
Norme internationale



4292

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Méthodes d'évaluation des écarts de circularité — Mesurage par les méthodes en deux et trois points

Methods for the assessment of departure from roundness — Measurement by two- and three-point methods

Première édition — 1985-07-15

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 4292:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a161bef00045/iso-4292-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a161bef00045/iso-4292-1985>

CDU 531.717

Réf. n° : ISO 4292-1985 (F)

Descripteurs : métrologie, état de surface, mesurage de circularité, calcul d'erreur.

Prix basé sur 8 pages

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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4292 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 57, *Métrie et propriétés des surfaces*.

[ISO 4292:1985](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a161bef00045/iso-4292-1985)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a161bef00045/iso-4292-1985>

Méthodes d'évaluation des écarts de circularité — Mesurage par les méthodes en deux et trois points

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des méthodes d'évaluation numérique de l'écart de circularité par une combinaison de mesurages en deux et trois points :

- a) détermination par un mesurage en deux points (mesurage des diamètres) ;
- b) détermination par un mesurage en trois points, dit du «sommel» (montage symétrique ou asymétrique) ;
- c) détermination par un mesurage en trois points, dit du «cavalier» (montage symétrique).

Toute indication relative à l'écart de circularité d'une section est incomplète sauf mention du degré et de la nature des écarts. Des méthodes permettant cette description et une évaluation correspondante sont spécifiées dans l'ISO 4291.

Les méthodes spécifiées dans l'ISO 4291 sont peut-être un peu trop précises pour les contrôles de routine ou en cours de fabrication. Les pièces à vérifier peuvent aussi être trop grandes pour pouvoir être mesurées de cette manière.

Les méthodes spécifiées ci-après sont à la fois plus rapides et moins coûteuses, pour évaluer les écarts de circularité. La valeur évaluée s'écarte néanmoins de la valeur vraie. Les tableaux 2 à 8 permettent d'estimer la différence entre la valeur mesurée et la valeur vraie dans la mesure où l'on connaît le nombre d'ondulations de nature sinusoïdale. Aucune théorie n'existe encore pour estimer les écarts lorsque les ondulations sont non sinusoïdales.

2 Références

ISO 4291, *Méthodes d'évaluation des écarts de circularité — Mesurage des variations du rayon.*

ISO 6318, *Mesurage de la circularité — Termes, définitions et paramètres de circularité.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, outre les définitions données dans l'ISO 6318, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 mesurage en deux points : Mesurage entre deux touches coaxiales dont l'une est fixe et l'autre se déplace dans la direction du mesurage.

Voir figures 1 et 2.

3.2 mesurage en trois points : Mesurage entre trois touches dont deux sont fixes et la troisième se déplace dans la direction du mesurage.

Voir figures 3 à 8.

3.2.1 méthode du «sommel» : Mesurage en trois points pour lequel les deux touches fixes sont situées d'un côté et la touche de mesure de l'autre côté de l'axe de la pièce, dans le plan de mesurage.

Voir figures 3, 4, 6 et 7.

3.2.2 méthode du «cavalier» : Mesurage en trois points pour lequel les deux touches fixes sont situées du même côté que la touche de mesure dans le plan de mesurage.

Voir figures 5 et 8.

3.3 montage symétrique (mesurage en trois points) : Montage pour lequel la direction de mesurage coïncide avec la bissectrice de l'angle formé par les touches fixes.

Voir figures 3, 5, 6 et 8.

3.4 montage asymétrique (mesurage en trois points) : Montage pour lequel la direction de mesurage fait un angle avec la bissectrice de l'angle formé par les touches fixes.

Voir figures 4 et 7.

4 Mesurage

Pour tenir compte de tous les écarts de forme possibles et de toutes les ondulations, un mesurage complet doit toujours comporter un mesurage en deux points et deux mesurages en trois points sous des angles différents de position des touches fixes. La présente Norme internationale offre plusieurs variantes de choix des angles de position des touches fixes (voir tableau 1). Dans certaines conditions préalables, les méthodes de mesurage peuvent être amplifiées. (Voir tableaux 2 à 4.)

