

# Normes ISO 199:2014 et ISO 492:2014 : complexité ou clarté

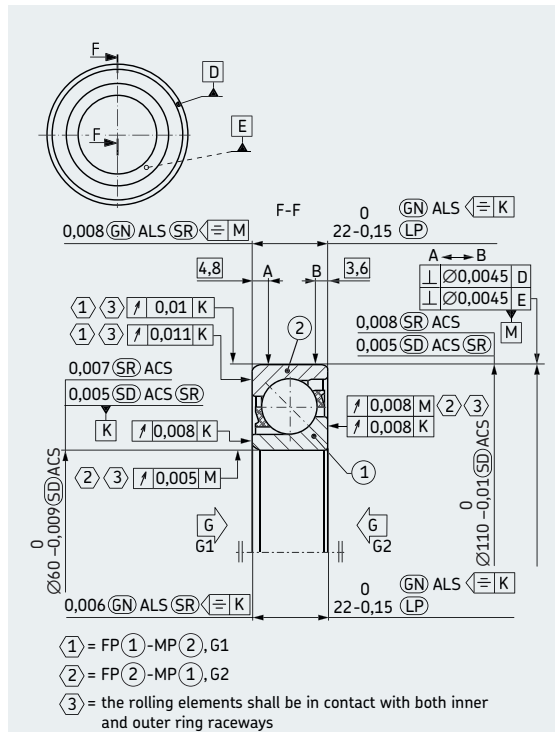
Les normes ISO 199 [1] et ISO 492 [2] ont fait l'objet d'une révision visant à améliorer la représentation des caractéristiques de tolérances. Les évolutions récentes en matière de tolérancement conformément aux Spécifications géométriques des produits (GPS) (ISO) ont été appliquées.

**DANS LES PRÉCÉDENTES** versions des normes ISO 199 et ISO 492, les exigences fonctionnelles étaient exprimées sous forme de descriptions verbales selon la norme ISO 1132-1 [3]. La compréhension n'en était pas aisée; la description d'une tolérance sur diamètre d'alésage, par exemple, reposait sur 10 définitions. Les spécialistes en roulements n'étaient eux-mêmes pas toujours certains de bien comprendre ces définitions. Du côté des non-spécialistes, les informations obtenues sur les spécifications avaient de quoi laisser perplexe. Dans les secteurs de l'automobile et de l'usinage, l'indication des spécifications géométriques des produits (GPS) ISO au moyen de symboles est à la pointe et les descriptions verbales n'ont plus

cours depuis des décennies.

C'est ce qui a décidé l'ISO/TC 4 (Comité technique ISO pour les roulements) en 2009 à exprimer également les caractéristiques de tolérances des roulements avec des symboles ISO GPS.

À l'époque, les experts de l'ISO/TC 4 ne pouvaient pas imaginer que les futures normes ISO 199 et 492 incluraient des spécifications complexes, notamment concernant le tolérancement dimensionnel, car aucune norme ISO GPS relative au tolérancement dimensionnel n'était disponible, en dehors des normes ISO 286-1 [4] et ISO 286-2 [5]. Il était d'usage d'appliquer des tolérances  $\pm$  à toutes les dimensions, y compris lorsque, de toute évidence, cela risquait d'entraîner des

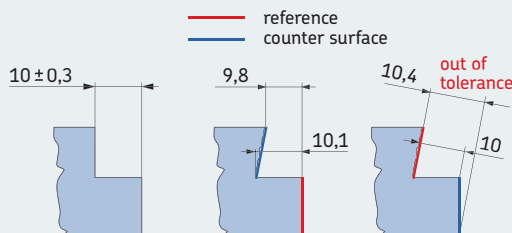


**Fig. 2 : roulement à billes à contact oblique à une rangée 7212, classe de tolérance 5 - indications de tolérance selon ISO 492:2014.**

confusions, autrement dit la possibilité pour l'utilisateur de la spécification (par ex. lors de mesures) d'appliquer celle-ci de différentes manières (Fig. 1).

