

Table des matières

Utilisation du mode maître/esclave.....	1
Utilisation du mode maître/esclave : Introduction	1
Configuration d'une MMT à bras multiples.....	2
Étape 1: installez PC-DMIS sur tous les ordinateurs.....	2
Étape 2 : identifiez le système Bras1	2
Étape 3: Faites correspondre les axes de la MMT avec chaque bras.....	3
Étape 4: Configurez l'orientation du montage du positionneur de palpeur	4
Étape 5 : définissez la connexion maître/esclave.....	4
Étape 6 : connectez les ordinateurs	8
Étape 7: Passez en mode maître/esclave	8
Étape 8 : calibrez le système maître/esclave	9
Étape 9 : calibrez les fichiers de palpeur maître/esclave	18
Étape 10 : Définissez l'origine maître/esclave.....	20
Création d'une routine de mesure à l'aide du mode plusieurs bras	22
Affectation d'une commande à un bras	22
Exécution de la routine de mesure à bras multiple.....	24
Définition de points de départ pour les bras maître/esclave.....	24
Mise en attente d'un bras pour empêcher une collision	26
Utilisation de la compensation de température avec le calibrage maître/esclave ..	27
Exécution de la routine de mesure du Bras1 sur le Bras2	28
Ajout d'une icône exécutant PC-DMIS en mode axes inversés	29
Boîtes de dialogue et de message en Mode Bras multiples	29

Exemple de bras doubles avec calibrage de poignets	31
Étape 1 : Définir les infos de connexion et configurer les angles	32
Étape 2 : Sauvegarder et supprimer des fichiers	37
Étape 3 : Créer une relation de base entre les bras.....	38
Étape 4 : Lancer un calibrage plus précis	43
Étape 5 : Effectuer un calibrage CND	45
Étape 6 : Mapper les poignets sur le bras 1 avec SPHERE1	47
Étape 7 : Mapper les poignets sur le bras 2 avec SPHERE2.....	49
Étape 8 : Mapper l'origine entre les bras.....	50
Étape 9 : Effectuer une mesure Test.....	52
Étape 10 : Mapper les autres extensions	53
Étape 11 : Calibrer les changeurs de palpeur	55
Étape 12 : Configurer des fichiers de routine pour une utilisation automatique	56
Étape 13 : Ajouter des commandes à AUTO_MAPS.PRG	57
Étape 14 : Ajouter des commandes à AUTO_UPDATE.PRG	62

Utilisation du mode maître/esclave

Utilisation du mode maître/esclave : Introduction

Le mode maître/esclave a été conçu pour contrôler des MMT dotées de plusieurs bras. Il est disponible comme module complémentaire. Actuellement, cette version prend uniquement en charge un mode maître/esclave de deux bras. Les deux bras doivent être connectés à des ordinateurs distincts exécutant une version de PC-DMIS et la licence PC-DMIS correcte sur chaque. Ces bras partageront un alignement commun.

Les versions ultérieures de PC-DMIS vous permettent de contrôler jusqu'à quatre bras à partir d'une version de PC-DMIS, grâce à la combinaison d'un à quatre ordinateurs.

Bien que le processus de mesure soit comparable à celui des unités à un bras, lorsqu'un système à plusieurs bras est utilisé, il faut que PC-DMIS puisse distinguer le bras prenant la mesure. Les rubriques de ce chapitre expliquent comment procéder.

Les rubriques principales de ce chapitre décrivent la configuration d'une MMT à bras multiples, la création de routines de mesure pour plusieurs bras et le partage de la routine de mesure avec les bras participant. Ces rubriques sont :

- Configuration d'une MMT à bras multiples
- Création d'une Routine de mesure à l'aide du mode plusieurs bras
- Exécution de la routine de mesure duBras1 sur le Bras2
- Boîtes de dialogue et de message en Mode Bras multiples
- Exemple de bras doubles avec calibrage de poignets



Pour que cette option soit exécutée, PC-DMIS doit être installé au préalable sur tous les systèmes.

Par ailleurs, la valeur **World Axis** dans votre licence PC-DMIS sur chaque machine doit être configurée de façon appropriée pour permettre le fonctionnement en mode maître/esclave, comme suit :

- Le réglage de la licence PC-DMIS de l'ordinateur principal doit indiquer combien de bras secondaires l'ordinateur principal dirige. Ainsi, un tel ordinateur dirigeant trois bras secondaires doit spécifier la valeur 3.
- La licence LMS de chaque ordinateur secondaire doit être correctement configurée, ou le verrouillage de port doit avoir la valeur 1.

