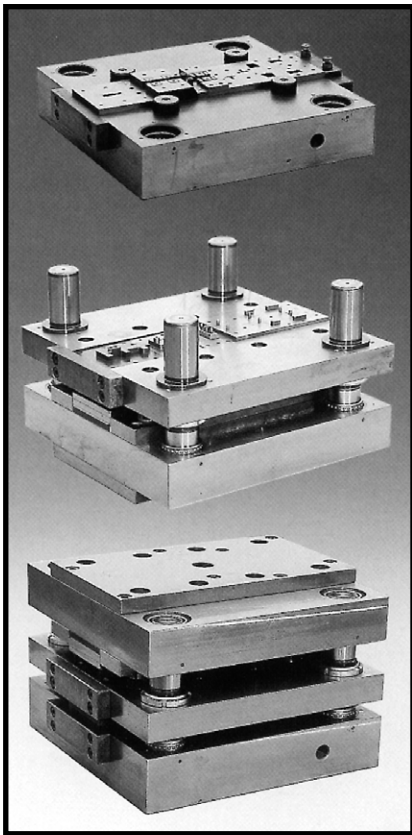


BLOC A COLONNES



HISTORIQUE

C'est au début du siècle dernier que les opérations de poinçonnage et d'emboutissage ont commencé à s'industrialiser.

Peu après la première guerre mondiale les premiers outils standards pour presse se sont développés simultanément aux USA et en Europe.

A l'époque l'opération la plus souvent réalisée sur des presses à col de cygne subissait toujours des déformations provenant du jeu sur le guidage du coulisseau.

On a donc cherché à assurer l'alignement des éléments actifs (poinçons-matrices) au moyen d'un bloc de guidage, dit **bloc à colonnes**.

Ce furent d'abord des blocs à colonne **en fonte** qui nécessitaient la fabrication de modèles de fonderie et la coulée des pièces et vers 1930 des **blocs en acier** permettant d'éviter ces opérations et de réaliser des pièces de dimensions plus importantes.

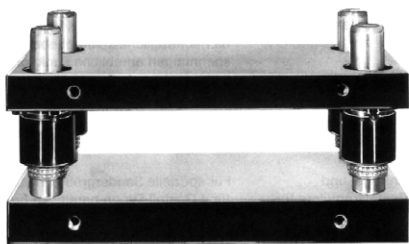
Pendant longtemps les bagues de guidage furent insérées dans les plaques supports et ensuite rôdées jusqu'à l'obtention du coulissement valable avec les colonnes.

Ce rôdage demandait beaucoup de temps et le jeu entre la bague et la colonne était pratiquement toujours mal réparti.

De nouveaux guidages furent donc développés : tout d'abord des guidages lisses avec **bagues interchangeables** en acier, bronze, ou en résine coulée.

Après la deuxième guerre mondiale, aussi bien aux USA qu'en Europe on a développé un **guidage à billes** qui fut immédiatement très apprécié des outilleurs car prévu pour des mouvements rapides et faciles d'emploi pour le réglage, l'ajustement et l'entretien.

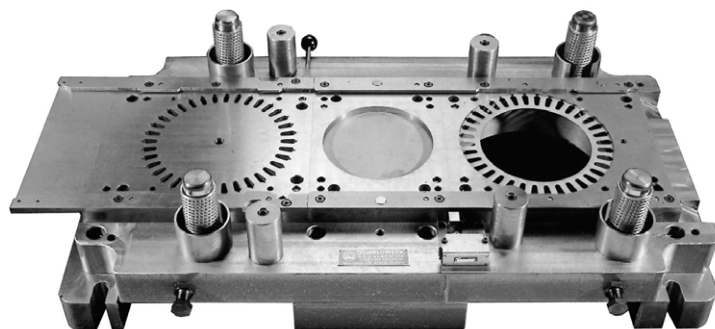
Aujourd'hui les blocs à colonnes sont utilisés pour la totalité des travaux pouvant être réalisés sur une presse, qu'elle soit mécanique, hydraulique ou pneumatique pour des opérations de découpage, poinçonnage, soyage, emboutissage, gravure repoussée, cambrage, calibrage, etc...



La détermination du bloc à colonnes tient compte de plusieurs facteurs :

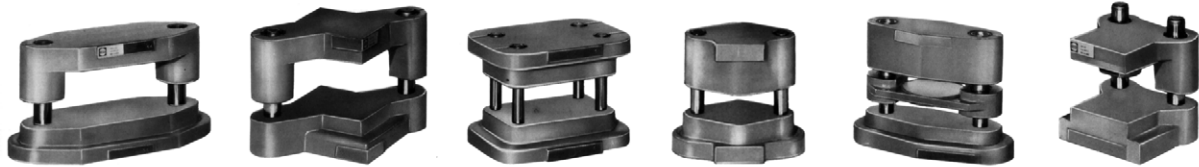
- nombre et disposition des colonnes - fonction notamment du sens d'alimentation de la tôle, de l'état de la presse, de la durée de vie de la matrice et de la série à produire,
- la grandeur de la surface de travail,
- le type de guidage - fonction notamment de l'état de la presse, de la vitesse de travail, de la précision des pièces à produire, de la course, de la faisabilité du graissage,
- l'épaisseur des plaques du bloc - fonction du type de matière et de l'épaisseur de la tôle,
- le nombre de plaques dans le bloc - en général 2 mais une 3ème plaque intermédiaire peut intervenir comme plaque de dévêtissage et de guidage supplémentaire pour le poinçon surtout dans le cas de tôles fines et de matrices "à suivre".