Pour améliorer cette situation, la norme ISO 14405-1 [6] a été publiée en 2010. Cette norme ISO GPS propose plusieurs possibilités pour le tolérancement dimensionnel. Elle a été immédiatement appliquée dans les versions provisoires des nouvelles normes ISO 199 et 492 pour exprimer les caractéristiques appropriées pour respecter les exigences fonctionnelles des roulements.

**Fig. 1 : exemple de spécification confuse.**



## Complexité

Les normes ISO 199:2014 et ISO 492:2014 intègrent désormais des symboles ISO GPS. Toutefois, lorsque toutes les caractéristiques utiles sont indiquées sur une seule vue, représentant par exemple un roulement à billes à contact oblique à une rangée, il en résulte un dessin

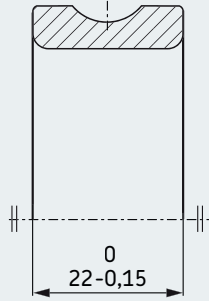


Fig. 3 : spécification de la largeur d'une bague intérieure de roulement rigide à billes avec opérateur de spécification par défaut.

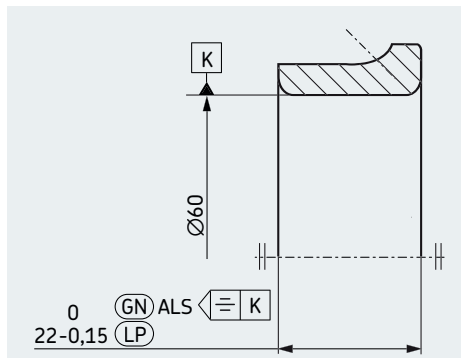


Fig. 4 : spécification de la largeur d'une bague intérieure de roulement à billes à contact oblique.

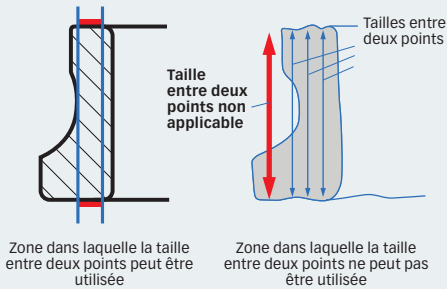


Fig. 5 : taille entre deux points sur une bague asymétrique.

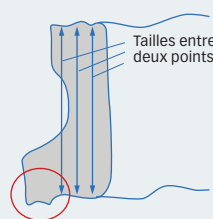


Fig. 6 : écart de forme en dehors de la zone dans laquelle la taille entre deux points est applicable.

assez complexe (Fig. 2).

La complexité s'entend à deux niveaux :

- Le 1<sup>er</sup> niveau correspond tout simplement au nombre de caractéristiques GPS. Cette complexité peut être facilement réduite par une lecture des indications partie par partie.
- Le 2<sup>e</sup> niveau de complexité tient à la nécessité de rendre la spécification de tolérance univoque et de traduire les exigences fonctionnelles relatives à la pièce en spécifications GPS.

Dans certains cas, la spécification complète n'est pas visible sur le dessin car les spécifications par défaut telles qu'indiquées dans les normes ISO GPS sont pertinentes.

Exemple :

Pour le tolérancement

dimensionnel d'entités dimensionnelles (cylindre par ex.), la taille entre deux points selon ISO 14405-1 est l'opérateur de spécification par défaut. Par conséquent, le modificateur de spécification (LP) pour la taille entre deux points ne doit pas être indiqué s'il s'applique à la fois aux limites d'écart supérieure et inférieure. C'est par exemple le cas pour la spécification de la largeur de bague sur un roulement rigide à billes présentant des bagues symétriques (Fig. 3).

Remarque :

Si la taille entre deux points s'applique à une seule des deux limites d'écart spécifiées, le modificateur de spécification (LP) doit être indiqué après la limite d'écart concernée (Fig. 4).

Cependant, en cas d'utilisation

d'opérateurs de spécification par défaut, il est nécessaire de prendre en compte tous les détails comme indiqué dans les normes ISO GPS applicables. Cela peut donner lieu à une quantité importante d'informations. Consultez *Evolution* n° 3.2012 [7] concernant les tolérances relatives au diamètre d'alésage d'un roulement.

