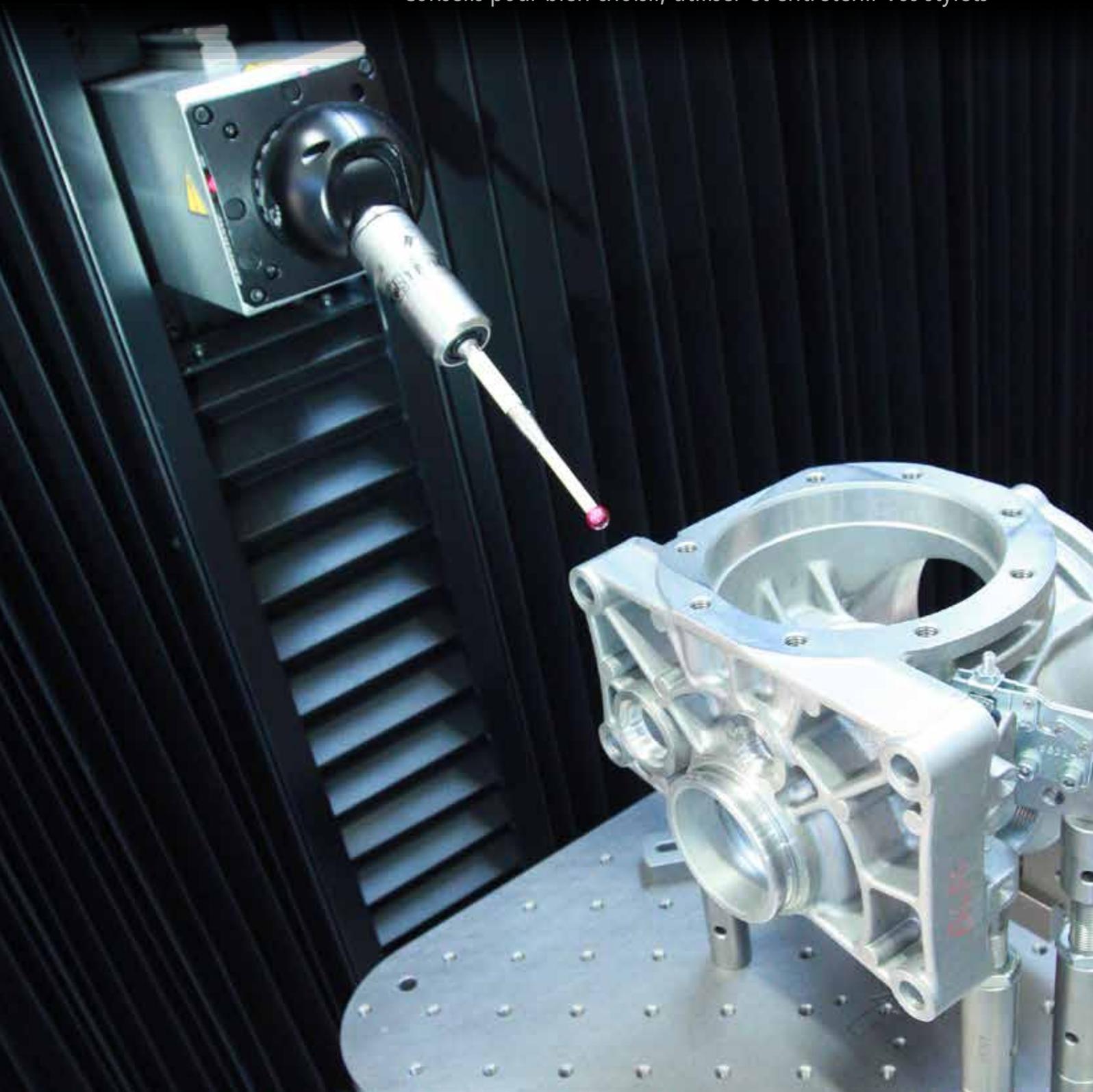


Mitutoyo

STYLETS POUR SYSTÈMES DE MESURE DIMENSIONNELLE

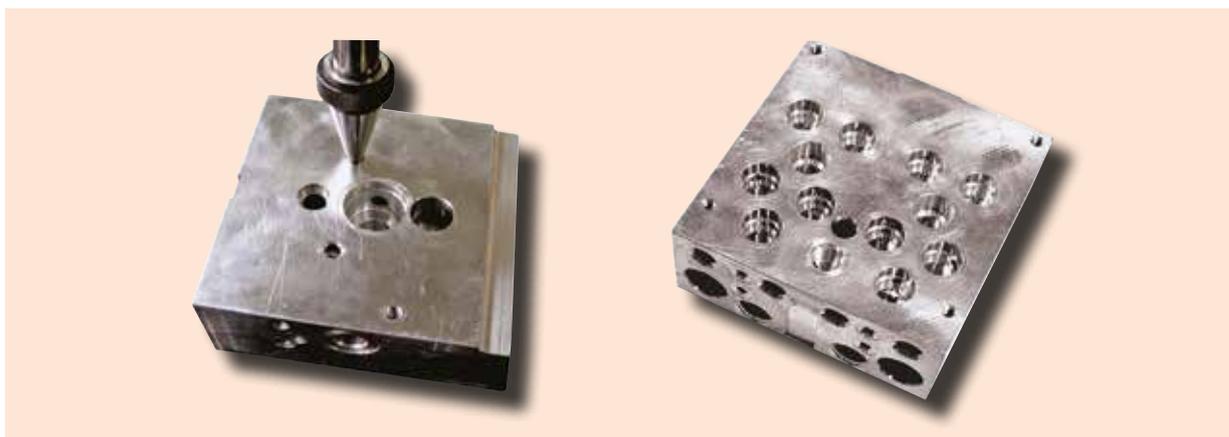
Conseils pour bien choisir, utiliser et entretenir vos stylets



Introduction - Les premiers stylets	2
1. Premier contact :	
à chaque mesure son stylet	4
1.1 Types de stylets	6
1.2 Matériau du point de contact	14
1.3 Diamètre de la bille et écarts de forme	16
1.4 Exigences particulières liées aux stylets de scanning	18
1.5 Le StyliCleaner Mitutoyo	18
1.6 Assemblage de la bille sur la tige	20
2. Matériaux constitutifs de la tige	22
3. Caractéristiques matérielles importantes	24
4. Accessoires	26
5. Qualification des stylets	28
6. Critères importants pour le choix du stylet	30

Introduction : les premiers stylets

Pendant les années 1960 et au début des années 70, la commande des MMT était manuelle et elles étaient équipées de palpeurs mécaniques fixes de différentes formes qui entraient en contact avec une pièce installée sur la table de mesure. Les positions d'alésages étaient mesurées avec des cônes, des demi-ronds étaient utilisés pour la localisation des arêtes et des palpeurs à bille de différents diamètres étaient proposés pour le palpéage des surfaces en tout genre. L'opérateur appuyait sur une pédale pour enregistrer les coordonnées quand le palpeur se trouvait dans la position souhaitée. Pour obtenir les résultats, des



calculs étaient effectués en fonction de la forme de la caractéristique et du palpeur utilisé. Ce n'est qu'en 1973 que le palpeur à déclenchement a vu le jour et, en plus d'avoir rendu le palpéage manuel plus facile, plus rapide et plus précis, c'est un composant essentiel qui a ouvert la voie au développement des machines à commandes numériques (CNC) actuelles.

Les palpeurs mécaniques n'avaient pas la polyvalence des palpeurs à déclenchement mais ils étaient étonnamment rapides lors des mesures bidimensionnelles et faisaient même parfois mieux que les modèles modernes. Un palpeur conique, tel que celui représenté ci-dessus pouvait, par exemple localiser le centre d'un alésage d'un seul mouvement rapide, en immobilisant fermement le palpeur à l'intérieur de l'alésage et en appuyant sur la pédale. L'inconvénient était qu'il ne pouvait pas renvoyer la valeur du diamètre et qu'il était sujet aux erreurs dues à l'état des arêtes de l'alésage, mais ils étaient très rapide pour contrôler les entraxes. La vitesse est un grand avantage et la photo ci-dessus représente un bon exemple de pièce où les coordonnées de nombreux axes doivent être vérifiées. Il s'agit d'un des rares cas où un palpeur pratiquement obsolète conserve une longueur d'avance sur les palpeurs modernes, même si la précision obtenue avec un palpeur mécanique dépend toujours du degré de compétence de l'opérateur. Bien qu'en voie d'obsolescence, les palpeurs mécaniques fixes continuent d'être utilisés et représentent parfois une solution économique dans certaines applications, très simples.