Le but de l'outil est de réaliser une découpe nette et juste et pour ce faire la perpendicularité entre les plaques et les bagues est primordiale, elle ne doit pas dépasser 5 à 10 microns.

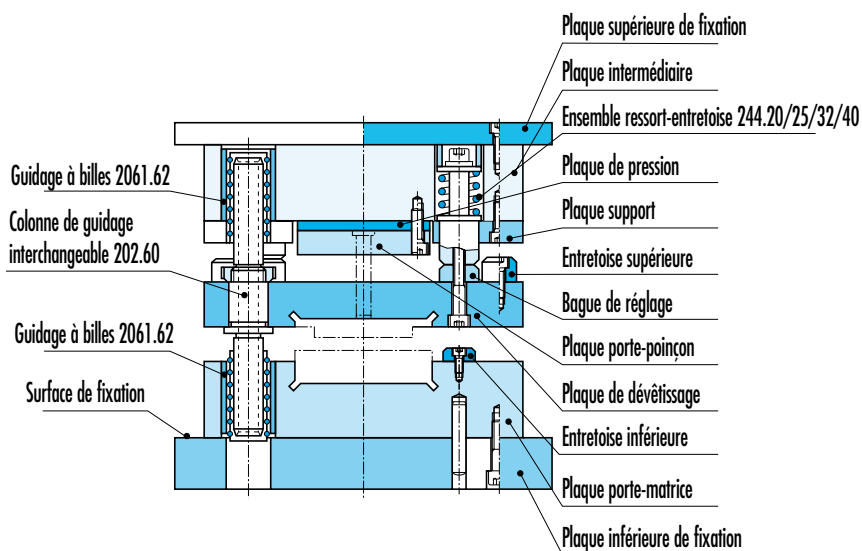


BLOC A COLONNES

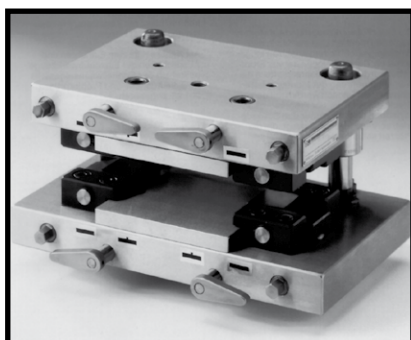
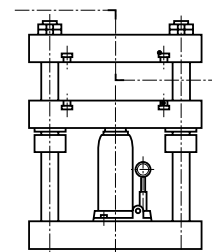
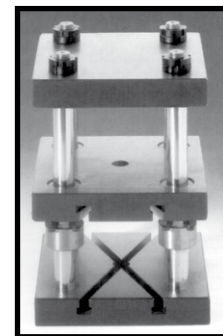
BLOC A COLONNES EN FONTE : DIN 9812 / 9814 / 9816 / 9819 / 9822



BLOC A COLONNES POUR OUTILS A SUIVRE



BLOC A COLONNES - PETITE PRESSE AVEC OU SANS PLAQUE INTERMEDIAIRE



BLOC A COLONNES A CHANGEMENT RAPIDE

DESCRIPTION :

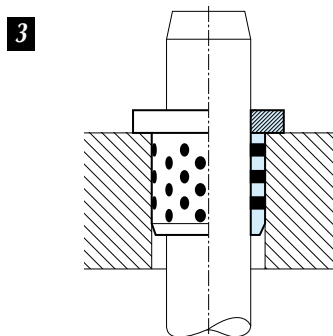
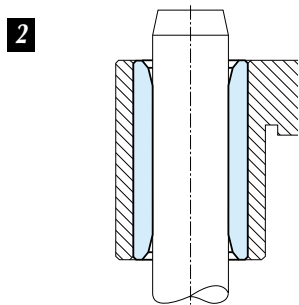
Ce système à changement rapide avec positionnement et serrage mécanique répond aux nécessités suivantes :

- réduction des coûts d'outillages,
- réduction des temps de changement d'outillage.

Le système comprend un bloc de base qui reste monté sur la presse et un outillage sans guidage propre à glisser dans le bloc de base.

La plaque-insert est fixée sur une plaque de montage de la matrice et est introduite dans le bloc de base jusqu'aux butées. Le positionnement par des goupilles s'opère en tournant les 4 leviers frontaux. Ensuite la fixation est réalisée en serrant les 4 vis frontales avec une clé.

GUIDAGES LISSES



Les guidages lisses ont fait de gros progrès, ils sont réalisés avec des tolérances extrêmement serrées et correctement appairées avec les colonnes; le jeu entre la bague et la colonne doit être prévu en fonction de l'interstice de coupe.

Ces guidages confèrent à l'outil une rigidité importante grâce à une surface de contact maximale.

Les guidages lisses absorbent des forces transversales très élevées mais le démontage des plaques de l'outil n'est pas aisé, il faut utiliser une presse ou un outillage de démontage spécial.

Un danger subsiste : une rupture du film d'huile est possible dans le cas de cadences élevées et de faibles courses, à ce moment le passage permanent de l'outil de l'état de marche à l'état d'arrêt peut empêcher le frottement visqueux : effet "stick slip"

1) Bague en acier plaqué bronze

Surface de coulissement tendre, durée de vie faible (max. 100.000 coups)

Un graissage plusieurs fois par jour est impératif au moyen du graisseur incorporé et des "pattes d'araignée" sur le diamètre intérieur (huile ou graisse).

Vitesse de glissement jusqu'à 30 m / min, accepte de fortes charges latérales, bon coefficient de glissement, bon marché.