Si l'on s'intéresse à nouveau à la Fig. 2 et plus spécialement aux détails des tolérances dimensionnelles, des modificateurs de spécification apparaissent systématiquement à côté des valeurs de tolérances.

Dans l'exemple de la spécification de largeur de bague intérieure (Fig. 4), nous verrons que des indications complexes sont nécessaires pour éviter des confusions dues à :

- la géométrie de base de la bague ;
- des écarts géométriques apparaissant lors de la fabrication ;
- une orientation indéfinie de ALS (n'importe quelle section longitudinale) ;
- des écarts locaux sur les faces de la bague.

## La géométrie de base de la bague

Les bagues des roulements à billes à contact oblique à une rangée sont asymétriques. De ce fait, une taille entre deux points, qui est l'opérateur utilisé pour les bagues symétriques comme celles des roulements rigides à billes (Fig. 3), n'est pas appropriée car elle ne peut convenir que dans des zones où de la matière est disponible à l'opposé (Fig. 5).

La confusion :

Si une taille entre deux points est spécifiée, la partie de la grande face de la bague intérieure qui se trouve à proximité de l'épaulement ne pourra être prise en compte, et si des écarts de forme apparaissent vers l'extérieur de la matière, la largeur fonctionnelle de la bague selon le montage ne sera pas détectée (Fig. 6).

La solution :

Application de  $\text{GN}$ , la taille minimale circonscrite conformément à la norme ISO 14405-1.  $\text{GN}$  est une taille globale, autrement dit, elle couvre l'intégralité de la petite et la grande face de la bague intérieure (Fig. 7).

### Écarts géométriques apparaissant lors de la fabrication

Les bagues ont tendance à se déformer (courber) après un traitement thermique. Cet écart de forme subsiste après les étapes suivantes de fabrication, comme la rectification, car si une bague est plane lorsqu'elle est bridée sur la machine-outil, après débridage, elle est à nouveau courbée. Seul un traitement thermique supplémentaire intensif entre les opérations de rectification et/ou des étapes de rectification supplémentaires peuvent permettre de corriger ce phénomène.

Cependant, les bagues sont souples et seront planes une fois montées et fixées axialement sur l'arbre.

La confusion :

Si  $\text{GN}$  était appliqué sur la totalité de la bague, le résultat d'une mesure ne refléterait pas la situation réelle après montage (Fig. 8).

La solution :

$\text{GN}$  est appliqué à ALS (toute section longitudinale) selon la norme ISO 14405-1 et ne convient par conséquent qu'aux droites d'intersection issues du plan ALS et des faces réelles de la bague et non plus aux faces de la bague dans leur intégralité (Fig. 9).

### Une orientation indéfinie de ALS

La confusion :

ALS pourrait être orienté de différentes manières, par ex. en incluant l'axe de l'alésage, l'axe du

diamètre de l'épaule ou encore perpendiculairement à la grande face de la bague.

La solution :

ALS est orienté pour inclure l'axe de l'alésage car il est généralement utilisé comme référence pour contrôler d'autres caractéristiques GPS de la bague intérieure.

Sur le dessin, le modificateur de spécification  $\text{K}$  doit être ajouté à côté de ALS (Fig. 4). Ce modificateur correspond au plan d'intersection. Pour l'instant, il ne figure que dans la norme ISO 1101 [8] pour le tolérancement géométrique, mais la norme ISO 14405-1 est en cours de révision et intégrera également les plans d'intersection. Le symbole de symétrie dans la première moitié de l'indication signifie que le plan d'intersection doit inclure une référence qui est précisée dans la deuxième moitié. Selon cette dernière, l'axe de l'alésage doit être défini comme référence (Fig. 4 et 10).

Par conséquent, les deux droites parallèles qui définissent la taille minimale circonscrite sont orientées symétriquement par rapport à l'axe de l'alésage.

### Écarts locaux sur la face de la bague

La confusion :

$\text{GN ALS } \text{K}$  ne peut prendre en compte les écarts locaux dans la direction vers l'intérieur de la matière (Fig. 11).