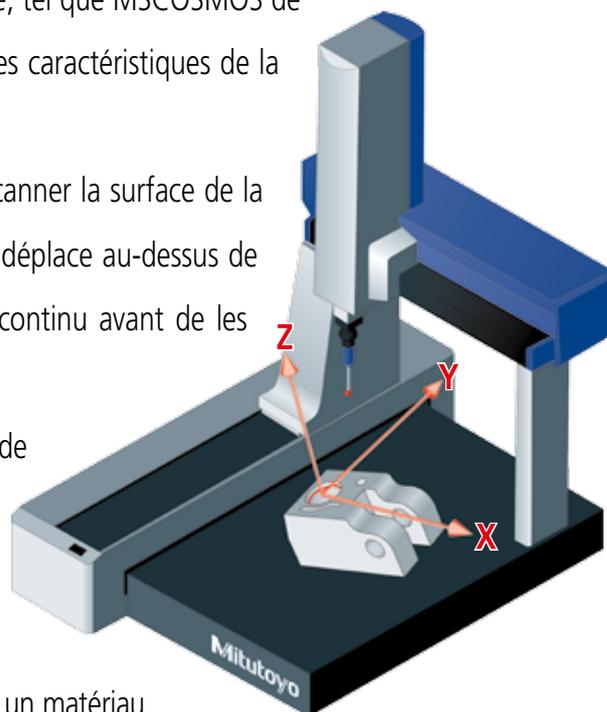


1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

Les stylets jouent un rôle essentiel dans la mesure dimensionnelle. Ils établissent le premier et unique contact entre la pièce et la machine de mesure. Ce contact déclenche le mécanisme à l'intérieur du palpeur qui transmet le signal au système. Les stylets sont conçus pour assurer une très haute précision aux données collectées. La fonction d'un stylet à palpeur est de collecter des données à partir de la surface de la pièce. Chaque contact représente un point de la surface qui peut être défini par sa position dans un système de coordonnées tridimensionnel constitué des axes X, Y et Z. Ces données sont ensuite exploitées par un logiciel de métrologie hautement sophistiqué, tel que MSCOSMOS de Mitutoyo, pour calculer la forme et la dimension des caractéristiques de la pièce à mesurer.

Un autre type de stylet peut être nécessaire pour scanner la surface de la pièce. Selon cette méthode de mesure, le stylet se déplace au-dessus de la surface de la pièce et collecte des données en continu avant de les transférer aux logiciels de métrologie.

Le stylet étant l'unique point de contact chargé de collecter les données, il doit être en mesure d'accéder à la caractéristique à mesurer et de garantir la plus grande précision possible. Cela signifie qu'il doit être en parfait état et fabriqué dans un matériau approprié à la méthode de mesure. En cas contraire, l'utilisation du stylet risque d'entraîner des résultats de mesure erronés et une usure excessive de la pièce ou du stylet lui-même.



Le choix du stylet approprié à l'utilisation envisagée doit donc être opéré avec le plus grand soin. Quel est le stylet qui est le plus approprié, et dans quelles conditions, à votre équipement de mesure et à la mesure envisagée ? Les critères déterminants sont la forme et le matériau de la pièce, les caractéristiques à mesurer, le filetage de la tige de raccordement au palpeur de la machine et la température ambiante. Mitutoyo offre une gamme de plus de 600 stylets et composants de haute qualité fabriqués à partir de matériaux soigneusement sélectionnés tels que l'acier, l'acier inoxydable, l'aluminium, la fibre de carbone, le carbure de tungstène, la céramique, le rubis, l'oxyde de zirconium et le nitrure de silicium.



1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

1.1 Types de stylets

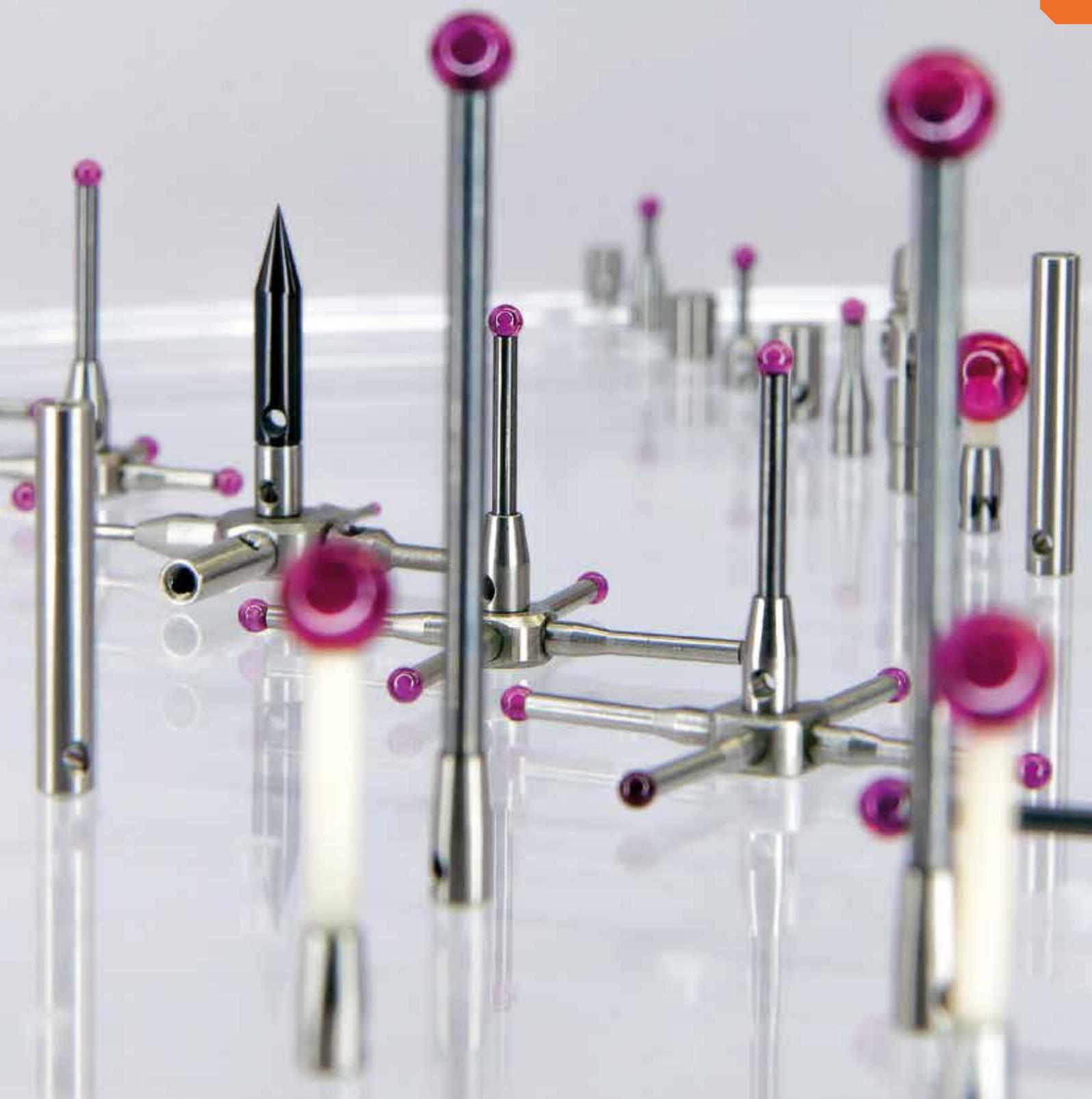
Le type de stylet à utiliser dépend de la caractéristique à mesurer et du capteur utilisé. Il doit être en mesure d'atteindre tous les points à palper. Si toutes les mesures d'une pièce doivent être effectuées avec un seul et même capteur, il peut-être nécessaire d'utiliser plusieurs stylets montés selon différentes orientations. Dans ce cas, des composants, des rallonges et des articulations de stylets de différentes formes sont requis. La combinaison de ces différents composants constitue une « configuration de stylet ». Les stylets sont proposés par Mitutoyo dans une vaste gamme de matériaux répondant à toutes les utilisations et toutes les exigences. Mais il est également important de tenir compte du poids maximal qu'un capteur peut supporter. Le poids est spécifié par le fabricant du capteur.