Configuration d'une MMT à bras multiples

Pour configurer une MMT à bras multiples, suivez ces procédures :

Étape 1: installez PC-DMIS sur tous les ordinateurs

La première étape nécessaire pour que cette option soit accessible consiste à installer PC-DMIS sur tous les ordinateurs qui contrôleront les bras maître et esclave. (Voir la documentation relative aux procédures d'installation du logiciel si nécessaire.)

L'option Maître/esclave doit être programmée dans tous les verrouillages de port. Cette option doit être disponible sur tous les ordinateurs.

Étape 2 : identifiez le système Bras1

Identifiez le système Bras1. Le plus souvent, le contrôleur de bras peut être utilisé. Toutefois, si le système maître/esclave possède une table tournante, le système Bras1 doit être le contrôleur gérant cette table.

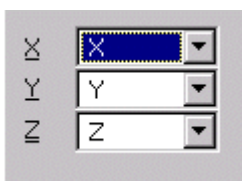
Donnez un nom aux bras participants. En règle générale, ils sont appelés « BRAS1 » et « BRAS2 ».

Étape 3: Faites correspondre les axes de la MMT avec chaque bras

Les axes de la MMT de chaque bras doivent correspondre. En d'autres termes, les axes des x, y et z positifs de tous les bras doivent avoir la même direction.

Pour changer les affectations et directions des axes, procédez comme ceci :

1. Vérifiez que vous exécutez PC-DMIS en mode en ligne.
2. Sur l'ordinateur esclave, sélectionnez **Modifier | Préférences | Configurer interface MMT**. La boîte de dialogue **Options MMT** s'ouvre.
3. Sélectionnez l'onglet **Axes** . Les zones de combinaison des axes X, Y et Z s'affichent.



4. Utilisez les listes **X**, **Y** ou **Z** pour réaffecter les axes de l'interface MMT connectée de manière à ce qu'ils correspondent aux axes du bras maître. En général, seuls les axes X et Y doivent être modifiés.
5. Cliquez sur **Appliquer** pour conserver les modifications.
6. Lorsque la boîte de dialogue se ferme, quittez PC-DMIS.
7. Redémarrez PC-DMIS et vérifiez que les modifications sont correctes en déplaçant les axes des deux bras dans les mêmes directions. Assurez-vous que l'incrément des compteurs d'axes s'effectue en conséquence.

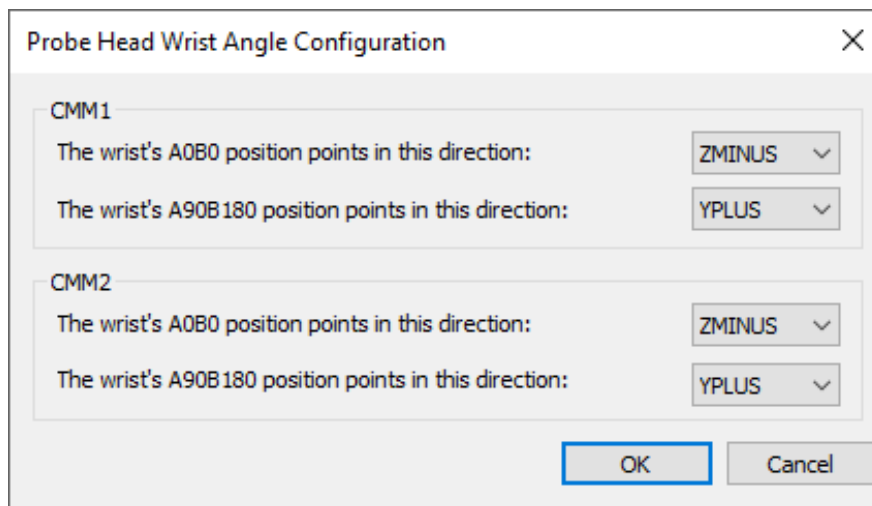


Les valeurs numériques des compteurs ne correspondent pas tant que vous n'effectuez pas le calibrage à bras multiple.

Étape 4: Configurez l'orientation du montage du positionneur de palpeur

Une fois que PC-DMIS est chargé sur tous les systèmes et que les axes correspondent pour les deux bras, configurez l'orientation du positionneur de palpeur :

1. Ouvrez la boîte de dialogue **Options de configuration** en sélectionnant **Modifier | Préférences | Configuration**).
2. Cliquez sur l'onglet **Pièce/MMT**.
3. Cliquez sur le bouton **Orientation du positionneur de palpeur**. La boîte de dialogue **Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur** s'affiche.