Or, des écarts de ce type peuvent induire un mauvais ajustement au niveau de l'interface entre la face de la bague et la face de l'épaule de l'arbre et entraîner de ce fait, par exemple, une rouille de contact.

La solution :

$\text{GN ALS } \text{K}$  est appliqué uniquement à la limite supérieure de tolérance. En ce qui concerne la limite inférieure de tolérance, la taille entre deux points est spécifiée. Dans ce cas, le modificateur  $\text{LP}$  doit être indiqué car il s'applique

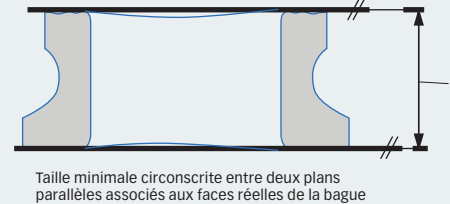


Fig. 7 :  $\text{GN}$  appliqué sur une bague asymétrique.

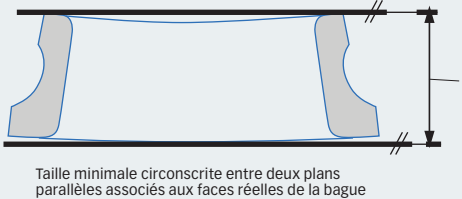


Fig. 8 :  $\text{GN}$  appliqué sur une bague courbée.

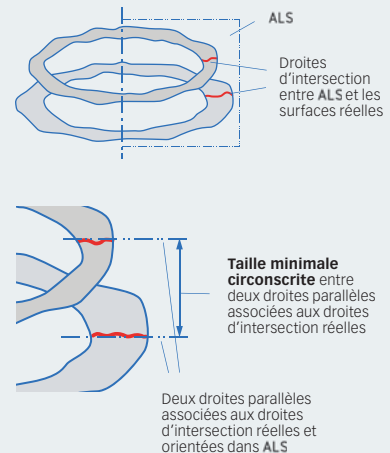


Fig. 9 : droites d'intersection entre le plan ALS et les faces réelles de la bague.

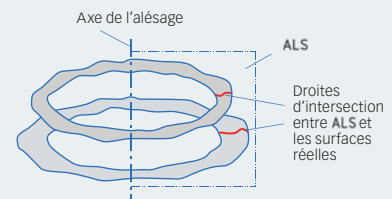


Fig. 10 : ALS axe de l'alésage inclus.

uniquement à la limite inférieure de tolérance.

## Spécification finale de la taille

0  $\text{GN ALS} \left( \begin{array}{c} \text{K} \\ \text{K} \end{array} \right)$   
22 -0,15 (LP)

Descriptions selon la norme ISO 492:2014 :

$\text{GN ALS} \left( \begin{array}{c} \text{K} \\ \text{K} \end{array} \right)$

écart d'une taille minimale circonscrite de la largeur de la bague intérieure entre deux droites opposées, dans toute section longitudinale incluant l'axe de l'alésage de la bague intérieure, par rapport à sa taille nominale ;

(LP)

écart d'une taille entre deux points de la largeur de la bague intérieure par rapport à sa taille nominale.

Cela peut sembler paradoxal mais  $\text{GN ALS} \left( \begin{array}{c} \text{K} \\ \text{K} \end{array} \right)$  peut également être décrit de manière simple ; il peut être envisagé comme un pied à coulisse. Un pied à coulisse présente deux droites parallèles. Pour obtenir la taille minimale circonscrite, ces droites doivent être amenées jusqu'aux faces de la bague et orientées dans une ALS (Fig. 12).

Vous vous demandez peut-être : pourquoi une spécification aussi complexe est-elle nécessaire ?

Réponse : lorsqu'une mesure est réalisée à l'aide d'un pied à coulisse, la bonne procédure s'effectue de manière intuitive en s'appuyant sur ses compétences et sa sensibilité. Sur d'autres équipements de mesure, comme les systèmes de mesure tridimensionnelle, la procédure n'a rien d'intuitif et toutes les opérations de préparation de la mesure doivent être basées sur une spécification complète et univoque.