Les stylets sont pourvu d'un filetage de dimension variable, compris généralement entre M2 et M5. Toutefois, les adaptateurs de filetage facilitent considérablement l'utilisation de différents stylets.

Stylets droits

La configuration utile dans la plupart des tâches de mesure, et la plus simple à la fois pour mesurer des caractéristiques facilement accessibles, est celle obtenue avec un stylet droit. En comparaison à une tige de stylet cylindrique, une tige conique améliore la rigidité pendant la mesure. Les tiges sont généralement réalisées en titane, en carbure de tungstène, en fibre de carbone, en céramique ou en acier inoxydable. Concernant les billes de stylet, Mitutoyo propose divers matériaux (rubis, céramique, nitrure de silicium, zircone et carbure de tungstène).





1. Premier contact : à chaque mesure son stylet



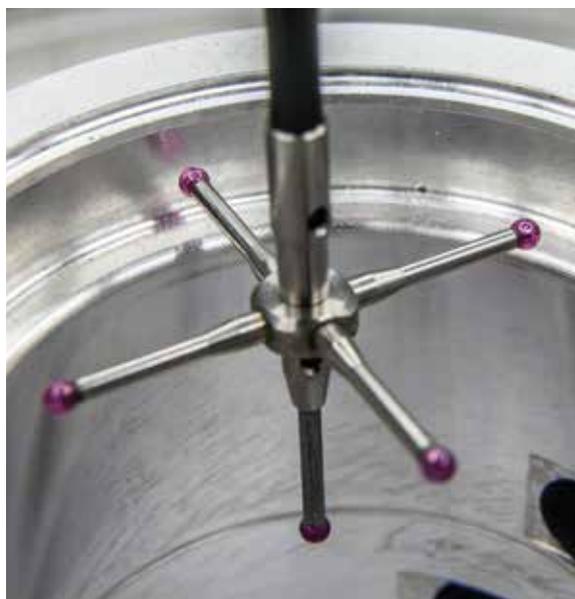
Stylets articulés

Lorsque la procédure de mesure comprend la mesure d'un alésage incliné, en l'absence d'une tête orientable indexée, un stylet articulé peut être utilisé. Un stylet articulé est pourvu d'un système de fixation réglable en fonction de l'angle d'inclinaison souhaité.



Stylets en étoile

Un stylet en étoile est constitué de plusieurs stylets (généralement cinq) montés en forme d'étoile. Comme dans le cas des stylets droits, les billes sont en zirconium, en rubis ou en nitrure de silicium. En principe, un stylet en étoile est constitué d'un croisillon central comportant cinq taraudages recevant les stylets. Cette configuration combine l'avantage du stylet droit vertical à l'utilisation de branches horizontales pour la mesure de surfaces par le dessous, d'alésages latéraux, de gorges, et autres cavités.



Stylets cylindriques

La mesure de l'épaisseur de pièces minces, telles que celles en tôle par exemple, est difficile avec un stylet à bille car il faut être absolument certain de la position de l'équateur de la bille. Pour s'affranchir de cette difficulté et assurer un contact correct avec la surface à mesurer, l'utilisation de stylets cylindriques à bout sphérique est fortement recommandée.

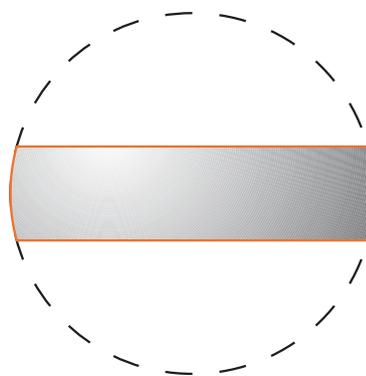
Cette forme de stylet autorise des mesures précises dans les 3 axes, alors qu'un palpeur cylindrique à bout plat ne permet que des mesures bidimensionnelles et est déconseillé pour des mesures de précision.

1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

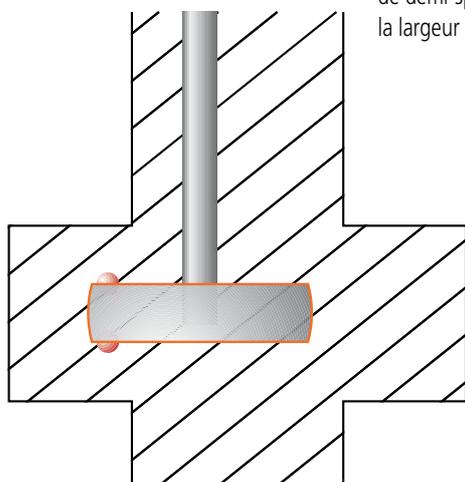
Stylets à disque

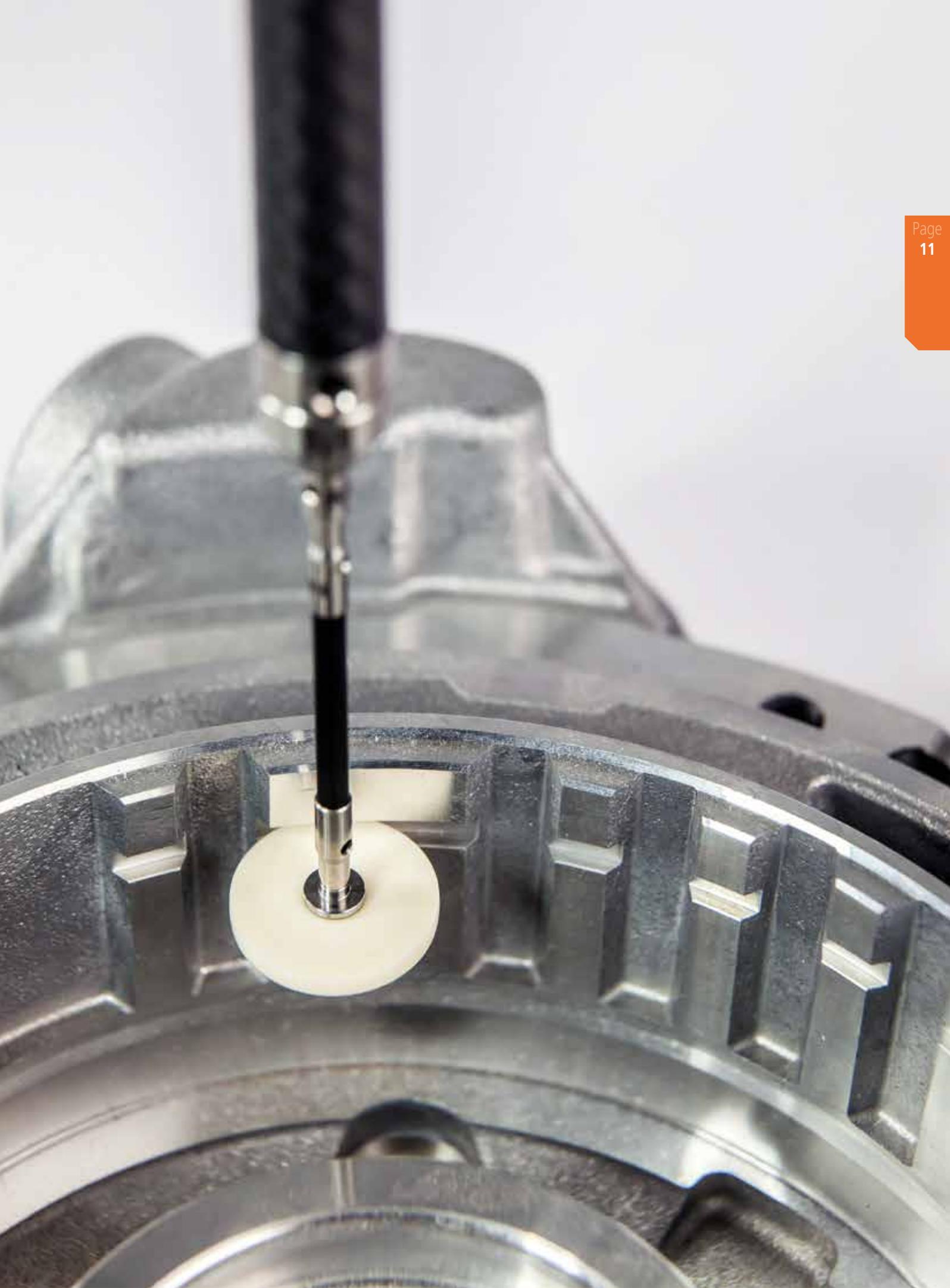
Un stylet à disque est constitué d'une section de sphère de précision montée sur une tige raccordée au palpeur. C'est pourquoi les arêtes du disque sont arrondies. Les stylets à disque sont disponibles dans une multitude de diamètres et d'épaisseurs. Les disques sont généralement en céramique, en rubis ou en acier. Ils peuvent tourner entièrement sans qu'un nouvel étalonnage ne soit nécessaire. De plus, ils peuvent intégrer un stylet droit en leur centre, se transformant ainsi en un instrument extrêmement polyvalent. En règle générale, les stylets à disque sont utilisés pour mesurer les fonds de gorges et rainures.