Tableau 1 — Angle de position des touches fixes

Montage symétrique	Montage asymétrique	
Angle formé par les touches fixes, α	Angle formé par les touches fixes, α	Angle entre la direction de mesurage et la bissectrice de l'angle formé par les touches fixes, β
90° et 120° 72° et 108°	120° 60°	60° 30°

La valeur corrigée de l'écart de circularité, δ , est donnée par l'équation

$$\delta = \frac{\Delta}{F}$$

où

Δ est l'écart de circularité mesuré, c'est-à-dire la valeur la plus élevée obtenue avec les deux ou trois combinaisons d'angles précédentes;

F est un facteur de correction dont la valeur est extraite des tableaux 2 à 8 (en première approximation, on peut prendre $F = 2$).

Pour mesurer des pièces à nombre connu pair ou impair d'ondulations, on peut suivre la méthode de mesure en trois points à montage symétrique et angle de 60° entre les touches fixes, conformément au tableau 8. Cet angle est utile dans la mesure où il donne les valeurs mesurées de facteurs de correction plus élevés que les autres angles de la présente Norme internationale. Si l'on choisit l'angle de 60°, la correction de la valeur mesurée doit se faire à l'aide du facteur F donné dans le tableau 8.

5 Évaluation des erreurs de mesurage

Les tableaux 5 à 7 donnent les facteurs F , mais correspondant à n'importe quel nombre donné d'ondulations sinusoïdales et à n'importe quelle méthode de mesurage.

Si le nombre d'ondulations sinusoïdales est connu, le calcul de l'écart de circularité se fait à l'aide des facteurs F directement extraits des tableaux 5, 6 ou 7 de la manière indiquée dans les tableaux 2, 3 ou 4.

Si le nombre d'ondulations sinusoïdales n'est pas connu, il n'est pas possible de calculer exactement l'écart de circularité. Dans ce cas, on peut calculer une valeur maximale, moyenne et minimale de δ à l'aide de l'équation donnée dans le chapitre 4

en prenant la valeur maximale de Δ et les facteurs indiqués dans les tableaux 2, 3 ou 4.

Il existe une limite au nombre maximal d'ondulations à prendre en compte pour choisir F , selon que ce nombre est connu et qu'il est pair ou impair. Cette condition préalable est indiquée dans les tableaux 2 à 4.

Pour les réglages à 90° et 120°, cette limite est de 22, ce qui implique que, si le nombre d'ondulations est supérieur, cela n'aura aucun effet notable sur le facteur F .

Pour les réglages à 72° et 108°, la limite est déterminée par le fait qu'à 19 ondulations, on ne peut pas déterminer le facteur F .

Les facteurs F à utiliser pour les mesurages en trois points avec montage symétrique figurent dans le tableau 8.

NOTE — Si l'on utilise les tableaux 5 à 8, on peut adopter d'autres combinaisons de montage que celles données dans les tableaux 2 à 4.

6 Conditions de mesurage et instruments de mesurage

6.1 Effort statique de la touche de mesure

L'effort statique exercé par la touche de mesure ne doit pas dépasser 1 N. Il doit de préférence être réglable et fixé à la valeur la plus faible garantissant un contact continu entre la touche et la surface mesurée.

Un effort de mesurage élevé peut affecter le résultat dans le cas de pièces minces. Il est donc nécessaire de le réduire au minimum possible.

6.2 Touches de mesure

Selon la forme de l'objet et sauf spécification contraire, la touche de mesure est à choisir dans le tableau 9.

6.3 Touches fixes

On doit toujours assurer un contact ponctuel ou linéaire en privilégiant

- Pour les mesurages extérieurs: un support en V de petit rayon. Le plan médian de ce support doit se trouver dans le même plan que le plan de mesurage.
- Pour les mesurages intérieurs: une sphère de petit rayon. Le plan médian de la sphère doit se trouver dans le même plan que le plan de mesurage.