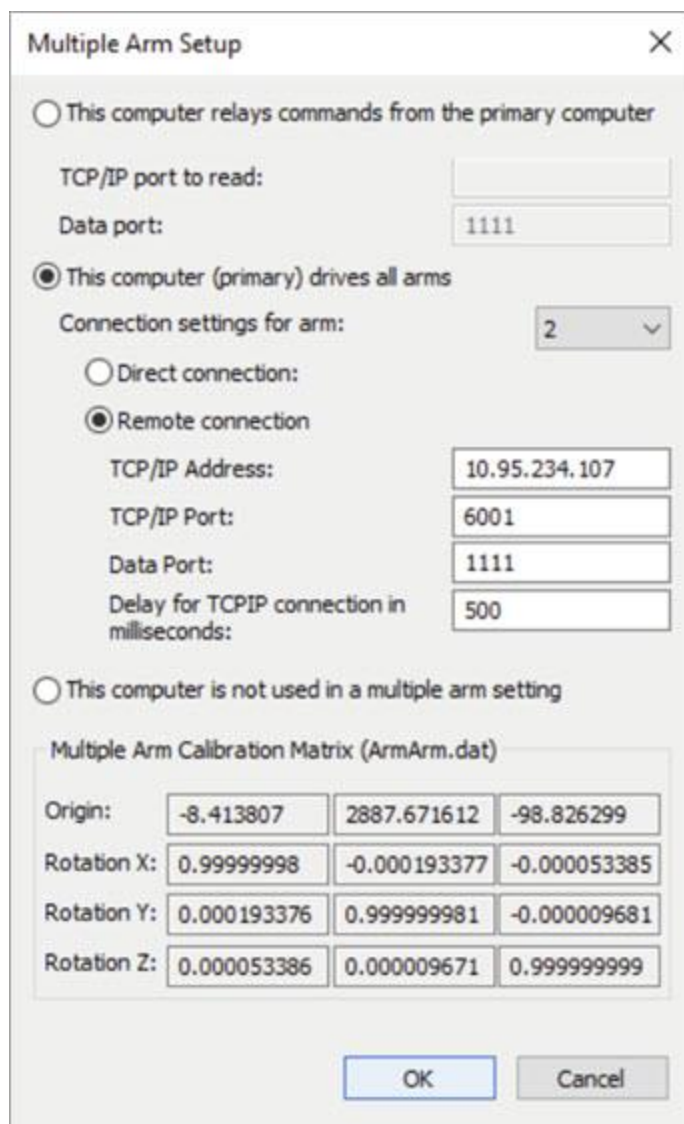
Boîte de dialogue Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur

4. Changez l'orientation comme requis pour chaque bras de la MMT.

Étape 5 : définissez la connexion maître/esclave

L'étape suivante consiste à configurer le mode maître/esclave pour l'ordinateur actuel. Sélectionnez **Modifier | Préférences | Configurer maître/esclave**. Cette option de menu fait apparaître la boîte de dialogue **Configurer maître/esclave**.

Utilisation du mode maître/esclave



The dialog box is titled "Multiple Arm Setup" and contains three radio button options at the top. The first option is "This computer relays commands from the primary computer", which is unselected. Below it are two text input fields: "TCP/IP port to read:" (empty) and "Data port:" (containing "1111"). The second option is "This computer (primary) drives all arms", which is selected. Below it is a dropdown menu for "Connection settings for arm:" showing the value "2". Under this dropdown are two radio button options: "Direct connection:" (unselected) and "Remote connection" (selected). Below "Remote connection" are four text input fields: "TCP/IP Address:" (containing "10.95.234.107"), "TCP/IP Port:" (containing "6001"), "Data Port:" (containing "1111"), and "Delay for TCP/IP connection in milliseconds:" (containing "500"). The third option is "This computer is not used in a multiple arm setting", which is unselected. Below it is a section titled "Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)" containing a table of values for Origin, Rotation X, Rotation Y, and Rotation Z. At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)			
Origin:	-8.413807	2887.671612	-98.826299
Rotation X:	0.99999998	-0.000193377	-0.000053385
Rotation Y:	0.000193376	0.999999981	-0.000009681
Rotation Z:	0.000053386	0.000009671	0.999999999

Boîte de dialogue Configuration bras multiples

Utilisez cette boîte de dialogue pour savoir si l'ordinateur est maître et s'il envoie des commandes aux bras esclaves, ou si, au contraire, il est esclave et reçoit des commandes de l'ordinateur maître.

Une fois les changements effectués dans cette boîte de dialogue et après avoir cliqué sur **OK**, PC-DMIS affiche un message d'avertissement indiquant que vous devez redémarrer PC-DMIS pour que les modifications soient effectives.

Cet ordinateur relaie des commandes depuis l'ordinateur primaire.