2) Bague en acier fritté carbonitruré

Cette bague de haute précision est une de nos spécialités et a été développée dans les années 1960 - 1970.

Leur volume comprend 20 % de pores constituant la "réserve" d'huile.

Cela signifie qu'il ne faut plus huiler qu'une fois par semaine en utilisation normale et c'est le guidage lisse le plus apte à éviter de travailler avec peu ou sans film d'huile.

Des huiles additionnées de bisulfure de molybdène ne peuvent pas être utilisées.

D'un autre côté cette bague peut subir des cassures en cas de montage dans de gros outillages asymétriques et est aussi le guidage lisse le plus cher.

La carbonituration lui confère une haute résistance et une usure faible.

Des vitesses de course de max. 25 m/min et une pression en surface de max 250 N / mm² peuvent être atteintes.

3) Bague en bronze avec inserts autolubrifiants

Cette bague a été développée d'abord par une firme Japonaise dans les années 1980 spécialement pour des industries où le huilage-graissage était exclu : industries alimentaire, pharmaceutique, textile, travail sous "vide" et pour résister à des conditions de frottement extrêmes dans le sens de glissement.

Ces bagues furent aussi rapidement livrées à l'industrie automobile qui cherchait à réaliser de plus en plus d'opérations en une descente de la presse et se trouvait parfois dans l'impossibilité de graisser certaines parties de l'outil.

Le lubrifiant solide représentant environ 20 à 25 % de la surface totale de guidage est introduit dans le corps de guidage percé et est essentiellement formé de graphite et d'un additif de Mo S 2.

En général, le diamètre des inserts est fonction de l'épaisseur des bagues; l'épaisseur de paroi de la bague doit être > à 60 % du diamètre des inserts autolubrifiants.

La précision de cette bague en bronze est moyenne car la rectification de deux matières différentes ne peut être parfaite et la couche de graphite qui réalise le frottement visqueux est plus épaisse qu'un film d'huile.

La vitesse de course peut atteindre 15 m / min sans graissage et 30 m / min avec graissage.

L'idéal, si c'est permis est de huiler la bague au départ afin d'éviter une usure trop rapide.

Valable pour mouvements axiaux et radiaux, exécution bon marché.

GUIDAGES PRECONTRAINTS



1) Cages à billes :

Les guidages à billes ont apporté 2 avantages exclusifs aux outilleurs : des vitesses de 50 m/min ou plus et un entretien (démontage-montage) rapide et sans outils spéciaux. Au delà de 400 coups minute le guidage lisse n'est plus d'application.

Ce guidage fonctionne pratiquement sans frottement ni entretien.

Un graissage au montage leur assure une durée d'utilisation de plusieurs semaines ou mois.

Les billes "roulent" sous une "précharge géométrique" ou sous une "précontrainte", c'est à dire que leur diamètre est supérieur à l'espace libre entre la colonne et la bague.

Cette précontrainte de quelques microns doit avant tout réaliser un fonctionnement sans jeu; elle sert à tenir la bague et permet le contact de chaque bille sur le couple colonne-douille.

Si la précontrainte augmente, la rigidité du guidage, la capacité de charge et l'usure augmentent également, alors que la facilité du mouvement diminue.

Si la précontrainte est trop faible, la sécurité du fonctionnement est perdue

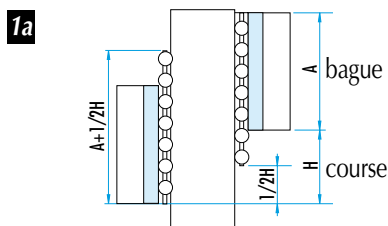
Au plus vite on veut travailler au moins il faut de précontrainte.

Les billes sont disposées en spirale par rapport à la direction axiale de telle sorte que chacune d'entre elles suit sa propre piste.

Chaque bille réalise 2 points de contact : 1 sur la colonne et 1 sur la bague.

Pour chaque course, la cage revient en arrière sur la moitié du parcours de la bague dans le cas d'une colonne fixe ou sur la moitié de la colonne dans le cas d'une bague fixe.

Ce qui donne le principe suivant : **la cage à bille réalise une course égale à la moitié de la course totale de l'outillage** (1a).



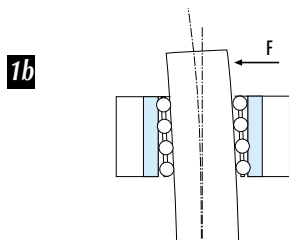
Ce guidage à billes avec cage en laiton (anti-corrosion), billes et bague en acier est spécialement utilisé pour des cadences rapides et des faibles courses.

Les billes sont serties de façon à avoir une rotation libre axiale et radiale.

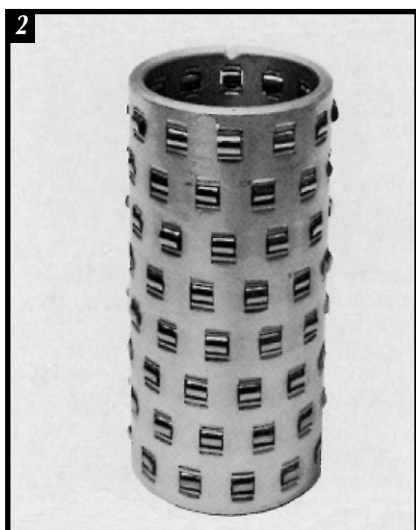
Les points négatifs sont : le prix sensiblement plus cher que les guidages lisses et une capacité de charge latérale moindre.