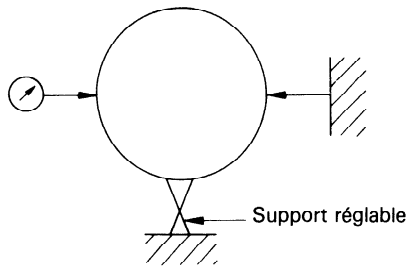


Figure 1 – Mesurage en deux points

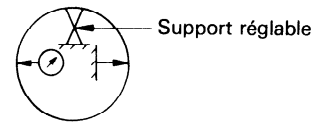


Figure 2 – Mesurage en deux points – Support réglable

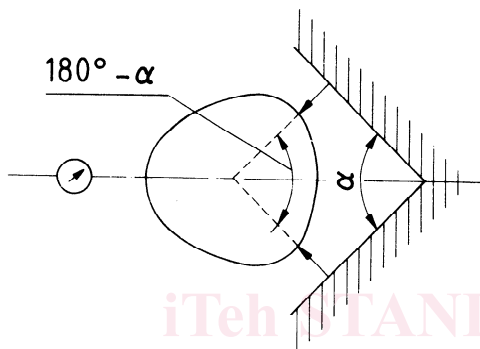


Figure 3 – Mesurage en trois points – Méthode du «sommet» – Montage symétrique

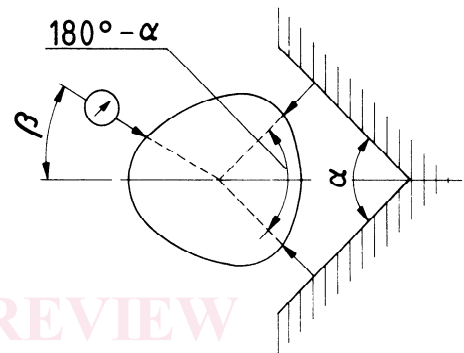


Figure 4 – Mesurage en trois points – Méthode du «sommet» – Montage asymétrique

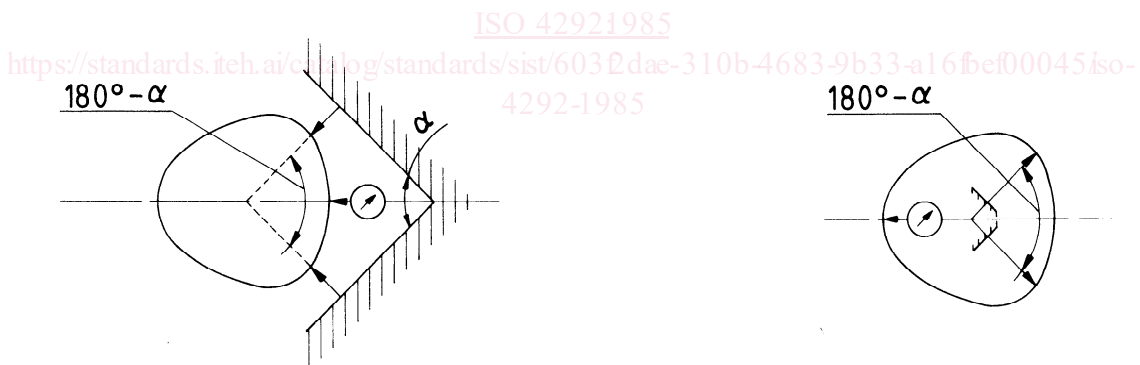


Figure 5 – Mesurage en trois points – Méthode du «cavalier» – Montage symétrique

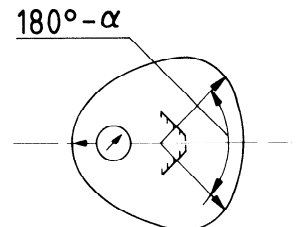


Figure 6 – Mesurage en trois points – Méthode du «sommet» – Montage symétrique

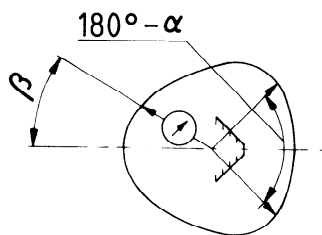


Figure 7 – Mesurage en trois points – Méthode du «sommet» – Montage asymétrique

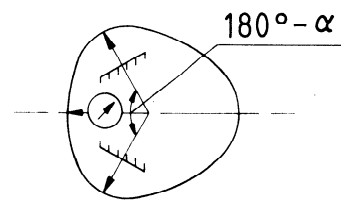


Figure 8 – Mesurage en trois points – Méthode du «cavalier» – Montage symétrique

Tableau 2 – 90° et 120° – Montage symétrique

Combinaison de montage Nombre d'ondulations, n_s	2 1) et 3S 90° 2) et 3S 120° 3)	2 1) et 3R 90° 4) et 3R 120° 5)	2 1)	3S 90° 2) et 3S 120° 3)	3R 90° 4) et 3R 120° 5)
	Facteurs F				
n_s inconnu mais supposé $2 < n_s < 22$	max. 2,41 moy. 1,95 min. 1,00	max. 2,41 moy. 1,98 min. 1,00	—	—	—
n_s pair mais inconnu et supposé $2 < n_s < 22$	—	—	2,00	max. 2,41 moy. 1,47 min. 0,42	max. 2,41 moy. 1,70 min. 1,00
n_s impair mais inconnu et supposé $3 < n_s < 21$	—	—	—	max. 2,00 moy. 1,80 min. 1,00	max. 2,00 moy. 1,80 min. 1,00
n_s connu et pair	—	—	2,00	exact 6)	exact 6)
n_s connu et impair	—	—	—	exact 6)	exact 6)

- 1) Mesurage en deux points.
- 2) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 90^\circ$.
- 3) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 120^\circ$.
- 4) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 90^\circ$.
- 5) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 120^\circ$.
- 6) S'il est multiplié par les facteurs F donnés dans le tableau 5.

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4292:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a1616ef00045/iso-4292-1985>

Tableau 3 – 72° et 108° – Montage symétrique