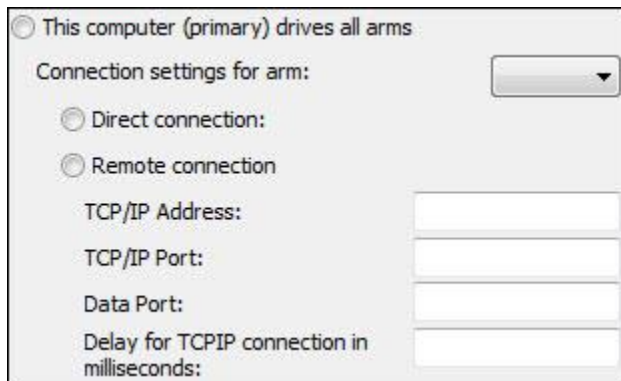
☒ This computer relays commands from the primary computer:

TCP/IP port to read:

Data port:

L'option **Cet ordinateur relaie des commandes depuis l'ordinateur primaire** de la boîte de dialogue **Configuration maître/esclave (Modifier | Préférences | Configuration maître/esclave)** permet à l'ordinateur d'être utilisé avec un bras non primaire (bras 2 ou supérieur). Dans ce cas, il reçoit des commandes de l'ordinateur principal. Vous pouvez choisir de vous connecter à l'ordinateur principal en définissant le port TCP/IP et le port de données corrects.

Cet ordinateur (primaire) gère tous les bras.



☒ This computer (primary) drives all arms

Connection settings for arm:

☐ Direct connection:

☐ Remote connection

TCP/IP Address:

TCP/IP Port:

Data Port:

Delay for TCP/IP connection in milliseconds:

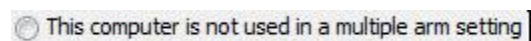
L'option **Cet ordinateur (primaire) gère tous les bras** de la boîte de dialogue **Configuration maître/esclave (Modifier | Préférences | Configuration maître/esclave)** permet à l'ordinateur d'être l'ordinateur principal gérant tous les bras. Vous pouvez connecter l'ordinateur aux autres bras via une connexion directe ou distante.

Si vous choisissez l'option **Connexion distante**, vous devez remplir les champs disponibles pour établir la connexion :

1. Sélectionnez le bras dans la liste **Paramètres de connexion pour bras**.
2. Entrez l'adresse IP dans la zone **Adresse TCP/IP**.
3. Entrez le numéro de port de l'adresse IP dans la zone **Port TPC/IP**.
4. Entrez le numéro de port des données dans le champ **Port des données**.

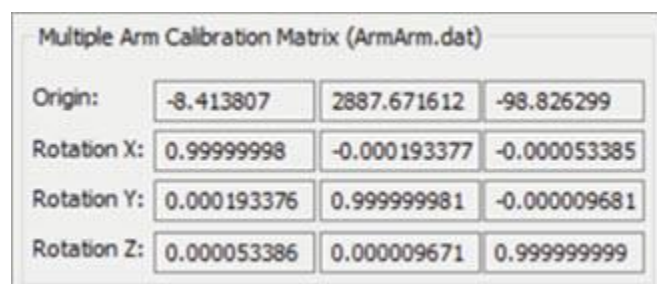
- Indiquez le délai de connexion TCP/IP dans la zone **Délai de connexion TCPIP en millisecondes**. Cette valeur correspond au nombre de millisecondes que PC-DMIS attend avant de tenter d'établir une connexion TCP/IP au bras actuel à partir de l'ordinateur en cours.

Cet ordinateur n'est pas utilisé dans un réglage maître/esclave



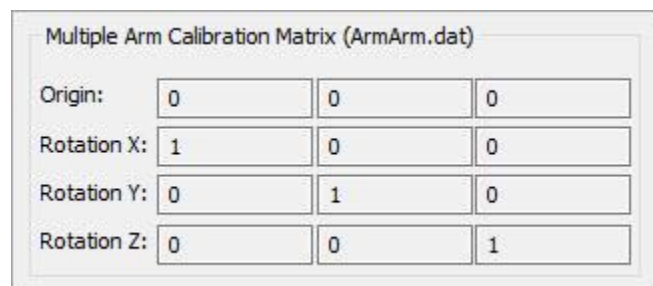
Si l'ordinateur n'est pas utilisé dans une configuration maître-esclave, sélectionnez l'option **Cet ordinateur n'est pas utilisé dans une configuration maître/esclave** dans la boîte de dialogue **Configuration maître/esclave (Modifier | Préférences | Configuration maître/esclave)**.