Ces cages à billes possèdent toujours une certaine flexibilité, cela peut entraîner un déplacement de l'axe de la colonne en fonction de la douille ce qui peut se révéler néfaste lorsque la géométrie de l'outil et la répartition des charges ne sont pas bonnes comme dans le cas de poinçonnages non symétriques, ou pour un emboutissage.

Ce flambage provoque une surcharge des billes près des bords ainsi qu'un décalage entre les plaques supérieures et intérieures du bloc à colonnes (1b).



On peut combattre cet inconvénient en privilégiant des cages à billes avec un très grand nombre de billes ce qui augmente automatiquement la capacité de charge radiale sur la longueur de la cage en N / cm; en privilégiant une hauteur réduite de la cage avec un diamètre de colonne plus important et en choisissant une précontrainte optimale, compromis entre durée de vie, rigidité du guidage et caractéristique de la course.



2) Cage à rouleaux

Ces cages à rouleaux ont été développées dans les années 1980 pour augmenter encore la précision et diminuer le flambage des guidages précontraints.

La cage est en aluminium et les rouleaux en acier.

Comme pour les cages à billes, les rouleaux sont serties dans la cage de façon à avoir une rotation libre (seulement axiale); ils sont disposés en spirale par rapport à la direction axiale de telle sorte que chacun d'entre eux suive sa propre piste linéaire.

Les rouleaux réalisés avec grande précision en forme de tonneaux permettent d'obtenir 3 rayons de contact (2 avec la bague et 1 avec la colonne).

La précontrainte est plus faible que pour les billes étant donné ce contact renforcé ce qui réalise moins d'usure. Il est à observer que pour une charge importante et une petite course (1 à 10 mm) il faut choisir la précontrainte supérieure.

Pour une vitesse de course importante, c'est la précontrainte faible qui doit être retenue.

Vitesse de 50 m/min et plus. Chaque rouleau a une capacité de charge 6 fois supérieure et une rigidité 8 à 9 fois supérieure aux billes, mais d'un autre côté la cage comporte nettement moins de rouleaux que de billes.

C'est le guidage le plus précis mais aussi nettement le plus coûteux.

CLASSIFICATION PAR PAIRES POUR GUIDAGES

Le choix de l'interstice de coupe s'élabore principalement suivant les caractéristiques de la pièce à travailler : nombre de zones lisses, nombres de cassures, hauteur des arêtes et d'autres facteurs comme : qualité de la matière, type et état de la machine outil.

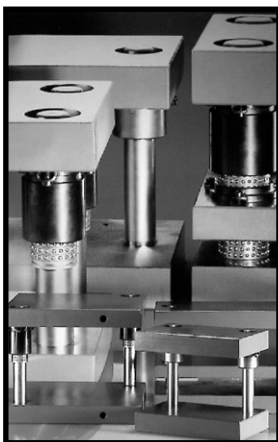
interstice de coupe	guidage lisse (jeu de guidage)	guidage à billes (précontrainte)	classification
petit	petit	grand	CLASSE 1 Pièces de tolérance étroite et pièces minces
moyen	moyen	moyen	CLASSE 2 Tôles d'épaisseur > 1 mm, outillages à suivre. CLASSE 3
grand	grand	petit	Pour de faibles exigences : la force et le travail de découpe pour un grand interstice sont moindres que pour des interstices moyens ou petits.

IDENTIFICATION PAR COULEUR

Critères de choix :

interstice de coupe - qualité de la matière - épaisseur de la tôle, type et état de la machine-outil.

classification	guidage lisse		guidage à bille	
	colonne	bague	colonne	bague
classe 1	.10	.10	.10	.30
	.20	.10	.10	.20
			.20	.30
classe 2	.20	.20	.10	.10
	.30	.10	.20	.20
	.10	.20	.30	.30
classe 3	.30	.30	.20	.10
	.20	.30	.30	.20
	.10	.30	.30	.10



Pour plage de tolérance :

N° d'Art. xxx.10

N° d'Art. xxx.20

N° d'Art. xxx.30

En principe sans demande spéciale, c'est la classe 2 qui est livrée. Le n° d'article des colonnes ou des guidages se termine par 2 chiffres supplémentaires si nécessaire.

Cette plage de tolérance n'a pas d'influence sur le prix de vente.

