

22.4 MESURER LA CINEMATIQUE (cycle 451, DIN/ISO : G451, option 48)

Mode opératoire du cycle

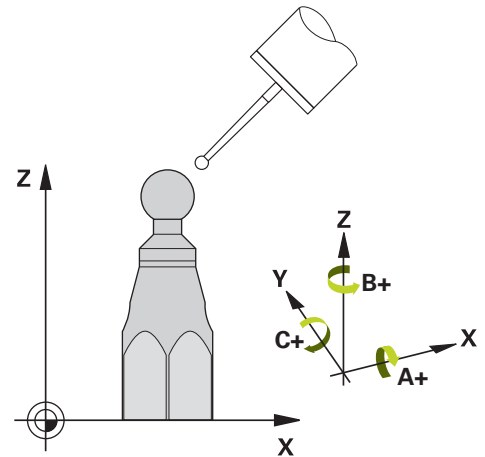


Consultez le manuel de votre machine !

Le cycle palpeur 451 permet de contrôler et, au besoin, d'optimiser la cinématique de votre machine. Pour cela, vous mesurez, à l'aide d'un palpeur 3D de type TS, une bille étalon HEIDENHAIN que vous aurez fixée sur la table de machine.



HEIDENHAIN conseille d'utiliser des billes étalons **KKH 250** (numéro ID 655475-01) ou **KKH 100** (numéro ID 655475-02), qui présentent une rigidité particulièrement élevée et qui sont spécialement conçues pour l'étalonnage de machines. Si vous êtes intéressés, merci de bien vouloir prendre contact avec HEIDENHAIN.



La commande détermine la précision statique d'inclinaison. Pour cela, le logiciel minimise les erreurs spatiales résultant des inclinaisons et mémorise automatiquement, en fin de procédure, la géométrie de la machine dans les constantes machine correspondantes de la description de la cinématique.

- 1 Fixez la bille étalon en faisant attention au risque de collision.
- 2 En Mode Manuel, définir le point d'origine au centre de la bille ou, si **Q431=1** ou **Q431=3** : positionner manuellement le palpeur sur l'axe de palpation au-dessus de la bille étalon et au centre de la bille dans le plan d'usinage.
- 3 Sélectionner le mode Exécution de programme et démarrer le programme d'étalonnage
- 4 La commande mesure automatiquement tous les axes rotatifs les uns après les autres, avec la résolution que vous avez définie
- 5 La commande mémorise les valeurs de mesure aux paramètres Q suivants :

Numéros de paramètres	Signification
Q141	Ecart standard mesuré dans l'axe A (-1 si l'axe n'a pas été mesuré)
Q142	Ecart standard mesuré dans l'axe B (-1 si l'axe n'a pas été mesuré)
Q143	Ecart standard mesuré dans l'axe C (-1 si l'axe n'a pas été mesuré)
Q144	Ecart standard optimisé dans l'axe A (-1 si l'axe n'a pas été optimisé)
Q145	Ecart standard optimisé dans l'axe B (-1 si l'axe n'a pas été optimisé)
Q146	Ecart standard optimisé dans l'axe C (-1 si l'axe n'a pas été optimisé)
Q147	Erreur d'offset dans le sens X pour le transfert manuel au paramètre machine correspondant
Q148	Erreur d'offset dans le sens Y pour le transfert manuel dans au paramètre machine correspondant
Q149	Erreur d'offset dans le sens Z pour le transfert manuel au paramètre machine correspondant

Sens du positionnement

Le sens du positionnement de l'axe rotatif à mesurer résulte de l'angle initial et de l'angle final que vous avez définis dans le cycle. Une mesure de référence est réalisée automatiquement à 0°.

Sélectionner l'angle de départ et l'angle de fin de manière à ce que la commande n'ait pas à mesurer deux fois la même position. Toutefois, même s'il ne s'avère pas judicieux de procéder deux fois à la mesure de la même position (par ex. positions de mesure +90° et -270°), cela n'entraîne pas de message d'erreur.