Combinaison de montage Nombre d'ondulations, n_s	2 1) et 3S 72° 2) et 3S 108° 3)	2 1) et 3R 72° 4) et 3R 108° 5)	2 1)	3S 72° 2) et 3S 108° 3)	3R 72° 4) et 3R 108° 5)
	Facteurs F				
n_s inconnu mais supposé $2 < n_s < 18$	max. 2,62 moy. 2,09 min. 1,38	max. 2,70 moy. 2,11 min. 1,38	—	—	—
n_s pair mais inconnu et supposé $2 < n_s < 22$	—	—	2,00	max. 2,70 moy. 1,00 min. 0,38	max. 2,70 moy. 1,04 min. 0,62
n_s impair mais inconnu et supposé $3 < n_s < 17$	—	—	—	max. 2,62 moy. 2,06 min. 1,38	max. 2,62 moy. 2,06 min. 1,38
n_s connu et pair	—	—	2,00	exact 6)	exact 6)
n_s connu et impair	—	—	—	exact 6)	exact 6)

- 1) Mesurage en deux points.
- 2) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 72^\circ$.
- 3) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 108^\circ$.
- 4) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 72^\circ$.
- 5) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 108^\circ$.
- 6) S'il est multiplié par les facteurs F donnés dans le tableau 6.

Tableau 4 – 60°/30° et 120°/60° – Montage asymétrique

Combinaison de montage Nombre d'ondulations, n_s	2 ¹⁾ et 3S 60°/30° ²⁾	2 ¹⁾ et 3S 60°/30° ²⁾ et 3S 90° ³⁾	2 ¹⁾ et 3S 120°/60° ⁴⁾	2 ¹⁾ et 3S 120°/60° ⁴⁾ et 3S 90° ³⁾	2 ¹⁾	3S 60°/30° ²⁾	3S 120°/60° ⁴⁾
	Facteurs F						
n_s inconnu mais supposé $2 < n_s < 10$	2	max. 2,41 moy. 2,04 min. 2,00	max. 2,38 moy. 2,08 min. 2,00	max. 2,41 moy. 2,13 min. 2,00	—	max. 2,00 moy. 1,60 min. 0,73	max. 2,38 moy. 1,69 min. 0,42
n_s inconnu mais supposé $2 < n_s < 22$	—	max. 2,73 moy. 2,07 min. 2,00	—	max. 2,41 moy. 2,11 min. 2,00	—	—	—
n_s pair mais inconnu et supposé $2 < n_s < 22$	—	—	—	—	2	max. 2,73 moy. 1,41 min. 0,73	max. 2,38 moy. 1,45 min. 0,42
n_s impair mais inconnu et supposé $3 < n_s < 9$	2	2	2	2	—	2	2
n_s impair mais inconnu et supposé $3 < n_s < 21$	—	2	—	2	—	—	—
n_s connu et pair	—	—	—	—	2	exact ⁵⁾	exact ⁵⁾
n_s connu et impair	—	—	—	—	—	exact ⁵⁾	exact ⁵⁾

1) Mesurage en deux points.

2) Mesurage en trois points, «sommet», $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$.

3) Mesurage en trois points, «sommet», $\alpha = 120^\circ$; $\beta = 60^\circ$.