Les stylets à disque ne mesurent que dans le plan XY. Cependant, des disques équipés de demi-sphères sur les plans supérieurs et inférieurs peuvent mesurer suivant l'axe Z. Cependant, l'étalonnage des stylets disque reste délicat et la précision obtenue est souvent inférieure à celle d'une configuration en étoile.



Les stylets à disque ont la forme d'une section de sphère de précision (ci-dessus). Un stylet à disque équipé de demi-sphères permet de mesurer la largeur d'une gorge (gauche).



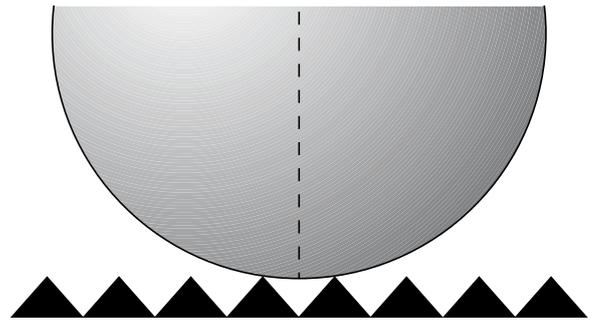


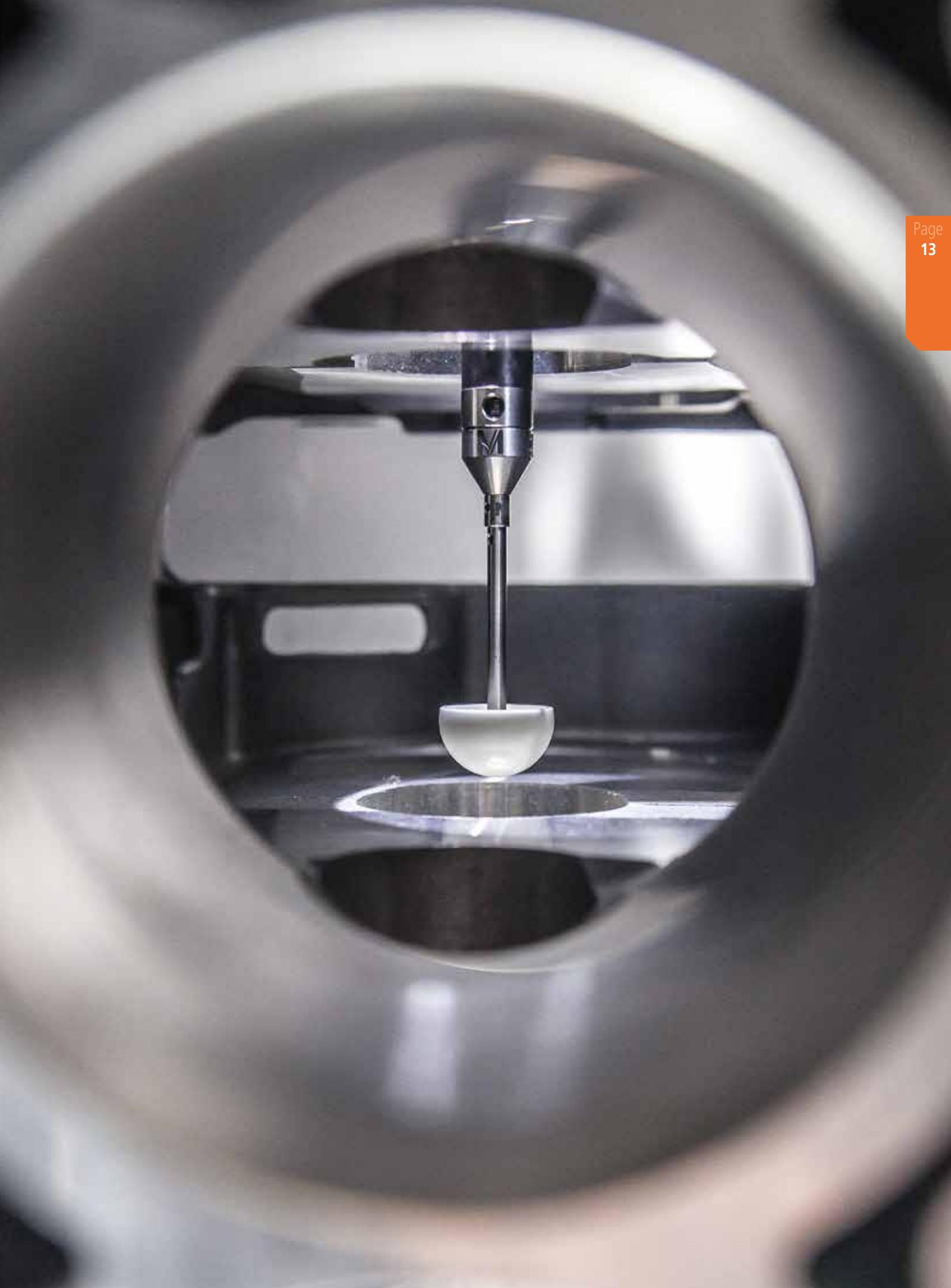
1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

Stylets hémisphériques

Ce type de stylet est principalement utilisé pour mesurer des caractéristiques se trouvant à l'intérieur de pièces profondes, ou lorsque la surface est rugueuse. Plus le diamètre est grand, plus l'hémisphère peut s'affranchir des irrégularités de la surface.

D'autre part ce type de stylet, dont le diamètre est souvent supérieur à celui du capteur, permet d'accéder en profondeur à des formes difficiles d'accès pour lesquelles la seule alternative serait l'utilisation de stylets trop longs pour garantir le bon fonctionnement du capteur.





1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

1.2 Matériau du point de contact

Rubis

Le rubis étant le matériau de composition des palpeurs le plus dur, il constitue la solution idéale pour la fabrication des points de contact devant offrir une haute résistance à l'usure. Les points de contact en rubis sont des équipements utilisés et éprouvés dans la plupart des utilisations standard depuis des décennies. La faible densité spécifique du rubis permet de réduire au maximum la masse de la pointe du stylet et de limiter les déclenchements intempestifs dus à l'inertie de masse lorsque la MMT se déplace.



Oxyde de zirconium

En raison des propriétés spécifiques de la surface des points de contact en oxyde de zirconium (un composé céramique) ils sont reconnus comme le choix idéal pour le scanning des surfaces abrasives telles que celles des pièces en fonte. L'oxyde de zirconium a pratiquement les mêmes caractéristiques de dureté et d'usure que le rubis. Mais se distingue par un glissement plus doux (moins de frottement) sur les surfaces rugueuses, limitant ainsi les phénomènes de micro-vibrations pouvant altérer la précision ou le fonctionnement du capteur.