- Exemple : angle initial = +90°, angle final = -90°
 - Angle initial = +90°
 - Angle final = -90°
 - Nombre de points de mesure = 4
 - Incrément angulaire calculé = $(-90^\circ - +90^\circ) / (4 - 1) = -60^\circ$
 - Point de mesure 1 = +90°
 - Point de mesure 2 = +30°
 - Point de mesure 3 = -30°
 - Point de mesure 4 = -90°
- Exemple : angle initial = +90°, angle final = +270°
 - Angle initial = +90°
 - Angle final = +270°
 - Nombre de points de mesure = 4
 - Incrément angulaire calculé = $(270^\circ - 90^\circ) / (4 - 1) = +60^\circ$
 - Point de mesure 1 = +90°
 - Point de mesure 2 = +150°
 - Point de mesure 3 = +210°
 - Point de mesure 4 = +270°

Machines avec des axes à dentures Hirth

REMARQUE

Attention, risque de collision !

Pour le positionnement, l'axe doit sortir du crantage Hirth. La commande arrondit au besoin les positions de mesure de manière à ce qu'elles correspondent au crantage Hirth (dépend de l'angle de départ, de l'angle final et du nombre de points de mesure).

- ▶ Par conséquent, prévoir une distance d'approche suffisante pour éviter toute collision entre le palpeur et la bille étalon
- ▶ Dans le même temps, veiller à ce qu'il y ait suffisamment de place pour un positionnement à la distance d'approche (fin de course logiciel)

REMARQUE

Attention, risque de collision !

En fonction de la configuration de la machine, il se peut que la commande ne puisse pas positionner automatiquement les axes rotatifs. Dans ce cas, vous aurez besoin d'une fonction M spéciale du constructeur de la machine qui permette à la commande de déplacer les axes rotatifs. Pour cela, le constructeur de la machine doit avoir enregistré le numéro de la fonction M au paramètre machine **mStrobeRotAxPos** (n° 244803).

- ▶ Consultez la documentation du constructeur de votre machine.

i Définir une hauteur de retrait supérieure à 0 si l'option logicielle 2 n'est pas disponible.

Les positions de mesure sont calculées à partir de l'angle initial, de l'angle final et du nombre de mesures pour l'axe concerné et la denture Hirth.

Exemple de calcul des positions de mesure pour un axe A :

Angle initial **Q411** = -30

Angle final **Q412** = +90

Nombre de points de mesure **Q414** = 4

Denture Hirth = 3°

Incrément angulaire calculé = $(\mathbf{Q412} - \mathbf{Q411}) / (\mathbf{Q414} - 1)$

Incrément angulaire calculé = $(90^\circ - (-30^\circ)) / (4 - 1) = 120 / 3 = 40^\circ$

Position de mesure 1 = **Q411** + 0 * incrément angulaire =
-30° → -30°

Position de mesure 2 = **Q411** + 1 * incrément angulaire =
+10° → 9°

Position de mesure 3 = **Q411** + 2 * incrément angulaire =
+50° → 51°

Position de mesure 4 = **Q411** + 3 * incrément angulaire =
+90° → 90°

Choix du nombre de points de mesure

Pour gagner du temps, il est possible d'effectuer une optimisation grossière avec un petit nombre de points de mesure (1 - 2), par ex. lors de la mise en service.

Vous exécutez ensuite une optimisation fine avec un nombre moyen de points de mesure (valeur préconisée = 4). Un plus grand nombre de points de mesure n'apporte généralement pas de meilleurs résultats. Idéalement, il est conseillé de répartir régulièrement les points de mesure sur toute la plage d'inclinaison de l'axe.

Un axe avec une plage d'inclinaison 0-360° se mesure donc idéalement avec trois points de mesure : 90°, 180° et 270°.

Définissez alors un angle initial de 90° et un angle final de 270°.

Si vous désirez contrôler la précision correspondante, vous pouvez alors indiquer un nombre plus élevé de points de mesure en mode

Contrôler.