4) Mesurage en trois points, «sommet», $\alpha = 120^\circ$ (montage symétrique).

5) S'il est multiplié par les facteurs F donnés dans le tableau 7.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6032dae-310b-4683-9b33-a16bef00045/iso-4292-1985>

Tableau 5 — Facteurs F pour 90° et 120° —
Montage symétrique

Nombre d'ondulations, n_s	Facteurs F				
	2 1)	3S 90° 2)	3S 120° 3)	3R 90° 4)	3R 120° 5)
2	2	1	1,58	1	0,42
3	- 6)	2	1	2	1
4	2	0,41	0,42	2,41	1,58
5	- 6)	2	2	2	2
6	2	1	0,16	1	2,16
7	- 6)	- 6)	2	- 6)	2
8	2	2,41	0,42	0,41	1,58
9	- 6)	- 6)	1	- 6)	1
10	2	1	1,58	1	0,42
11	- 6)	2	- 6)	2	- 6)
12	2	0,41	2,16	2,41	0,16
13	- 6)	2	- 6)	2	- 6)
14	2	1	1,58	1	0,42
15	- 6)	- 6)	1	- 6)	1
16	2	2,41	0,42	0,41	1,58
17	- 6)	- 6)	2	- 6)	2
18	2	1	0,16	1	2,16
19	- 6)	2	2	2	2
20	2	0,41	0,42	2,41	1,58
21	- 6)	2	1	2	1
22	2	1	1,58	1	0,42

- 1) Mesurage en deux points.
- 2) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 90^\circ$.
- 3) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 120^\circ$.
- 4) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 90^\circ$.
- 5) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 120^\circ$.
- 6) Dans ce cas, la méthode ne donne aucune indication d'écart de circularité.

Tableau 6 — Facteurs F pour 72° et 108° —
Montage symétrique

Nombre d'ondulations, n_s	Facteurs F				
	2 1)	3S 72° 2)	3S 108° 3)	3R 72° 4)	3R 108° 5)
2	2	0,47	1,38	1,53	0,62
3	- 6)	2,62	1,38	2,62	1,38
4	2	0,38	- 6)	2,38	2
5	- 6)	1	2,24	1	2,24
6	2	2,38	- 6)	0,38	2
7	- 6)	0,62	1,38	0,62	1,38
8	2	1,53	1,38	0,47	0,62
9	- 6)	2	- 6)	2	- 6)
10	2	0,70	2,24	2,70	0,24
11	- 6)	2	- 6)	2	- 6)
12	2	1,53	1,38	0,47	0,62
13	- 6)	0,62	1,38	0,62	1,38
14	2	2,38	- 6)	0,38	2
15	- 6)	1	2,24	1	2,24
16	2	0,38	- 6)	2,38	2
17	- 6)	2,62	1,38	2,62	1,38
18	2	0,47	1,38	1,53	0,62
19	- 6)	- 6)	- 6)	- 6)	- 6)
20	2	2,70	2,24	0,70	0,24
21	- 6)	- 6)	- 6)	- 6)	- 6)
22	2	0,47	1,38	1,53	0,62

- 1) Mesurage en deux points.
- 2) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 72^\circ$.
- 3) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 108^\circ$.
- 4) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 72^\circ$.
- 5) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 108^\circ$.
- 6) Dans ce cas, la méthode ne donne aucune indication d'écart de circularité.

Tableau 7 — Facteurs F pour $120^\circ/60^\circ$ et $60^\circ/30^\circ$ —
Montage asymétrique

Nombre d'ondulations, n_s	Facteurs F		
	2 1)	3S $120^\circ/60^\circ$ 2)	3S $60^\circ/30^\circ$ 3)
2	2	2,38	1,41
3	— 4)	2	2
4	2	1,01	1,41
5	— 4)	2	2
6	2	0,42	0,73
7	— 4)	2	2
8	2	1,01	1,41
9	— 4)	2	2
10	2	2,38	1,41
11	— 4)	— 4)	— 4)
12	2	1,58	2,73
13	— 4)	— 4)	— 4)
14	2	2,38	1,41
15	— 4)	2	2
16	2	1,01	1,41
17	— 4)	2	2
18	2	0,42	0,73
19	— 4)	2	2
20	2	1,01	1,41
21	— 4)	2	2
22	2	2,38	1,41