Pour visualiser le prix, le stock et le délai sur internet, il y a lieu

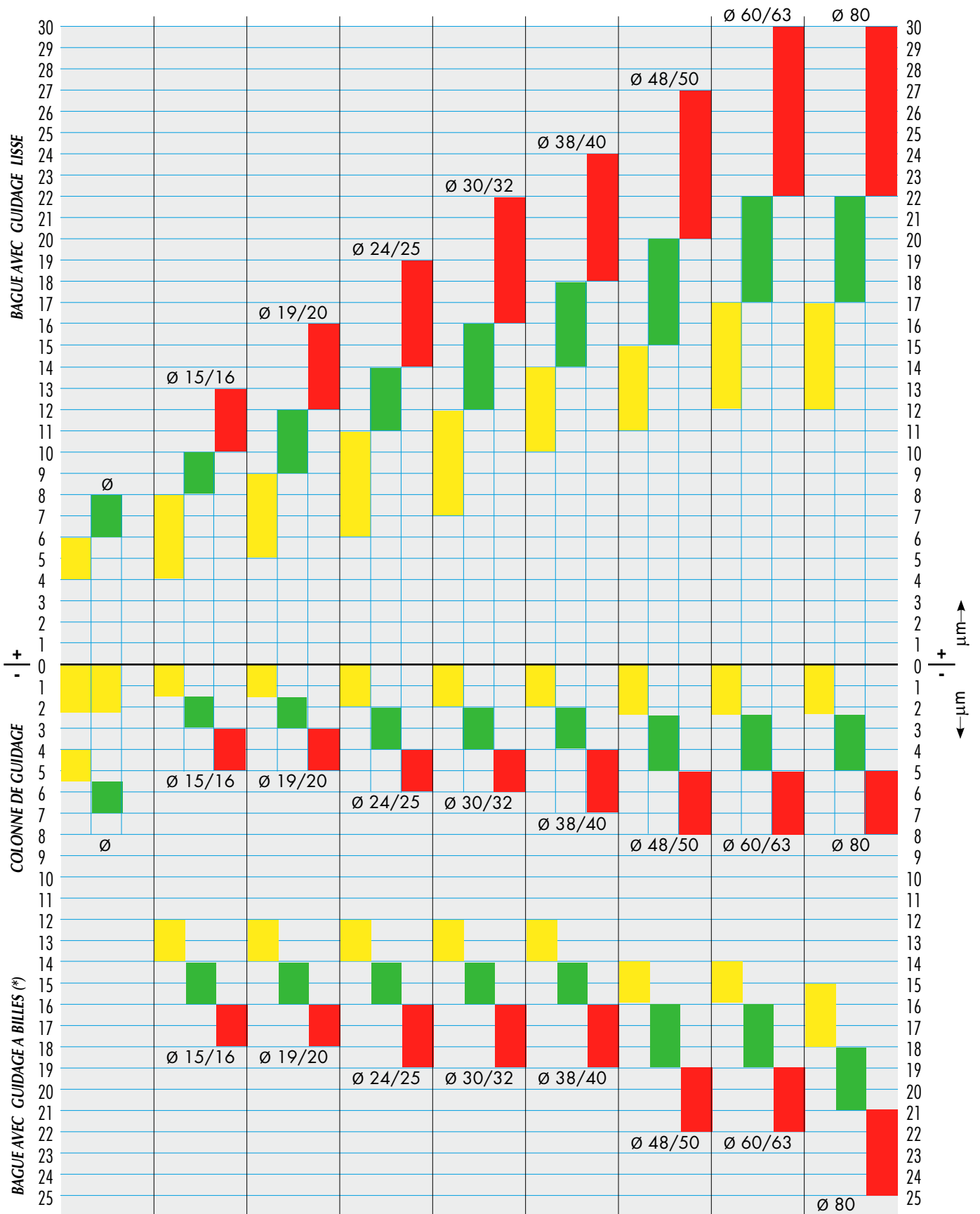
d'introduire le N° d'article SANS les 2 derniers chiffres déterminant la plage de tolérance.

Exemple : Colonne Art. 202.19, d1 = 40 - l1 = 224, tolérance jaune

= Art. 202.19.040.224.10

Pour visualiser le prix sur internet - former : Art. 202.19.040.224

CLASSIFICATION PAR PAIRES POUR GUIDAGES



(*) tolérance négative car précontrainte

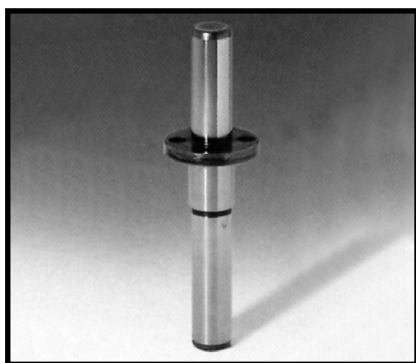
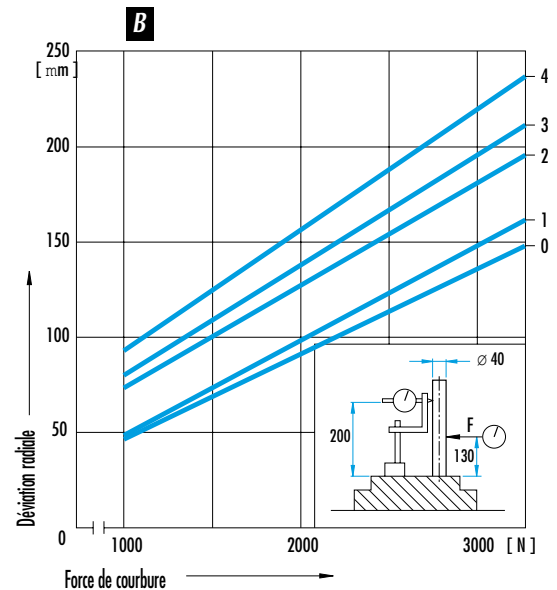
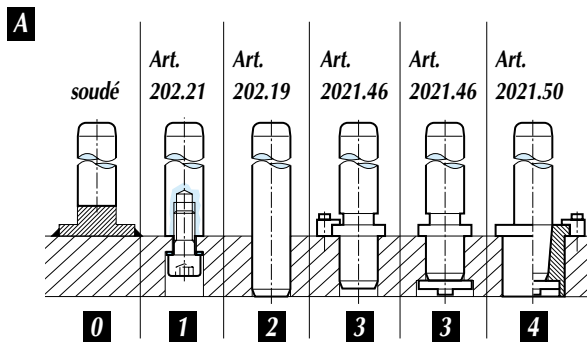
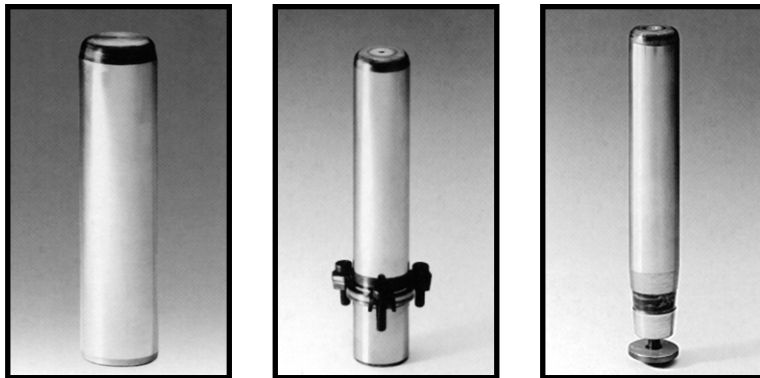
MODES DE FIXATION DES COLONNES DE GUIDAGE

Les colonnes de guidage peuvent être montées de plusieurs façons dans la plaque du bloc suivant que l'outillage doit pouvoir ou non subir rapidement des opérations de démontage-remontage.