Si un point de mesure est défini à 0°, celui-ci est ignoré car avec 0°, l'opération suivante est toujours la mesure de référence.

Choix de la position de la bille étalon sur la table de la machine

En principe, vous pouvez fixer la bille étalon à n'importe quel endroit accessible sur la table de la machine, mais également sur les dispositifs de serrage ou les pièces. Les facteurs suivants peuvent influencer positivement le résultat de la mesure :

- machines avec plateau circulaire/plateau pivotant : brider la bille étalon aussi loin que possible du centre de rotation.
- machines présentant de longues courses de déplacement : fixer la bille étalon aussi près que possible de la future position d'usinage.

Mesure de la cinématique : précisionprécision

Les erreurs de géométrie et de positionnement de la machine influent sur les valeurs de mesure et, par conséquent, sur l'optimisation d'un axe rotatif. Une erreur résiduelle que l'on ne peut pas éliminer sera ainsi toujours présente.

S'il n'y avait pas d'erreurs de géométrie et de positionnement, on pourrait reproduire avec précision les valeurs déterminées par le cycle à n'importe quel emplacement sur la machine et à un moment précis. Plus les erreurs de géométrie et de positionnement sont importantes, et plus la dispersion des résultats est importante si vous faites les mesures à différentes positions.

La dispersion figurant dans le procès-verbal de la commande est un indicateur de précision des mouvements statiques d'inclinaison d'une machine. Concernant la précision, il faut tenir compte également du rayon du cercle de mesure, du nombre et de la position des points de mesure. La dispersion ne peut pas être calculée avec un seul point de mesure. Dans ce cas, la dispersion indiquée correspond à l'erreur dans l'espace du point de mesure.

Si plusieurs axes rotatifs se déplacent simultanément, leurs erreurs se superposent et, dans le cas le plus défavorable, elles s'additionnent.



Si votre machine est équipée d'une broche asservie, il faudra activer l'actualisation angulaire dans le tableau des palpeurs (**colonne TRACK**). En général, cela permet d'améliorer la précision des mesures réalisées avec un palpeur 3D.

Désactiver si nécessaire le blocage des axes rotatifs pendant toute la durée de la mesure, sinon les résultats de celle-ci peuvent être faussés. Consultez le manuel de votre machine.

Remarques relatives aux différentes méthodes d'étalonnage

- **Optimisation grossière lors de la mise en route après l'introduction de valeurs approximatives**
 - Nombre de points de mesure entre 1 et 2
 - Incrément angulaire des axes rotatifs : environ 90°
- **Optimisation précise sur toute la course de déplacement**
 - Nombre de points de mesure entre 3 et 6
 - L'angle initial et l'angle final doivent autant que possible couvrir une grande course de déplacement des axes rotatifs.
 - Positionnez la bille étalon sur la table de la machine de manière à obtenir un grand rayon du cercle de mesure pour les axes rotatifs de la table. Sinon, faites en sorte que l'étalonnage ait lieu à une position représentative (par exemple, au centre de la zone de déplacement) pour les axes rotatifs de la tête.
- **Optimisation d'une position spéciale de l'axe rotatif**
 - Nombre de points de mesure entre 2 et 3
 - Les mesures sont assurées autour de l'angle de l'axe rotatif où l'usinage doit être exécuté ultérieurement.
 - Positionnez la bille étalon sur la table de la machine de manière à ce que la calibration ait lieu au même endroit que l'usinage.
- **Vérifiez la précision de la machine.**
 - Nombre de points de mesure entre 4 et 8
 - L'angle initial et l'angle final doivent autant que possible couvrir une grande course de déplacement des axes rotatifs.
- **Détermination du jeu de l'axe rotatif**
 - Nombre de points de mesure entre 8 et 12
 - L'angle initial et l'angle final doivent autant que possible couvrir une grande course de déplacement des axes rotatifs.