Matrice de calibrage maître/esclave (ArmArm.dat)



Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)			
Origin:	-8.413807	2887.671612	-98.826299
Rotation X:	0.99999998	-0.000193377	-0.000053385
Rotation Y:	0.000193376	0.999999981	-0.000009681
Rotation Z:	0.000053386	0.000009671	0.999999999

Cette zone montre les données de calibrage issues du fichier ArmArm.dat que PC-DMIS crée à partir d'un calibrage à plusieurs bras. Si PC-DMIS ne trouve pas de fichier ArmArm.dat, PC-DMIS renseigne cette zone avec la matrice d'identité :



Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)			
Origin:	0	0	0
Rotation X:	1	0	0
Rotation Y:	0	1	0
Rotation Z:	0	0	1

Chaque fois que vous exécutez une routine de calibrage à plusieurs bras, PC-DMIS met à jour le fichier ArmArm.dat avec les nouvelles valeurs de calibrage et renseigne la matrice avec les nouvelles données de calibrage.

Étape 6 : connectez les ordinateurs

Vous devez à présent connecter les ordinateurs pour qu'ils communiquent entre eux. Pour cela, vous pouvez utiliser un câble de liaison directe ou, si les ordinateurs sont reliés à un réseau, utiliser ce dernier pour établir une communication entre eux. La rubrique « Étape 5 : configuration de la connexion maître/esclave » permet de configurer ces paramètres de communication.

Une fois les ordinateurs connectés :

1. Lancez PC-DMIS sur les systèmes esclaves et ultérieurs. Ne créez *pas* une nouvelle routine de mesure ou n'activez pas une routine de mesure. Ces systèmes sont maintenant prêts.
2. Lancez PC-DMIS sur le système du bras1 (principal). Créez une routine de mesure (ou activez-en une déjà disponible). Si vous créez une routine de mesure, PC-DMIS ouvre automatiquement la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur)**.
3. Sélectionnez ou créez un fichier de palpeur décrivant un palpeur sur le bras maître. N'oubliez pas d'ajouter un angle AB pour le contact que vous envisagez d'utiliser pour calibrer la relation entre les deux bras. *Ne calibrez pas le palpeur à ce stade.*

Étape 7: Passez en mode maître/esclave

Après avoir configuré les ordinateurs et ouvert une routine de mesure, l'option de menu **Opération | Passer en mode maître/esclave** devient disponible sur l'ordinateur pilotant le bras maître (principal). Sélectionnez cette option.

PC-DMIS affiche alors une marque à gauche de l'option **Opération | Passer en mode maître/esclave**. PC-DMIS affiche également la barre d'outils **Bras actifs**.

Lorsque PC-DMIS passe en mode maître/esclave, il tente d'établir une liaison entre les différents systèmes. Ce lien coordonne les activités de tous les bras.

Dépannage

Si PC-DMIS ne peut pas établir de liaison entre les ordinateurs une fois en mode maître/esclave, vous obtenez un message d'erreur qui signale le bras ne répondant pas. Les causes possibles de ce problème de communication sont les suivantes :

Utilisation du mode maître/esclave

- PC-DMIS n'est pas actif sur l'un des ordinateurs.
- Une routine de mesure en ligne est active sur un bras esclave ou un ordinateur supérieur.
- Les connexions par câble (ou autres connexions réseau) entre les ordinateurs ne fonctionnent pas.
- Les réglages entrés dans la boîte de dialogue **Configurer maître/esclave** (**Modifier** | **Préférences** | **Configuration maître/esclave**) sont incorrects.

Une fois le lien établi entre les différents ordinateurs, la relation entre les bras peut être calibrée.



Si vous quittez la routine de mesure active, PC-DMIS n'est plus en mode maître/esclave.

Étape 8 : calibrez le système maître/esclave

Cette étape vous guide pour le calibrage du système maître/esclave.

Avant le calibrage et une fois PC-DMIS lancé sur les systèmes, vous devez définir les palpeurs qui seront utilisés dans le processus de mesure. PC-DMIS utilise les données théoriques des palpeurs pour calibrer le système maître/esclave.



Ne procédez pas maintenant au calibrage des palpeurs. Vérifiez seulement qu'ils sont correctement définis et que vous ajoutez un angle AB pour le contact devant servir à calibrer le système maître/esclave.

Dans la routine de mesure, doivent figurer les commandes [CHARGPALPEUR](#), une pour chaque bras.



Si vous avez tenté un calibrage maître/esclave auparavant, PC-DMIS a créé des fichiers *armtoarm.dat*. Il les stocke dans le dossier d'installation du logiciel sur les ordinateurs maître et esclave. Vous devez supprimer ou renommer ces fichiers avant de poursuivre, afin que les données du calibrage antérieur n'affectent pas le processus de calibrage en cours.

