exigences superflues, non nécessaires pour la fonction de (des) élément(s) (aptitude à l'assemblage). L'utilisation des ces autres contraintes et définitions pour la taille réduira les avantages techniques et économiques de l'exigence du maximum de matière, MMR.

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

- **Règle D** Lorsque des éléments tolérancés (lorsqu'il y en a plus d'un) sont contrôlés par la même indication de tolérance, ou lorsque la spécification géométrique est l'orientation ou la localisation, les états virtuels au maximum de matière, MMVC, du (des) élément(s) tolérancé(s) sont en localisation(s) et orientation(s) théoriques exacte(s) les uns par rapport aux autres et par rapport à la (aux) référence(s) spécifiée (s) (voir Figures A.6, A.7, A.10 et A.11).

4.2.2 Exigence du maximum de matière pour les éléments référence corrélés

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

- a) une exigence pour le non-dépassement par la surface de l'état virtuel au maximum de matière (voir Règle E);
- b) une exigence pour la dimension au maximum de matière lorsqu'il n'y a pas de tolérance géométrique ou lorsqu'il y a une tolérance géométrique non suivie par le modificateur M (voir Règle F);
- c) une exigence pour la dimension au maximum de matière lorsqu'il y a une tolérance géométrique de forme suivie par le modificateur M (voir Règle G).

Lorsque l'exigence du maximum de matière, MMR, s'applique à un élément de référence, elle est indiquée sur les dessins par le modificateur M placé dans le cadre de tolérance après la (les) lettre(s) désignant la référence:

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

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 commune, la séquence correspondante des lettres identifiant la référence commune doit être indiquée entre parenthèses (voir Figure A.12). Lorsque l'exigence du maximum de matière ou l'exigence du minimum de matière ne s'applique qu'à un élément de la collection de surfaces d'une référence commune, la séquence des lettres identifiant la référence 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):

- **Règle E** L'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément référence corrélé ne doit pas être dépassé par l'élément référence (intégral) extrait à partir duquel la référence est dérivée (voir Figures A.6 et A.7).
- **Règle F** La taille à l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément référence corrélé est la dimension au maximum de matière, MMS, lorsque l'élément référence corrélé n'a pas de tolérance géométrique, ou a une tolérance géométrique de forme non suivie du modificateur M (voir Figure A.6).

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

$$l_{\text{MMVS}} = l_{\text{MMS}} \pm 0 = l_{\text{MMS}} \quad (5)$$

où

l_{MMS} est la dimension au maximum de matière.

- **Règle G** La taille à l'état virtuel au maximum de matière, MMVC, de l'élément référence corrélé est 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 référence corrélé a une tolérance géométrique de forme suivie du modificateur M (voir Figure A.7)

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.