Jeu à l'inversion

Le jeu à l'inversion est un jeu très faible entre le capteur rotatif (système de mesure angulaire) et la table, généré lors d'un changement de direction. Si les axes rotatifs ont du jeu en dehors de la chaîne d'asservissement, ils peuvent générer d'importantes erreurs lors de l'inclinaison.

Le paramètre de programmation **Q432** permet d'activer la mesure du jeu à l'inversion. Pour cela, il vous faut indiquer l'angle que la commande utilisera comme angle à franchir. Le cycle exécute deux mesures par axe rotatif. Si vous programmez 0 comme valeur angulaire, la commande ne détermine pas de jeu à l'inversion.



Le jeu à l'inversion ne peut pas être déterminé si une fonction M pour le positionnement des axes rotatifs est définie au paramètre machine optionnel **mStrobeRotAxPos** (n°204803) ou si l'axe est pourvu d'une denture Hirth.



La commande n'applique aucune compensation automatique du jeu à l'inversion.

Si le rayon du cercle de mesure est < 1 mm, la commande ne mesure plus le jeu à l'inversion. Plus le rayon du cercle de mesure est élevé, plus la commande est à même de déterminer précisément le jeu à l'inversion de l'axe rotatif (voir "Fonction journal", Page 854).

Attention lors de la programmation !



Si la valeur du paramètre machine optionnel **mStrobeRotAxPos** (n°204803) est différente de -1 la (fonction M positionne les axes rotatifs), ne démarrer une mesure que si tous les axes rotatifs sont à 0°.

A chaque procédure de palpé, la commande commence par déterminer le rayon de la bille étalon. Si le rayon de la bille déterminé diverge plus que ce que vous avez défini au paramètre machine optionnel **maxDevCalBall** (n°204802) par rapport au rayon de la bille programmé, la commande émet un message d'erreur et met fin à la mesure.



Ce cycle ne peut être exécuté qu'en mode **FUNCTION MODE MILL**.

Avant de lancer le cycle, veillez à ce que la fonction **M128** ou **FUNCTION TCPM** soit désactivée.

En mode Automatique, les cycles 453, 451 et 452 se quittent avec une 3D-ROT qui concorde avec la position des axes rotatifs.

Choisir la position de la bille étalon sur la table de la machine de manière à ce que l'opération de mesure n'engendre aucune collision.

Avant de définir le cycle, vous devez soit définir le point d'origine au centre de la bille étalon et l'activer, soit définir le paramètre de programmation **Q431** en conséquence sur 1 ou 3.

Pour l'avance de positionnement à la hauteur de palpé, la commande utilise la plus petite valeur entre le paramètre Paramètres du cycle **Q253** et la valeur **FMAX** du tableau des palpeurs. En principe, la commande exécute le mouvement des axes rotatifs avec l'avance de positionnement **Q253** et la surveillance du palpeur désactivée.

Dans la définition du cycle, la commande ignore les données des axes qui ne sont pas activés.

Pour optimiser les angles, le constructeur de la machine peut inhiber la configuration en conséquence.

Une correction au point zéro machine (**Q406=3**) ne peut alors avoir lieu que si les axes rotatifs de la tête ou de la table peuvent être mesurés.

Une compensation de l'angle n'est possible qu'avec l'option 52 **KinematicsComp**.



En mode Optimisation, si les données cinématiques calculées sont supérieures à la valeur limite autorisée (**maxModification** n°204801), la commande émet un message d'avertissement. Vous devez ensuite confirmer la mémorisation des valeurs déterminées avec **Start CN**.

Notez qu'une modification de la cinématique entraîne toujours une modification du point d'origine. Après une optimisation, redéfinir le point d'origine.

Programmation en pouces (inch) : la commande émet en principe les résultats de mesures et les données de procès-verbal en mm.

Pendant la définition du point d'origine, le rayon programmé de la bille étalon n'est surveillé que lors de la deuxième mesure. En effet, lorsque le prépositionnement de la bille étalon est imprécis et que vous procédez ensuite à une définition du point d'origine, la bille étalon est palpée deux fois.