Le schéma (A) indique les différentes sortes de fixation et le graphique (B) indique la flèche ou le flambage de la colonne en fonction de la force de courbure.

Lors de la mise en place de la colonne il y a lieu de graisser les surfaces de friction (corps de colonne et taraudage) avec de la pâte molykote. Pour équilibrer les vis, il faut d'abord serrer et déserrer au moins 2 fois avant le serrage définitif avec une clé dynamométrique.

Les trous de centrage ne sont pas concentriques avec le Ø extérieur pour une raison de production.

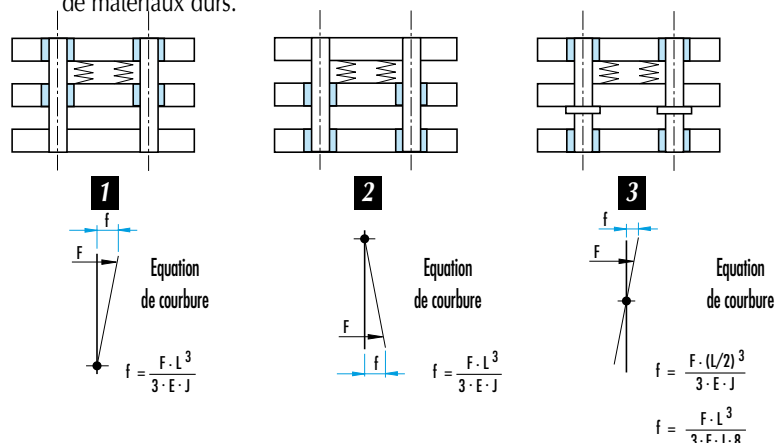


La charge admissible des guidages est donc fortement influencée par la position et la fixation des colonnes de guidage.

La fixation médiane des colonnes dans la plaque de guidage réduit la longueur du point de fixation de moitié par rapport aux fixations de colonnes classiques dans la partie inférieure ou supérieure de l'outil.

Cela permet de multiplier par 8 la charge latérale admissible.

Surtout dans le cas d'outils à suivre ou de cadences très rapides ou pour la découpe de matériaux durs.



- 1) Fixation dans plaque inférieure.
- 2) Fixation dans plaque supérieure.
- 3) Fixation dans plaque de dévêtissage.

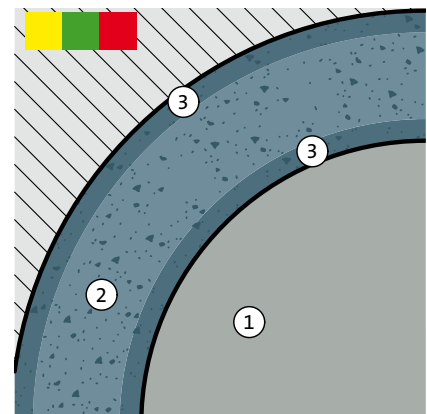
DESCRIPTION DES GUIDAGES

Guidage lisse de précision, métal fritté

Ce mode de guidage est réalisé en métal fritté autolubrifiant avec surface carbonitrurée.

Les pores de la matière frittée utilisée représentent 18 à 20 % du volume. Ils sont remplis sous vide d'huile. Pendant le fonctionnement, cette huile entre dans la zone de glissement, ce qui permet d'obtenir une lubrification longue durée (en fonction des conditions d'utilisation). Pour une lubrification initiale et additionnelle, les rainures de réserve peuvent être remplies de graisse appropriée, ce qui réduit les intervalles de maintenance.

La carbonituration, un procédé de cémentation, fait considérablement augmenter la résistance à l'abrasion de la surface de glissement. Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre un très haut degré de qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une faible rugosité. La précision du guidage peut être modifiée à l'aide de la classification d'appariement.



(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage en métal fritté (3) Carbonituration

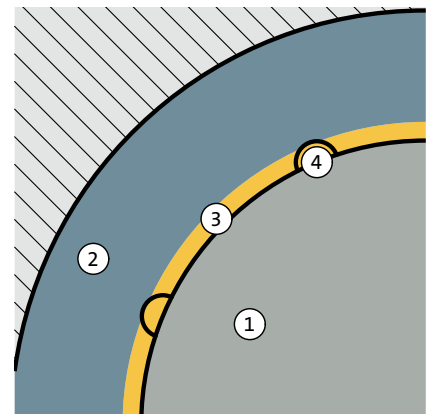
Guidage lisse de précision, revêtu de bronze

Ce mode de guidage comprend un corps en acier à surface de glissement revêtu de bronze, avec rainure hélicoïdale de graissage et un graisseur pour la lubrification d'appoint.

Le matériau en acier utilisé garantit une autostabilité importante en raison de sa résistance mécanique élevée, même en cas de forte contrainte sur côté et arête.