Nitride de silicium

Le nitride de silicium est extrêmement dur et hautement résistant à l'usure et se distingue par la rugosité la plus faible de tous les matériaux de fabrication des billes. Avantage notable : le nitride de silicium n'attire pas les particules d'aluminium pendant le scanning de surfaces de pièces en aluminium. L'utilisation d'autres matériaux à cette fin risque d'entraîner un dépôt d'aluminium sur la bille, augmentant ainsi son diamètre et faussant les mesures.

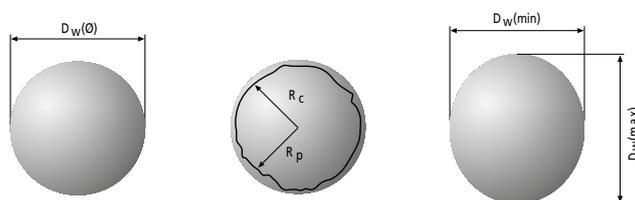




1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

1.3 Diamètre de la bille et écarts de forme

Bien que cela soit impossible, la bille de la pointe est, dans l'idéal, une sphère parfaite. En réalité, les billes ont une forme s'approchant très près de la sphère parfaite. Les écarts de forme et de diamètre sont inévitables. La classe de la bille - qui va de G48 (la moins précise) à G3 (la plus précise) - représente son degré de précision. Les écarts par rapport à une sphère parfaite influent sur les mesures, mais la procédure d'étalonnage permet de les compenser. Mitutoyo utilise uniquement des billes de qualité supérieure.



Diamètre et écarts de forme

Classe	Diam. de bille max.	VDws max.	Ra max.	tdws
G3	12,7 mm	0,08 µm	0,010 µm	0,08 µm
G5	12,7 mm	0,13 µm	0,014 µm	0,13 µm
G10	25,4 mm	0,25 µm	0,020 µm	0,25 µm
G16	25,4 mm	0,40 µm	0,025 µm	0,40 µm
G20	38,1 mm	0,50 µm	0,032 µm	0,50 µm

Caractéristiques des matériaux constitutifs des billes

Caractéristiques	Unité	Saphir	Rubis	Oxyde d'aluminium	Nitride de silicium	Oxyde de zirconium
					HPed (HP-Si3N4)	ATZ
formule chimique		Al2O3	Al2O3	Al2O3	SiN4	ZrO2
Fraction massique	% poids	99,99	99	99,8	>90	76/20/4
densité	g/cm³	3,99	3,99	3,86	3,2	5,5
dureté	HV	2 300	2 300	1 900	1 600	1 400
résistance à la pression	MPa	2 100	2 100	2 500	3 000	>2 000
équivalent de fibre	MPa	400-700	400-700	350	850	2 400
Ténacité à la fracture K1c	MN/m 3/2	1	1	3,5	7	10
modules d'élasticité	GPa	430	430	350	320	220
dilatation thermique	10-6/K	5,4	5,4	7,8	3,2	9
conductance thermique	W/mK	36	36	29	40	6
capacité thermique	J/kgK	755	755	900	750	600
température maximale supportée	°C	1 800	1 800	1 900	1 100	1 000
résistance aux produits chimiques	(acides) (solvants)	optimale bonne	optimale bonne	optimale bonne	optimale bonne	bonne bonne



1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

1.4 Exigences particulières liées au scanning

La collecte de données par scanning implique un déplacement continu de la pointe du stylet sur la pièce, ce qui augmente à la fois l'usure de la pointe et de la pièce. Les résidus et impuretés risquant d'altérer la mesure, doivent être éliminés pour garantir l'exactitude des données de mesure. Pour éliminer ce type de résidus de la bille du stylet, un chiffon non pelucheux est nécessaire.



Scanning de matériaux abrasifs

La mesure par scanning de pièces en matériau abrasif tel que la fonte exige l'utilisation d'une bille très solide. Les petites particules risquent d'entraîner une usure de la bille et de la pièce. Le matériau idéal pour la mesure par balayage des matériaux abrasifs est l'oxyde de zirconium.



Scanning de pièces en aluminium

Pour le scanning de pièces en aluminium, l'utilisation d'un stylet à bille en rubis doit être évitée. Les deux matériaux ont tendance à s'attirer. Ce phénomène entraîne un dépôt sensible d'aluminium sur la surface de la bille. Pour ce type de mesure, les billes en nitrure de silicium sont la solution idéale.

1.5 Le StyliCleaner Mitutoyo

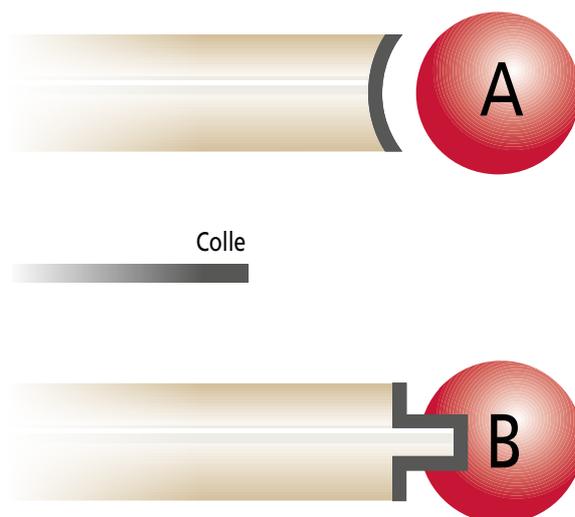
La meilleure manière de nettoyer un stylet sur un capteur à déclenchement (point à point) est d'utiliser le StyliCleaner Mitutoyo, une solution intégrée qui élimine la poussière et les particules à la surface de la bille des stylets utilisés dans les machines de mesure tridimensionnelle. Le StyliCleaner nettoie la bille de votre palpeur de manière automatique, y compris pendant le processus de mesure. Trente secondes suffisent pour que la combinaison d'air comprimé et de détergent élimine définitivement poussières et particules non adhérentes de la pointe. Le StyliCleaner évite non seulement les opérations de nettoyage fastidieuses mais également la perte de temps nécessaire pour l'étalonnage du palpeur en cas de nettoyage manuel à l'aide d'un chiffon. De plus, l'utilisation de StyliCleaner garantit le maintien du stylet à un haut niveau de qualité.



1. Premier contact : à chaque mesure son stylet

1.6 Assemblage de la bille sur la tige

Deux types d'assemblage sont généralement utilisés pour fixer la bille sur la tige : l'assemblage bille/coupelle (A) ou l'assemblage arbre/alésage (B). Dans le cas d'un assemblage bille/coupelle, la bille est collée directement dans une coupelle sphérique réalisée à l'extrémité de la tige. Un assemblage de type arbre/alésage implique le perçage d'un alésage dans la bille et son montage collé sur un épaulement de dimensions correspondantes usiné sur la tige. Ce dernier type d'assemblage est évidemment beaucoup plus stable mais impossible sur les petits diamètres.



La fixation de la bille sur le stylet par un assemblage de type arbre/alésage offre un haut degré de stabilité.



2. Matériaux constitutifs de la tige

Le matériau utilisé pour la fabrication de la tige du stylet doit être choisi avec soin en fonction du type de mesure envisagé. En règle générale, le stylet doit être le plus court et le plus stable possible. Une tige longue doit être très rigide pour limiter la flexion résultant de la force de mesure et minimiser les erreurs de mesure, tout en étant suffisamment légère pour être utilisable. L'emploi d'un matériau ou d'une combinaison de matériaux stable est essentiel en cas de mesure dans un environnement caractérisé par des variations de température. Cet aspect revêt toutefois une moindre importance dans les salles de métrologie où la température est stable.

Acier

Le matériau de premier choix pour les stylets de précision à haute résistance qui permettent des mesures très précises. Sa grande résistance fait de l'acier un matériau de choix pour la fabrication des stylets et des principaux composants du palpeur.

Céramique

Très léger et extrêmement rigide. Le matériau idéal, en particulier pour les tiges longues. Leur faible tendance à la dilatation à haute température fait du stylet en céramique une solution bien adaptée aux environnements de production.

Fibre de carbone

Le matériau de la plus haute qualité avec un coefficient de dilatation pratiquement nul à une température ambiante allant jusqu'à 45 degrés Celsius. La fibre de carbone est également très légère et extrêmement rigide, ce qui la rend particulièrement adaptée à la fabrication de stylets longs.