Paramètres du cycle



- **Q406 Mode (0/1/2/3)?** : vous définissez ici si la commande doit contrôler ou optimiser la cinématique active :
0 : vérifier la cinématique active de la machine. La commande mesure la cinématique sur les axes rotatifs que vous avez définis et n'apporte aucune modification à la cinématique. La commande affiche les résultats de mesure dans un procès-verbal de mesure.
1 : optimiser la cinématique active de la machine. La commande mesure la cinématique dans les axes rotatifs que vous avez définis. Elle optimise ensuite **la position des axes rotatifs** de la cinématique active.
2 : optimiser la cinématique active. La commande mesure la cinématique sur les axes rotatifs que vous avez définis. Les **erreurs d'angle et de position** sont ensuite optimisées. Pour appliquer une correction d'erreur angulaire, vous devez être doté de l'option 52 KinematicsComp.
3 : optimiser la cinématique machine. La commande corrige ici automatiquement le point zéro machine. Les **erreurs d'angle et de position** sont ensuite optimisées. Il est nécessaire d'avoir l'option 52 KinematicsComp pour cela.
- **Q407 Rayon bille calibr. exact?** Indiquez le rayon exact de la bille étalon utilisée. Plage de programmation : 0,0001 à 99,9999
- **Q320 Distance d'approche?** (en incrémental) : distance supplémentaire entre le point de palpé et la bille de palpé. **Q320** agit en plus de **SET_UP** (tableau de palpeurs). Plage de programmation : 0 à 99999,9999sinon : **PREDEF**
- **Q408 Hauteur de retrait?** (en absolu) Plage de programmation 0,0001 à 99999,9999
0 : ne pas approche de hauteur de retrait. La commande approche la position de mesure suivante sur l'axe à mesurer. Non autorisé pour les axes Hirth ! La commande aborde la première position de mesure dans l'ordre A, B et C
>0 : hauteur de retrait dans le système de coordonnées non incliné de la pièce à laquelle la commande positionne l'axe de la broche avant de positionner l'axe rotatif. La commande positionne en plus le palpeur au point zéro dans le plan d'usinage. La surveillance du palpeur est désactivée dans ce mode. Définir la vitesse de positionnement au paramètre **Q253**
- **Q253 Avance de pré-positionnement?**
Indiquez la vitesse de déplacement de l'outil lors du positionnement en mm/min. Plage de programmation : 0,0001 à 99999,9999 sinon **FMAX, FAUTO, PREDEF**

Sauvegarder et contrôler la cinématique

4	TOOL CALL	"PALPEUR" Z
5	TCH PROBE 450	SAUVEG. CINEMATIQUE
Q410=0		;MODE
Q409=5		;DESIGNATION MEMOIRE
6	TCH PROBE 451	MESURE CINEMATIQUE
Q406=0		;MODE
Q407=12.5		;RAYON BILLE
Q320=0		;DISTANCE D'APPROCHE
Q408=0		;HAUTEUR RETRAIT
Q253=750		;AVANCE PRE-POSIT.
Q380=0		;ANGLE DE REFERENCE
Q411=-90		;ANGLE INITIAL AXE A
Q412=+90		;ANGLE FINAL AXE A
Q413=0		;ANGLE REGL. AXE A
Q414=0		;POINTS MESURE AXE A
Q415=-90		;ANGLE INITIAL AXE B
Q416=+90		;ANGLE FINAL AXE B
Q417=0		;ANGLE REGL. AXE B
Q418=2		;POINTS MESURE AXE B
Q419=-90		;ANGLE INITIAL AXE C
Q420=+90		;ANGLE FINAL AXE C
Q421=0		;ANGLE REGL. AXE C
Q422=2		;POINTS MESURE AXE C
Q423=4		;NOMBRE DE PALPAGES
Q431=0		;PRESELECTION VALEUR
Q432=0		;PLAGE ANGULAIRE JEU