L'écart de largeur de bagues asymétriques n'est qu'un exemple parmi d'autres des caractéristiques auxquelles peuvent être appliquées les normes ISO 199:2014 et ISO 492:2014.

La spécification du battement sur

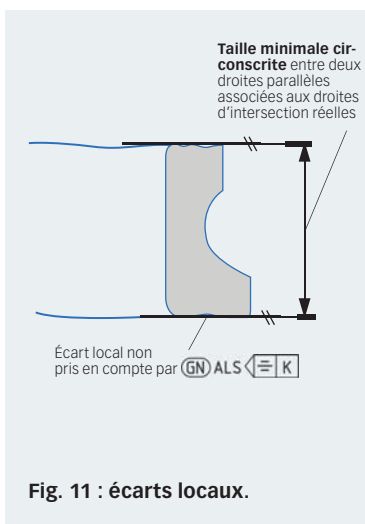


Fig. 11 : écarts locaux.

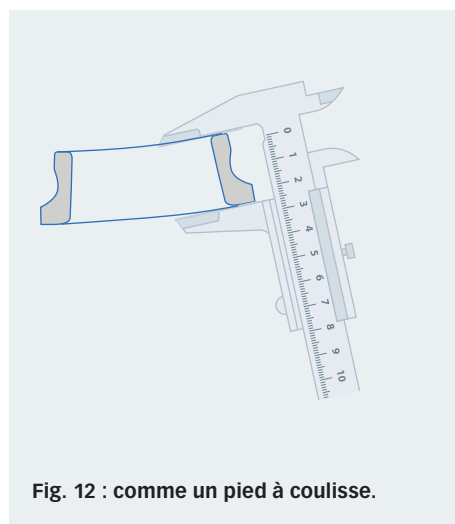


Fig. 12 : comme un pied à coulisse.

des roulements assemblés constitue un autre cas particulier dans lequel des modificateurs de spécification selon ISO/TS 17863 [9] sont indiqués pour garantir que les pièces d'un roulement (qui est un assemblage mobile) restent solidaires. Sans ces modificateurs, la spécification présenterait des ambiguïtés dues, par exemple, au jeu radial ou axial.

Cette spécification comme beaucoup d'autres doit également être expliquée.

SKF propose à cet effet un module de formation en ligne consacré à l'ensemble des caractéristiques des normes ISO 199:2014 et ISO 492:2014 sur son site [skf.com](http://skf.com). ●

### Auteur :

**Hans Wiesner**, Expert en spécification géométrique des produits (GPS), Développement technologique Groupe SKF – Normes et pratiques, Autriche

### Références

- [1] ISO 199 Roulements – Butées – Spécification géométrique des produits (GPS) et valeurs de tolérance.
- [2] ISO 492 Roulements – Roulements radiaux – Spécification géométrique des produits (GPS) et valeurs de tolérance.
- [3] ISO 1132-1 Roulements – Tolérances – Partie 1 : termes et définitions.
- [4] ISO 286-1 Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 1 : base des tolérances, écarts et ajustements.
- [5] ISO 286-2 Spécification géométrique des produits (GPS) – Système de codification ISO pour les tolérances sur les tailles linéaires – Partie 2 : tableaux des classes de tolérance normalisées et des écarts limites des alésages et des arbres.
- [6] ISO 14405-1 Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement dimensionnel – Partie 1 : tailles linéaires.
- [7] SKF *Evolution* n° 3.2012 – Technologie – Réunion des comités TC 4 Roulements et GPSTC 213.
- [8] ISO 1101 Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement géométrique – Tolérances de forme, orientation, position et battement.
- [9] ISO/TS 17863 Spécification géométrique des produits (GPS) – Tolérancement des assemblages mobiles.

### Résumé

Des indications complexes reposent toujours sur une base justifiée, mais il est nécessaire d'expliquer cette base et les indications du dessin. De cette manière, l'inconvénient d'indications trop complexes peut laisser place à l'avantage offert par des spécifications complètes dans lesquelles les confusions sont minimisées.