Tubes en fibre de carbone

La plage de dilatation thermique est pratiquement indétectable à une température comprise entre 15 et 40 degrés Celsius. Mitutoyo utilise des tubes en fibre de carbone pour fabriquer des stylets de qualité supérieure ou nécessitant une configuration complexe, et des rallonges de palpeur.

Alliage d'aluminium

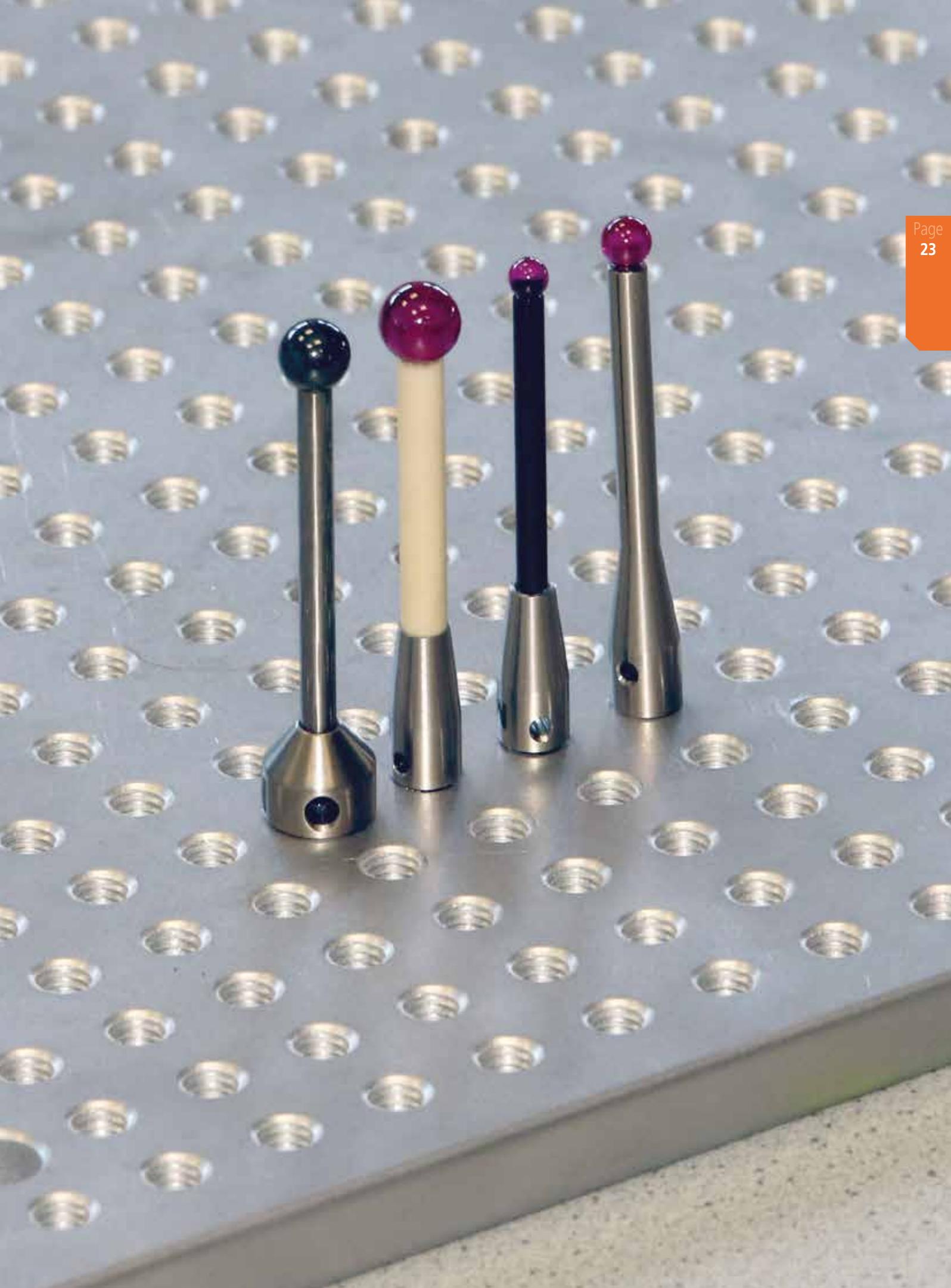
Stable et léger, l'aluminium est fréquemment utilisé dans la fabrication des rallonges du capteur en lui-même. Les tiges et les rallonges en aluminium sont la meilleure solution dans les laboratoires de métrologie où la température est stable et qui offrent par conséquent les gradients de température les plus bas possible.

Carbure de tungstène

Les tiges de stylets en carbure de tungstène conviennent à pratiquement toutes les applications standard du laboratoire de métrologie où la température ambiante est stable. Un matériau durable qui a fait ses preuves.

Titane

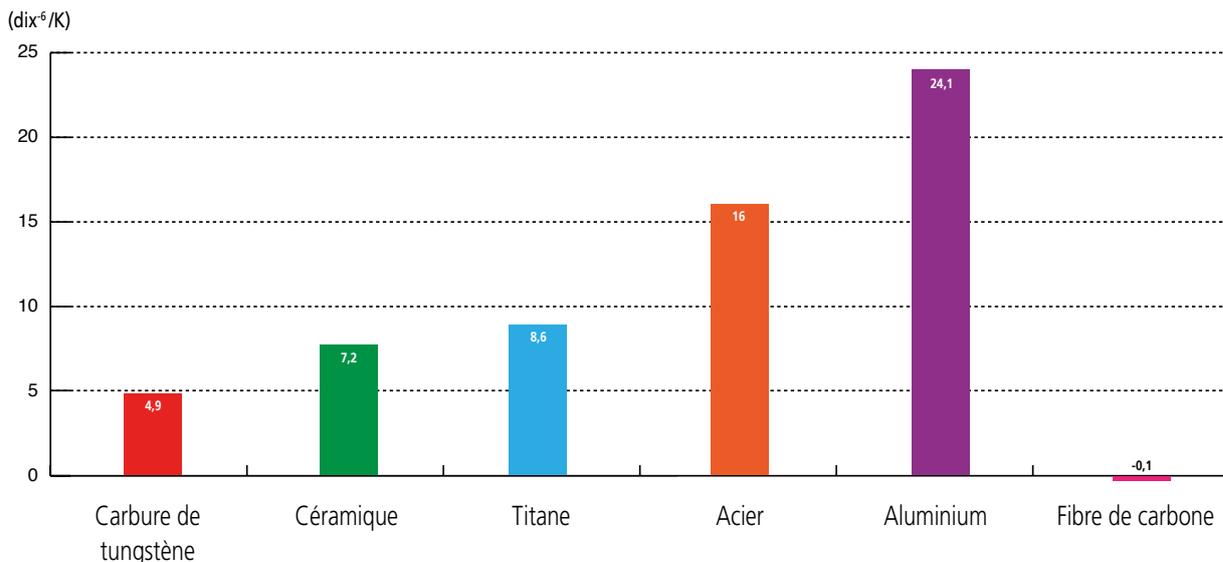
Malgré une densité relativement faible, le titane est extrêmement rigide. Les composants de palpeur en titane offrent non seulement des caractéristiques de rigidité et de stabilité exceptionnelles, mais ils sont également étonnamment légers. Mitutoyo utilise ce matériau principalement pour la fabrication des bases, des éléments d'assemblage et des rallonges de stylet.