- ▶ **Q380 Angle réf. axe princip.?** (en absolu)
Entrez l'angle de référence (la rotation de base) pour l'acquisition des points de mesure dans le système de coordonnées de la pièce actif. La définition d'un angle de référence peut accroître considérablement la plage de mesure d'un axe. Plage de programmation : 0 à 360,0000
- ▶ **Q411 Angle initial axe A?** (en absolu) : angle de départ dans l'axe A auquel la première mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q412 Angle final axe A?** (en absolu) : angle final dans l'axe A, auquel la dernière mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q413 Angle réglage axe A?** : angle d'inclinaison de l'axe A auquel les autres axes rotatifs doivent être mesurés. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q414 Nb pts de mesure en A (0...12)?** : nombre d'opérations de palpage que la commande doit effectuer pour mesurer l'axe A. Si vous programmez la valeur 0, la commande ne mesure pas cet axe. Plage de programmation : 0 à 12
- ▶ **Q415 Angle initial axe B?** (en absolu) : angle de départ dans l'axe B auquel la première mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q416 Angle final axe B?** (en absolu) : angle final dans l'axe B, auquel la dernière mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q417 Angle réglage axe B?** : angle d'inclinaison de l'axe B auquel les autres axes rotatifs doivent être mesurés. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q418 Nb pts de mesure en B (0...12)?** : nombre d'opérations de palpage que la commande doit exécuter pour mesurer l'axe B. Si vous programmez la valeur 0, la commande ne mesure pas cet axe. Plage de programmation : 0 à 12
- ▶ **Q419 Angle initial axe C?** (en absolu) : angle de départ dans l'axe C auquel la première mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q420 Angle final axe C?** (en absolu) : angle final dans l'axe C, auquel la dernière mesure doit avoir lieu. Plage de programmation : -359,999 à 359,999
- ▶ **Q421 Angle réglage axe C?** : angle d'inclinaison de l'axe C auquel les autres axes rotatifs doivent être mesurés. Plage de programmation : -359,999 à 359,999

- ▶ **Q422 Nb pts de mesure en C (0...12)?** : nombre d'opérations de palpage que la commande doit exécuter pour mesurer l'axe C. Plage de programmation : 0 à 12. Si vous programmez la valeur 0, la commande ne mesure pas cet axe
- ▶ **Q423 Nombre de palpages?** Vous définissez ici le nombre de palpages que la commande doit exécuter pour mesurer la bille étalon dans le plan. Plage de programmation : 3 à 8. Moins les points de mesure sont nombreux, plus la vitesse est élevée ; plus les points sont nombreux, plus la précision de mesure est grande.
- ▶ **Q431 Présélection valeur (0/1/2/3)?** Vous définissez ici si la commande doit ou non définir automatiquement le point d'origine actif au centre de la bille :
 - 0** : ne pas définir le point d'origine automatiquement au centre de la bille : définir le point d'origine manuellement avant de lancer le cycle
 - 1** : définir automatiquement le point d'origine au centre de la bille avant l'étalonnage (le point d'origine actif est écrasé) : prépositionner manuellement le palpeur au-dessus de la bille étalon avant de lancer le cycle
 - 2** : définir automatiquement le point d'origine au centre de la bille après l'étalonnage (le point d'origine actif est écrasé) : définir manuellement le point d'origine avant de lancer le cycle
 - 3** : définir le point d'origine au centre de la bille avant et après la mesure (le point d'origine actif est écrasé) : prépositionner manuellement le palpeur au-dessus de la bille étalon avant de lancer le cycle
- ▶ **Q432 Plage angul. comp.jeu inversion?** : vous définissez ici la valeur de dépassement angulaire qui doit être utilisée pour mesurer le jeu à l'inversion de l'axe rotatif. L'angle de dépassement doit être nettement supérieur au jeu réel des axes rotatifs. Si vous programmez la valeur 0, la commande ne mesure pas le jeu. Plage de programmation : -3.0000 à +3.0000



Si vous avez activé l'initialisation du point d'origine avant l'étalonnage (**Q431** = 1/3), vous déplacez alors le palpeur à proximité du centre, à la distance d'approche (**Q320** + SET_UP), au-dessus de la bille étalon avant de démarrer le cycle.