Tableau 8 — Facteurs F pour 60° —
Montage symétrique

Nombre d'ondulations, n_s	Facteurs F	
	3S 60° 1)	3R 60° 2)
2	— 3)	2
3	3	3
4	— 3)	2
5	— 3)	— 3)
6	3	1
7	— 3)	— 3)
8	— 3)	2
9	3	3
10	— 3)	2
11	— 3)	— 3)
12	3	1
13	— 3)	— 3)
14	— 3)	2
15	3	3
16	— 3)	2
17	— 3)	— 3)
18	3	1
19	— 3)	— 3)
20	— 3)	2
21	3	3
22	— 3)	2

1) Mesurage en deux points.

2) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 120^\circ$; $\beta = 60^\circ$.

3) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$.

4) Dans ce cas, la méthode ne donne aucune indication d'écart de circularité.

1) Mesurage en trois points, « sommet », $\alpha = 60^\circ$.

2) Mesurage en trois points, « cavalier », $\alpha = 60^\circ$.

3) Dans ce cas, la méthode ne donne aucune indication d'écart de circularité.

Tableau 9 — Touches de mesure

Dimensions en millimètres

Forme de la surface	Rayon de courbure de la touche	Rayon de courbure de la surface
Surface convexe (sphérique)	2,5	Tous
Rive convexe (cylindrique)	2,5	Tous
Surface concave (sphérique)	2,5	> 10
Rive concave (cylindrique)	2,5	> 10
Surface concave (sphérique)	0,5	< 10
Rive concave (cylindrique)	0,5	< 10

NOTE — Dans le cas de mesurages extérieurs utilisant la méthode en deux points, la touche type à bout plat (rayon = ∞) doit être utilisée.

Annexe

Mesurage de la circularité par les méthodes en deux et trois points — Exemples travaillés d'utilisation des facteurs F

A.1 Exemple 1

Vérification d'une pièce rectifiée sans centre. On a repéré la présence d'une forme trilobée.

L'équipement de mesure disponible mesure en deux points; trois points, «sommets», $\alpha = 72^\circ$; trois points, «sommets», $\alpha = 108^\circ$.

Résultats de mesurage obtenus

	2	3S 72°	3S 108°
Δ	1 μm	8 μm	3 μm

A.1.1 Calcul de l'écart de circularité

Pour 3 ondulations sinusoïdales, le tableau 6 indique

	2	3S 72°	3S 108°
F	sans objet	2,62	1,38
$\delta (= \Delta/F)$	sans objet	$\frac{8}{2,62} \approx 3 \mu\text{m}$	$\frac{3}{1,38} \approx 2 \mu\text{m}$

Prendre comme écart de circularité la valeur maximale de δ , c'est-à-dire

$$\delta_{\max} \approx 3 \mu\text{m}$$

A.1.2 Valeur approchée de l'écart de circularité

$$F = 2$$

$$\delta = \frac{\Delta_{\max}}{2} = \frac{8}{2} = 4 \mu\text{m}$$

A.2 Exemple 2

Vérification d'un alésage cylindrique fait au tour.

L'équipement de mesure disponible mesure en deux points; trois points, «sommets», $\alpha = 90^\circ$; trois points, «sommets», $\alpha = 120^\circ$.

	2	3S 90°	3S 120°
Δ	2 μm	30 μm	27 μm

A.2.1 Calcul de l'écart de circularité

Si l'on compare les résultats obtenus avec les facteurs F indiqués (deux points: valeur voisine de 0; trois points, «sommets»: valeurs presque égales pour 90° et 120°), le tableau 5 indique qu'il y a 5 ou 19 ondulations sinusoïdales.

Pour 5 et 19 lobes, le tableau 5 indique

	2	3S 90°	3S 120°
F	sans objet	2	2
$\delta (= \Delta/F)$	sans objet	$\frac{30}{2} = 15 \mu\text{m}$	$\frac{27}{2} = 14 \mu\text{m}$

Prendre comme écart de circularité la valeur maximale de δ , c'est-à-dire

$$\delta_{\max} = 15 \mu\text{m}$$

A.2.2 Valeur approchée de l'écart de circularité

$$F = 2$$

$$\delta = \frac{\Delta_{\max}}{2} = \frac{30}{2} = 15 \mu\text{m}$$