La surface de portée en bronze est connectée de façon optimale au corps en acier et a de très bonnes propriétés de frottement même sans graissage. Une alimentation constante en graisse de lubrification est nécessaire pour que le mode continu soit fiable.

Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre un très haut degré de qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une faible rugosité.



(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Revêtement en bronze (4) Rainure de graissage

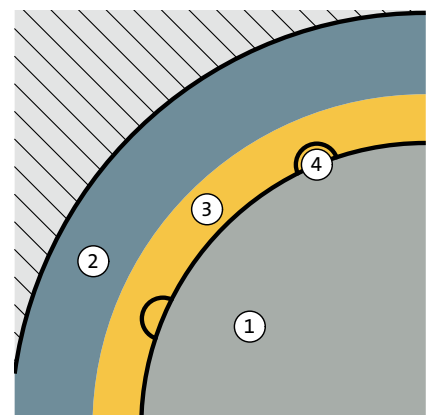
Guidage lisse, plaqué bronze (ECO-LINE)

Ce mode de guidage comprend un corps en acier à surface de glissement plaquée bronze, avec rainure hélicoïdale de graissage et un graisseur pour la lubrification d'appoint.

Le matériau en acier utilisé garantit une autostabilité importante en raison de sa résistance mécanique élevée, même en cas de forte contrainte sur côté et arête.

La surface de portée en bronze est connectée de façon optimale au corps en acier et a de très bonnes propriétés de frottement même sans graissage. Une alimentation constante en graisse de lubrification est nécessaire pour que le mode continu soit fiable.

Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre un haut degré de qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une faible rugosité.



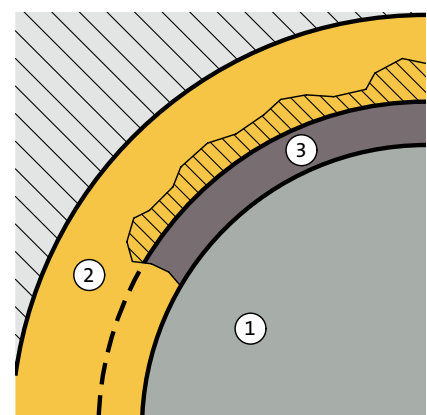
(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Revêtement en bronze (4) Rainure de graissage

Guidage lisse avec anneaux de lubrifiant solide (ECO-LINE)

Ce mode de guidage exigeant peu d'entretien se compose d'un alliage de cuivre avec des anneaux de lubrifiant solide intégrés.

Le matériau du corps de base utilisé offre une bonne stabilité de guidage et de très bonnes propriétés de frottement même sans graissage. Après une lubrification initiale, le lubrifiant solide se répand lentement dans la zone de glissement pendant le fonctionnement et assure un fonctionnement exigeant peu d'entretien (en fonction des conditions d'utilisation). Les anneaux de lubrifiant solide occupent 25 à 35 % de la surface de guidage totale (en fonction de la forme) et ne permettent que des mouvements linéaires.

Les surfaces de portée rectifiées permettent d'atteindre une bonne qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une rugosité optimale.



(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Lubrifiant solide

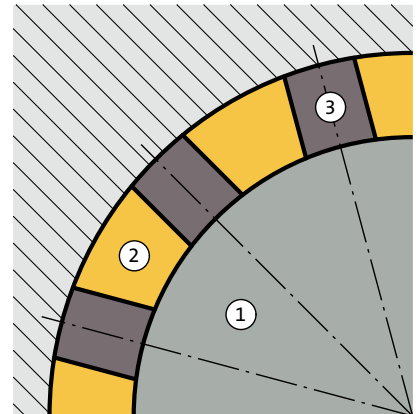
DESCRIPTION DES GUIDAGES

Guidage lisse avec inserts lubrifiants solides

Ce mode de guidage exigeant peu d'entretien se compose d'un alliage de cuivre avec des inserts lubrifiants solides intégrés.

Le matériau du corps de base utilisé offre une bonne stabilité de guidage et de très bonnes propriétés de frottement même sans graissage. Après une lubrification initiale, le lubrifiant solide entre lentement dans la zone de glissement pendant le fonctionnement et assure un fonctionnement exigeant peu d'entretien (en fonction des conditions d'utilisation). Les inserts lubrifiants solides occupent 25 à 35 % de la surface de guidage totale (en fonction de la forme) et permettent des mouvements linéaires et/ou rotatifs (en fonction de l'agencement des inserts lubrifiants solides). Les surfaces de portée rectifiées permettent d'atteindre une bonne qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une rugosité optimale.

(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Insert autolubrifiant solide

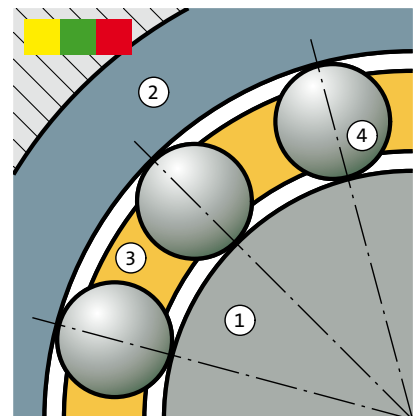


Guidage de précision à billes

En raison des éléments roulants précontraints (billes), le mode de guidage n'a pas de jeu avec une stabilité plus élevée et est adapté aux vitesses extrêmes grâce à son faible frottement par roulement.