Suivez ces procédures de calibrage :

Partie 1 de la procédure de calibrage

Multiple Arm Calibration

First arm: CMM1 Second arm: CMM2

Prehit/retract: 6 ☐ Manual calibration

Move speed (mm/sec): 144 ☒ DCC calibration

Touch speed (mm/sec): 6

Type of operation

☐ Orientation and origin

☒ Origin only

Calibration Mode

☒ Both arms measure tool

☐ First arm holds tool and second arm measures

☐ Second arm holds tool and first arm measures

First arm probe: ARM1P1 Second arm probe: ARM2P1 Number of spheres to measure: 1

First arm tip: T1A0B0 Second arm tip: T1A0B0 Edit Positions...

List of available tools:

+Z SPHERE 0,0,1 24.992 0

Calibrate

Add Tool... Delete Tool Edit Tool... Cancel

Boîte de dialogue Calibrage maître/esclave

1. Sélectionnez l'option de menu **Opération | Calibrer/Modifier | Mode maître/esclave** (uniquement disponible en mode en ligne). Ceci ouvre la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave**.
2. Vérifiez que les contacts et les fichiers de palpeur corrects sont sélectionnés dans les listes de bras de la boîte de dialogue.
3. Assurez-vous que l'outil de calibrage que vous utilisez est disponible dans la **liste Outils disponibles**. L'outil vous sera seulement nécessaire si vous avez sélectionné l'option **Les deux bras mesurent l'outil**.
4. Définissez les valeurs **Prépalpage / Recul**, **Vitesse de déplacement** et **Vitesse d'entrée en contact**, comme vous le souhaitez. Pendant le calibrage, ces valeurs remplacent les mêmes valeurs indiquées dans la boîte de dialogue **Mesure du palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur | Mesurer)**. De plus, elles servent aux deux bras pour veiller à ce qu'elles opèrent à l'aide des même conditions pendant le calibrage :

- **Prépalpage / Recul** - définit une distance à partir de la pièce ou de l'outil de calibrage. La vitesse de PC-DMIS diminue jusqu'à la **vitesse d'entrée en contact** quand il se trouve dans cette distance. Il reste à la **vitesse d'entrée en contact** tant que le palpement n'est pas effectué et que la distance n'est pas atteinte à nouveau. A ce stade, PC-DMIS revient à la **vitesse de déplacement** définie.
- **Vitesse de déplacement** - Définit la vitesse de PC-DMIS pour déplacer le palpeur afin qu'il prenne des palpements pendant le calibrage du bras maître/esclave.
- **Vitesse d'entrée en contact** - Définit la vitesse de PC-DMIS pour prendre des palpements pendant le calibrage du bras maître/esclave.



En fonction de l'état de la case à cocher **Affichage de vitesses absolues** dans l'onglet **Pièce/Machine**, de la boîte de dialogue **Options de configuration (Modifier | Préférences | Configuration)**, les zones ci-dessus **Vitesse de déplacement** et **Vitesse d'entrée en contact** peuvent accepter une vitesse absolue (mm/sec) ou un pourcentage de la vitesse supérieure définie de la machine.

5. Choisissez ce que vous voulez calibrer en sélectionnant l'option **Orientation et origine** ou **Origine seulement**.
- L'option **Orientation et origine** permet de créer une transformation 3D entre les deux bras afin de compenser tout défaut d'équerrage entre ces derniers. Vous devez effectuer cette opération *au moins une fois* (en règle générale, elle a lieu régulièrement, plusieurs fois par an).
 - L'option **Origine seulement** ne corrige que l'origine entre les deux bras. Vous devez effectuer ce type de calibrage plus fréquemment, en vous basant sur les procédures de calibrage du palpeur. Lors du calibrage du palpeur, PC-DMIS vous demande si vous avez déplacé votre outil. Si vous indiquez à PC-DMIS que vous n'avez pas déplacé l'outil, vous n'êtes pas obligé d'ajuster votre bras par rapport à l'origine. Si vous répondez que vous avez déplacé l'outil, vous devez, après avoir calibré les contacts du palpeur, revenir à cette boîte de dialogue et choisir le type **Origine seulement** de calibrage bras à bras.



Avec **Origine seulement**, n'oubliez pas d'utiliser les contacts calibrés.

6. Choisissez comment effectuer le calibrage en sélectionnant **Calibrage manuel** ou **Calibrage CND**.

- Si vous choisissez l'option **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous demande de mesurer chaque position de sphère à l'aide de la manette de la MMT. Une fois le premier palpé effectué dans la partie supérieure de la sphère, PC-DMIS prend le reste des palpés en mode CND.
- Si vous avez sélectionné l'option **Calibrage CND**, il vous est demandé d'indiquer les positions de la sphère. Une fois que c'est fait, l'ordinateur accomplit le contrôle du déplacement de calibrage.