3. Caractéristiques matérielles importantes

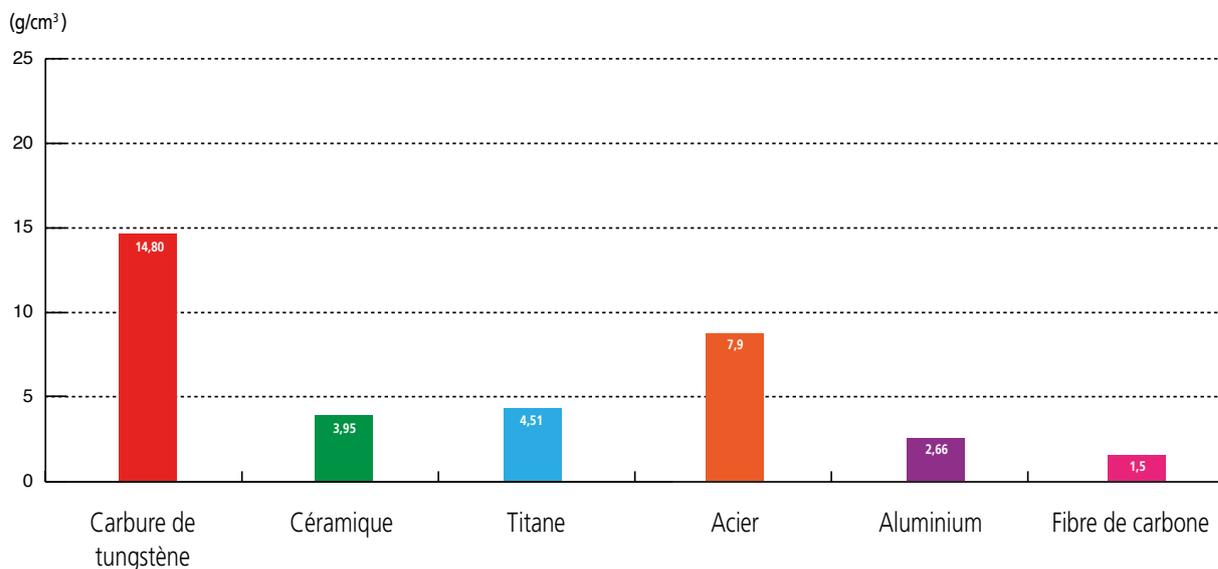
Dilatation thermique

Lorsque des stylets ou des rallonges équipés d'une tige longue sont utilisés, les opérateurs doivent tenir compte de la dilatation thermique des matériaux dans lesquels celle-ci est fabriquée si la température n'est pas stable. En cas d'utilisation d'un matériau caractérisé par une dilatation thermique importante, des erreurs de mesure significatives sont à prévoir. C'est particulièrement vrai dans les environnements de production mais n'a qu'une faible influence dans les laboratoires de métrologie où la température est stable.



Poids spécifique

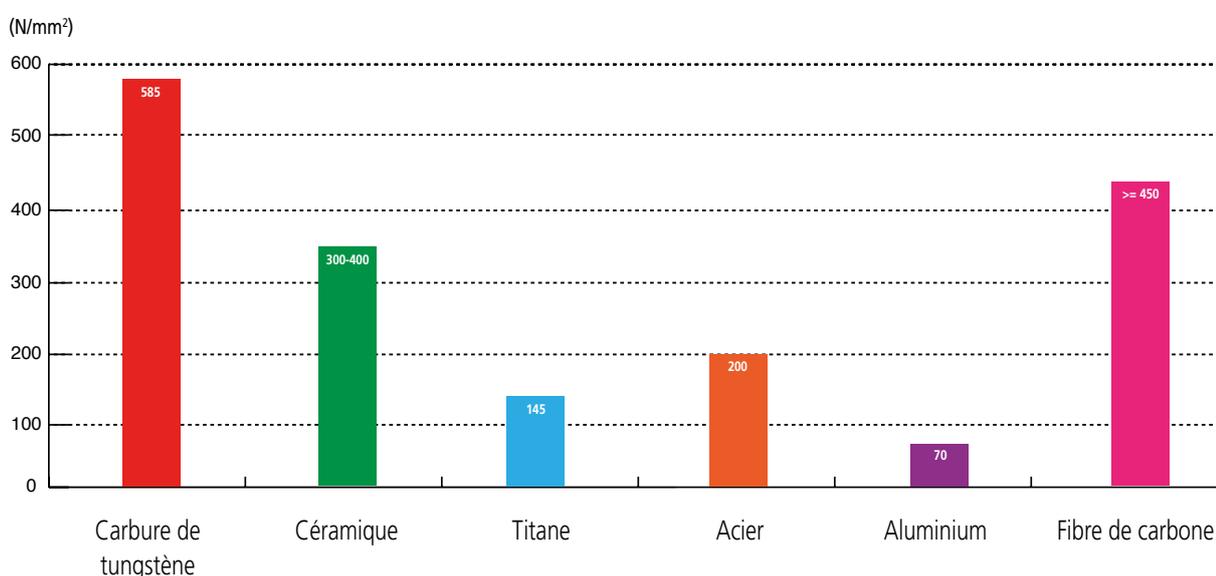
Le poids devient important en cas d'utilisation d'une combinaison de composants, et en particulier d'adaptateurs. Le cas échéant, optez pour des matériaux légers.



Résistance à la flexion

Toute charge appliquée à un matériau solide provoque une déformation de ce dernier. Si le matériau retrouve sa forme précédente lorsque la charge est annulée, cette déformation est appelée « déformation élastique ». Cette caractéristique est exprimée par le « module élastique », également appelé « module d'élasticité », « module de Young » ou simplement « module E ». C'est une valeur de rigidité qui exprime le rapport entre force et déformation. Plus le module élastique est élevé, plus la rigidité est élevée.

Pour les mesures par scanning et lors de l'utilisation de stylets ou de rallonges de grande longueur, les composants doivent être fabriqués à partir de matériaux extrêmement rigides. La mesure génère des forces qui s'exercent sur le palpeur. Une flexion excessive du stylet ou de la rallonge entraîne des résultats de mesure erronés.



Récapitulatif

Matériau	Dilatation thermique (10 ⁻⁶ /K)	Masse volumique (g/cm ³)	Module E (N/mm ²)
Carbure de tungstène	4,9	14,80	585
Céramique	7,2	3,95	300-400
Titane	8,6	4,51	145
Acier	16	7,90	200
Aluminium	24,1	2,66	70
Fibre de carbone	-0,1	1,50	>=450

En résumé

Le stylet idéal a une faible dilatation thermique, il est léger et extrêmement rigide : plus il est long, plus il est important de tenir compte de ces caractéristiques.

4. Accessoires

Platine porte-stylet

Lorsque différentes configurations de stylets sont fréquemment utilisées, à fortiori dans un même programme de mesure, l'utilisation de modules porte-stylet est requise. Il est recommandé d'utiliser un rack de changement automatique de stylets, dans lequel chaque module stocké pourra être utilisé régulièrement sans devoir ré-étalonner le palpeur.

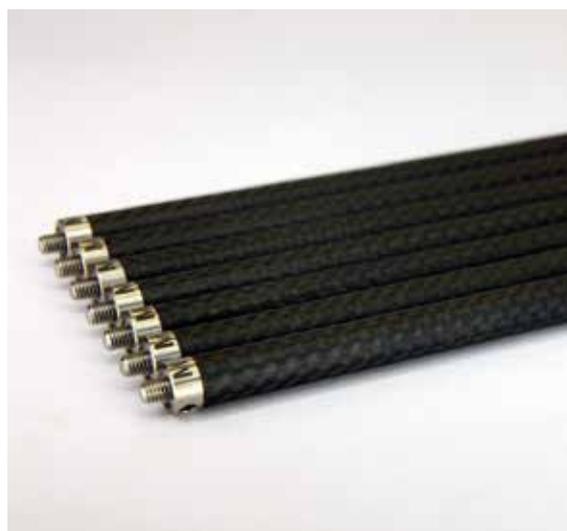
Rallonges

Les rallonges permettent d'atteindre les points de mesure situés à l'intérieur des pièces. Comme dans le cas des tiges de stylet, le matériau constitutif de la rallonge est un critère essentiel en raison de la présence de forces de flexion et de la dilatation thermique. Pour les stylets long et les rallonges, la fibre de carbone est incontournable car la dilatation thermique entraîne d'importantes erreurs de mesure, même si la variation de température est faible.

Les rallonges sont proposées dans différentes longueurs et différents matériaux (voir « Tige de stylet ») ainsi qu'avec des filetages de différente dimension, généralement compris entre M2 et M5.