Le matériau du corps de base utilisé pour les bagues de guidage offre une très bonne stabilité de guidage. Les billes de précision durcies et les colonnes de guidage adaptées permettent un guidage facilement maniable et précis. Ce dernier n'est, sous contrainte, pas impérativement rigide en raison du point d'assise des billes. L'influence peut être accrue via la classification des appariements. Les cages à billes sont en laiton ou en aluminium et ont, en raison du nombre élevé de billes, un coefficient de charge dynamique élevé, soit un facteur essentiel pour une longue durée de vie. Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre un très haut degré de qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une très faible rugosité.

(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Cage en étain ou aluminium (4) Bille



Guidage de précision à rouleaux

En raison des éléments roulants précontraints (rouleaux), le mode de guidage n'a pas de jeu avec une stabilité très élevée et est adapté aux vitesses extrêmes grâce à son faible frottement par roulement.

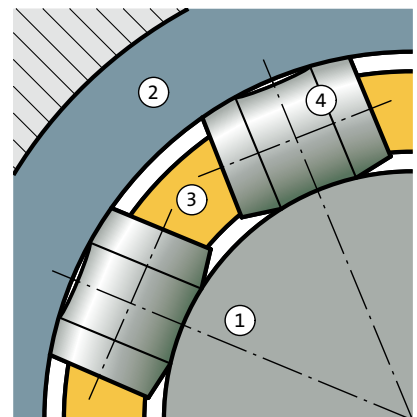
Les bagues des guidages à billes sont également utilisées ici. Les rouleaux de précision durcis et les colonnes de guidage adaptées permettent un guidage facilement maniable et très précis. Ce dernier n'est, en raison du contact linéaire des rouleaux, pas impérativement rigide sous la contrainte, mais est bien plus stable que les guidages à billes.

Les cages à rouleaux sont en étain et ont, en raison du nombre optimal de rouleaux, un coefficient de charge dynamique élevé, soit un facteur essentiel pour une longue durée de vie.

Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre un très haut degré de qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une très faible rugosité.

Afin d'obtenir une précontrainte optimale, seules les colonnes de guidage rouges = .30 et les bagues de guidage jaunes = .10 peuvent être utilisées !

(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Cage (4) Rouleau



Guidage de précision à aiguilles (Million Guide)

En raison des éléments roulants précontraints (aiguilles), le mode de guidage n'a pas de jeu avec une stabilité maximale et est adapté aux vitesses extrêmes grâce à son faible frottement par roulement.

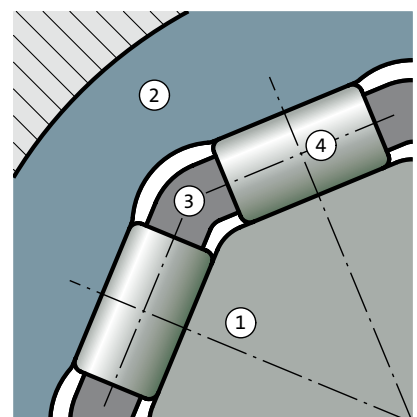
Les unités de guidage Million Guide sont les meilleures qui existent. Les aiguilles de précision durcies et les colonnes et bagues de guidage adaptées permettent un guidage facilement maniable et le plus précis qui soit. Ce dernier n'est, en raison du contact linéaire des aiguilles, pas impérativement rigide sous la contrainte, mais est bien plus stable que les guidages à rouleaux.

Les cages à aiguilles sont en plastique et ont, en raison du nombre optimal de rouleaux, un coefficient de charge dynamique très élevé, soit un facteur essentiel pour une longue durée de vie.

Les surfaces de portée finement rectifiées permettent d'atteindre la meilleure qualité en ce qui concerne les tolérances de mesure et de forme, ainsi qu'une très faible rugosité.

Les composants de cette unité de guidage sont adaptés les uns aux autres et conviennent à une précontrainte optimale.

(1) Colonne de guidage (2) Bague de guidage (3) Cage en matière plastique (4) Aiguille



AIDE À LA SÉLECTION DES TYPES DE GUIDAGES

Critères / Type guide	Guidage lisse de précision, métal fritté	Guidage lisse de précision, revêtu de bronze	Guidage lisse, plaqué bronze (ECO-LINE)	Guidage lisse avec anneaux de lubrifiant solide (ECO-LINE)	Guidage lisse avec inserts lubrifiants solides	Guidage de précision à billes	Guidage de précision à rouleaux	Guidage de précision à aiguilles (Million Guide)
Capacité de charge / Charges élevées	++	++	+	+++	+++	0	++	+++
Sollicitation due aux chocs / Vibrations	-	++	++	++	++	-	0	0
Vitesse de levage élevée	0	-	-	-	-	+++	+++	++++
Mobilité / Faible frottement	+ ¹	+	+	+	+	+++ ¹	++	++
Résistance à l'usure. / Durée de vie	++	+	+	++	++	+++	+++	++++
Fonctionnement nécessitant peu de maintenance	++	-	-	+++	+++	-	-	-
Tolérance vis-à-vis de la saleté et de la poussière	-	0	0	+	++	-	-	-
Tolérance vis-à-vis de la modification de filetage	0	+	+	++	++	-	-	-
Comportement de guidage modifiable à l'aide de la classification des appariements	●					●		
Adapté aux rotations	●	●	●		● ²	●		
Modèles faibles en corrosion (sur demande)						●		●

++++ = excellent, +++ = très bon, ++ = bon, + = satisfaisant, 0 = suffisant, - = moins bon

¹ variable en raison de la classification des appariements

² dépend de la disposition des inserts lubrifiants solides

L'aide à la sélection sert d'orientation. En fonction de l'application, de la situation de montage et des conditions ambiantes, un contrôle ou des essais préalables sont indispensables.