Différents modes (Q406)

Mode contrôler Q406 = 0

- La commande mesure les axes rotatifs dans les positions définies et détermine la précision statique de la transformation d'orientation.
- La commande journalise les résultats d'une éventuelle optimisation des positions mais ne procède à aucune adaptation

Optimiser le mode Position des axes rotatifs Q406 = 1

- La commande mesure les axes rotatifs dans les positions définies et détermine la précision statique de la transformation d'orientation.
- La commande essaie de modifier la position de l'axe rotatif dans le modèle cinématique pour obtenir une meilleure précision.
- Les données de la machine sont adaptées automatiquement

Mode optimiser position et angle Q406 = 2

- La commande mesure les axes rotatifs dans les positions définies et détermine la précision statique de la transformation d'orientation.
- Dans un premier temps, la commande tente d'optimiser la position angulaire de l'axe rotatif par une compensation (option 52 KinematicsComp).
- Après l'optimisation angulaire, la TNC procède à une optimisation de la position. Pour cela, aucune mesure supplémentaire n'est requise : l'optimisation de la position est automatiquement calculée par la commande.

Optimisation des positions des axes rotatifs après initialisation automatique du point d'origine et mesure du jeu de l'axe rotatif

1	TOOL CALL	"PALPEUR" Z
2	TCH PROBE 451	MESURE CINEMATIQUE
Q406=1		;MODE
Q407=12.5		;RAYON BILLE
Q320=0		;DISTANCE D'APPROCHE
Q408=0		;HAUTEUR RETRAIT
Q253=750		;AVANCE PRE-POSIT.
Q380=0		;ANGLE DE REFERENCE
Q411=-90		;ANGLE INITIAL AXE A
Q412=+90		;ANGLE FINAL AXE A
Q413=0		;ANGLE REGL. AXE A
Q414=0		;POINTS MESURE AXE A
Q415=-90		;ANGLE INITIAL AXE B
Q416=+90		;ANGLE FINAL AXE B
Q417=0		;ANGLE REGL. AXE B
Q418=4		;POINTS MESURE AXE B
Q419=+90		;ANGLE INITIAL AXE C
Q420=+270		;ANGLE FINAL AXE C
Q421=0		;ANGLE REGL. AXE C
Q422=3		;POINTS MESURE AXE C
Q423=3		;NOMBRE DE PALPAGES
Q431=1		;PRESELECTION VALEUR
Q432=0.5		;PLAGE ANGULAIRE JEU

Fonction journal

Après avoir exécuté le cycle 451, la commande génère un procès-verbal (**TCHPR451.html**) et mémorise le fichier journal dans le même répertoire que celui qui contient le programme CN associé. Le procès-verbal contient les données suivantes :

- Date et heure auxquelles le procès-verbal a été établi
- Chemin d'accès au programme CN à partir duquel le cycle a été exécuté
- Mode utilisé (0=contrôler/1=optimiser position/2=optimiser pos +angle)
- Numéro de la cinématique courante
- Rayon de la bille étalon introduit
- Pour chaque axe rotatif mesuré :
 - Angle initial
 - Angle final
 - Angle de réglage
 - Nombre de points de mesure
 - Dispersion (écart standard)
 - Erreur maximale
 - Erreur angulaire
 - Jeu moyen
 - Erreur moyenne de positionnement
 - Rayon du cercle de mesure
 - Valeurs de correction sur tous les axes (décalage de point d'origine)
 - Position des axes rotatifs qui ont été contrôlés avant l'optimisation (se réfère au début de la chaîne cinématique de transformation, généralement sur le nez de la broche)
 - Position des axes rotatifs qui ont été contrôlés après l'optimisation (se réfère au début de la chaîne cinématique de transformation, généralement sur le nez de la broche)