Rotules, articulations oscillantes et rotatives, croisillons

Les systèmes d'orientation réglable de stylets facilitent, par exemple, les opérations de mesure des alésages inclinés à défaut de pouvoir indexer la tête du palpeur. Ceux-ci doivent cependant être fabriqués dans le respect de tolérances extrêmement faibles et le mécanisme de serrage de l'articulation doit être très stable pour résister à la force du palpeur. Les croisillons facilitent la configuration des stylets en étoile. En règle générale, ces accessoires sont fabriqués en acier, en inox, en carbure de tungstène ou en titane.



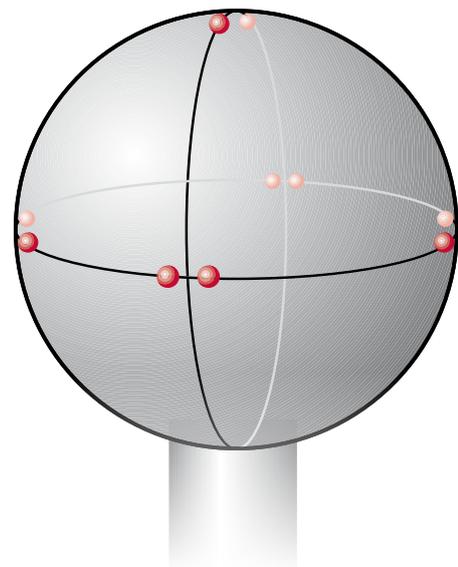


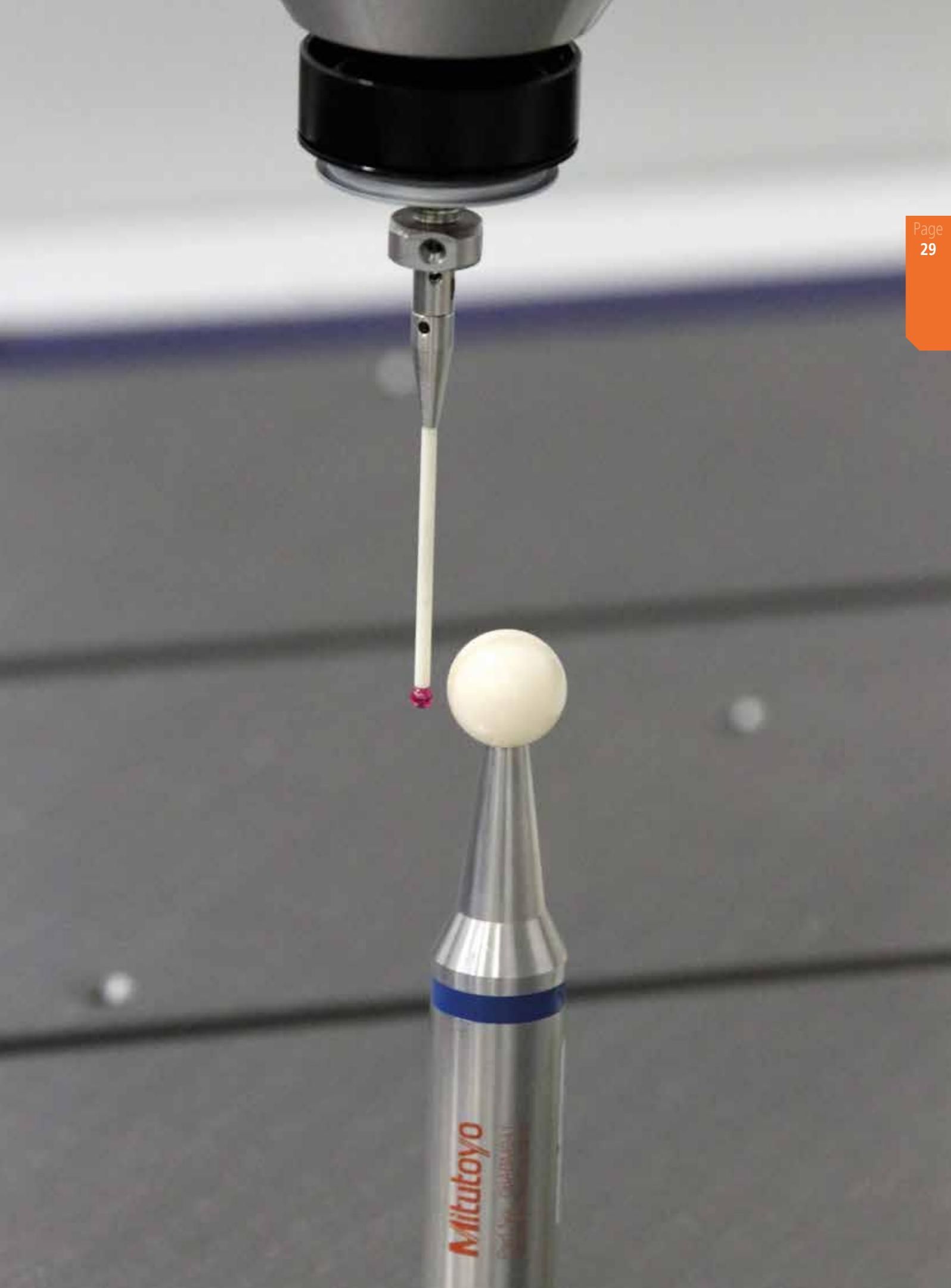
5. Qualification des stylets

Tous les stylets - y compris les modèles identiques d'une même marque - étant différents quant à la variation de leurs caractéristiques dimensionnelles et matérielles, la procédure de qualification du palpeur est indispensable pour que le logiciel de métrologie équipant la MMT puisse traiter les résultats des mesures. Pour ce faire, une sphère étalon dont le diamètre et l'erreur de circularité sont connus est utilisée. Le stylet est mis en contact avec différents points préétablis de la surface de la sphère étalon. La routine du logiciel calcule le diamètre effectif de chaque bille pour tous les stylets étalonnés. Le centre de la bille du premier stylet sert alors de point de référence pour le positionnement de toutes les autres billes. Le logiciel de la MMT compense l'écart entre les positions des stylets et les diamètres. Ainsi, le résultat reste le même (conforme aux spécifications de la machine et du système de palpation) indépendamment du stylet utilisé.

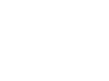


Au cours du processus de qualification, le stylet est mis en contact avec différents points préétablis de la surface de la sphère étalon.





6. Critères importants pour le choix du stylet

-  Le stylet utilisé doit être le plus court et le plus stable possible. Si vous utilisez un stylet long ou une rallonge, vérifiez qu'ils sont suffisamment stables.
-  Vérifiez que la fixation est sûre et que les stylets sont exempts de défauts, en particulier au niveau des surfaces de contact et du filetage.
-  Vérifiez que les composants du palpeur sont correctement fixés.
-  N'oubliez pas de remplacer régulièrement les stylets trop anciens.
-  Tenez compte de la température et des conditions ambiantes lors de l'utilisation de composants thermiquement stables.
-  Les instructions du fabricant relatives aux différentes configurations de stylet précisent les masses, la longueur de stylet et les dimensions de coudage autorisées. Respectez-les !
-  Utilisez le moins possible de composants individuels et limitez également le nombre d'assemblages vissés.
-  L'utilisation d'une bille en nitrure de silicium est recommandée pour la mesure par scanning de surfaces en aluminium.
-  Utilisez la bille la plus grande possible. Les billes de grand diamètre ont une fonction de filtre mécanique sur la surface de la pièce. En raison de leur taille, elles ne réagissent pratiquement pas aux composantes fines de la surface, éliminant ainsi les irrégularités et les variations de mesure aléatoires.
-  Dans la mesure du possible, installez le stylet en position perpendiculaire au plan à mesurer. Vous pouvez utiliser un support cubique ou articulé pour positionner correctement le stylet par rapport à la surface à mesurer. Utilisez les mêmes méthodes pour mesurer les alésages inclinés.
-  Veillez à appliquer une vitesse et une accélération appropriée et une force de mesure convenant aux composants du stylet utilisé. Réduisez-les éventuellement si vous utilisez un stylet à tige fine ou équipé d'une petite bille.





Mitutoyo France

123, rue de la Belle Étoile
BP 59267 ROISSY EN FRANCE
95957 ROISSY CDG cedex
France

Tél : + 33 (0) 1 49 38 35 00

mitutoyo@mitutoyo.fr
www.mitutoyo.fr