Cliquez sur le bouton **Modifier positions** pour changer l'emplacement de chaque position de la sphère en entrant les coordonnées X, Y et Z. Il peut être utile de lire la position du bras actif pour insérer ces trois valeurs. Le fait de cliquer sur le bouton **Terminé** de la manette peut lire la position actuelle du bras.



Vous devez d'abord effectuer au moins un calibrage bras à bras de l'origine en mode manuel pour établir les relations de base entre les deux bras. Au terme du calibrage bras à bras, PC-DMIS génère un fichier *armarm.results* stocké dans le répertoire défini par l'option de menu **Définir le parcours de recherche** (voir la rubrique « Spécification des parcours de recherche » au chapitre « Définition des préférences ». Ce fichier texte peut être consulté dans n'importe quel éditeur de texte. Il montre l'avantage des sphères au terme de l'ajustement initial. Notamment, il présente « l'erreur d'ajustement ». Ces informations peuvent servir à montrer la précision d'ensemble du calibrage.

7. Entrez un nombre dans la zone **Nombre de sphères à mesurer**. Cette valeur détermine le nombre de sphères que PC-DMIS mesure pour chaque bras. Si vous saisissez un nombre de sphères supérieur à 1, PC-DMIS calcule la moyenne des mesures pour créer l'origine.
- Si vous utilisez l'option **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous demande de mesurer manuellement ces positions.
 - Si vous utilisez l'option **Calibrage CND**, PC-DMIS dirige automatiquement chaque bras pour mesurer ces positions. Le nombre minimum de sphères est trois.



Vérifiez que les sphères ne se trouvent pas dans la même position. Sinon, le calibrage donnera des résultats incorrects.

8. À l'aide des options disponibles ci-dessous, déterminez comme PC-DMIS se sert des bras pour mesurer les outils.

Les deux bras mesurent l'outil

- Si vous choisissez cette option et utilisez **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous demande de mesurer chaque position de sphère à l'aide des deux bras.
- Si vous choisissez cette option et utilisez **Calibrage CND**, PC-DMIS dirige les deux bras pour mesurer une sphère à chaque position définie dans la boîte de dialogue **Modifier les positions de calibrage**. Veillez à disposer du nombre de positions de sphères souhaité sur la MMT, sachant que vous n'avez pas assez de temps pour déplacer la sphère entre chaque mesure.

Le premier bras gère l'outil et le second bras mesure

- Si vous sélectionnez cette option et utilisez **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous invite à déplacer le Bras 1 jusqu'à chaque position, puis à mesurer l'outil sphérique avec le Bras 2.
- Si vous sélectionnez cette option et utilisez **Calibrage CND**, PC-DMIS déplace le Bras 1 à chaque position de calibrage, puis dirige le Bras 2 pour mesurer la sphère à cette position. Cette option nécessite le montage d'une sphère spéciale à l'extrémité du bras.

Le second bras tient l'outil et le premier bras mesure

- Si vous sélectionnez cette option alors que vous utilisez, **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous invite à déplacer le Bras 2 jusqu'à chaque position, puis à mesurer l'outil sphérique avec le Bras 1.
- Si vous sélectionnez cette option alors que vous utilisez **Calibrage CND**, PC-DMIS déplace le Bras 2 à chaque position de calibrage, puis dirige le Bras 1 pour mesurer la sphère à cette position. Cette option nécessite le montage d'une sphère spéciale à l'extrémité du bras.

9. Cliquez une fois sur **Calibrer** lorsque ce bouton devient disponible. Il reste indisponible tant que vous n'avez pas sélectionné tous les paramètres de calibrage.

Si vous sélectionnez **Les deux bras mesurent l'outil**, vous devez indiquer les éléments suivants avant que le bouton **Calibrer** soit disponible :

- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 1
- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 2
- Un outil valide figurant dans la liste Outils disponibles.

Si vous sélectionnez **Le premier bras gère l'outil et le second bras mesure**, vous devez indiquer les éléments suivants avant que le bouton **Calibrer** soit disponible :

- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 1
- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 2
- Le type de contact du bras 1 doit être FIXEDBALL, comme indiqué dans probe.dat.

Si vous sélectionnez **Le second bras gère l'outil et le premier bras mesure**, vous devez indiquer les éléments suivants avant que le bouton **Calibrer** soit disponible :

- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 1
- Un nom de fichier de palpeur et un angle de contact valides pour le bras 2
- Le type de contact du bras 2 doit être de type FIXEDBALL, comme indiqué dans probe.dat.

10. Après avoir cliqué sur ce bouton, PC-DMIS commence le calibrage demandé.

Ceci génère un alignement entre le Bras 1 et le Bras 2, par mise à niveau, rotation et définition de l'origine.

- Si vous sélectionnez l'option **Calibrage manuel**, commencez par relever un point dans la partie supérieure de l'outil. PC-DMIS mesure automatiquement le reste des points. Une fois que vous avez mesuré l'outil dans la position actuelle, PC-DMIS vous demande de le déplacer vers une autre partie de la table.
- Si vous sélectionnez l'option **Calibrage CND**, PC-DMIS mesure chacune des positions de la sphère de calibrage. Veillez à ce que les emplacements de l'outil sur la table ne soient *pas* co-colinéaires (en ligne). Éloignez-les autant que possible les uns des autres, tout en plaçant au moins l'une des positions en haut de l'axe Z.



Une autre façon de procéder au calibrage des machines CND consiste à effectuer un calibrage manuel **Origine seulement**, suivi d'un calibrage CND **Orientation et origine**. Cette méthode est utile sur les machines de plus grande taille où il est raisonnable de supposer que les axes X et Z sont relativement parallèles. Ceci est ensuite suivi d'un calibrage du palpeur, puis d'un calibrage **Origine seulement** tel que décrit dans ce chapitre.

Partie 2 de la procédure de calibrage

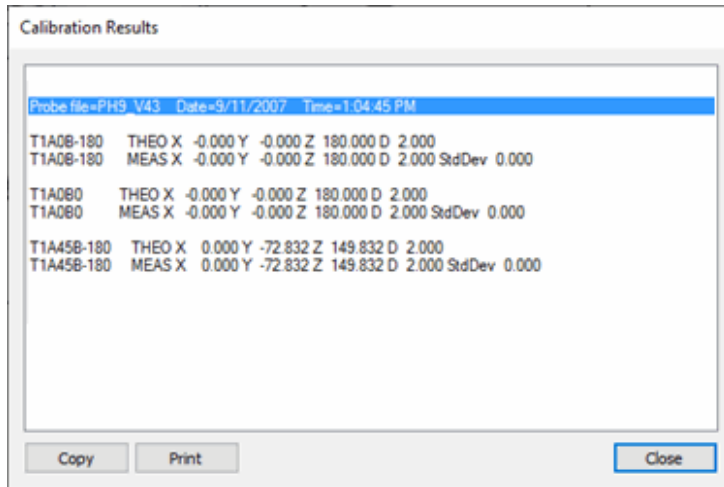
Une fois le calibrage effectué comme décrit dans la partie 1, vous devez calibrer les fichiers de palpeur Bras 1 et Bras 2 sur le même outil de calibrage. Cette opération réinitialise le rapport d'origine entre les deux contacts. Elle ne modifie pas le niveau ou la rotation de l'alignement, mais seulement l'origine. Si vous utilisez un poignet PHS, vous devez effectuer un calibrage de poignet avec les deux bras sur l'outil commun.

Suivez la procédure suivante :

1. Cliquez sur le bouton **Bras 1 actif** dans la barre d'outils **Bras actifs (Afficher | Barres d'outils | Bras actifs)**. La plupart des utilisateurs affectent ce bouton à l'ordinateur maître.
2. Ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur)**.
3. Si PC-DMIS vous demande si vous désirez charger un nouveau fichier de palpeur, cliquez sur **Non**.
4. Calibrez le palpeur du Bras1 (ou effectuez un calibrage de poignet si vous utilisez un poignet PHS). PC-DMIS vous demande si l'outil a été déplacé.
5. Cliquez sur **Oui et suivez les instructions affichées à l'écran**.
6. Une fois le calibrage terminé, fermez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur**.
7. Cliquez sur le bouton **Bras 2 actif** dans la barre d'outils **Bras actifs**. La plupart des utilisateurs affectent ce bouton à l'ordinateur du Bras2.
8. Ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeurs** pour calibrer le palpeur du Bras2 (ou effectuez un calibrage de poignet si vous utilisez un poignet PHS).
9. Cette fois, lorsque PC-DMIS vous demande si l'outil a été déplacé, répondez **Non**.

Une fois les deux fichiers de palpeur calibrés en mode bras multiple, le calibrage bras multiple est terminé. PC-DMIS copie le fichier du palpeur Bras2, les données de l'outil et celles de la transformation bras à bras sur l'ordinateur Bras2. Vous pouvez ainsi exploiter le bras2 de manière autonome, comme s'il s'agissait d'une extension du système de coordonnées Bras1 ou les deux ensemble en mode plusieurs bras.

Affichage des résultats de calibrage

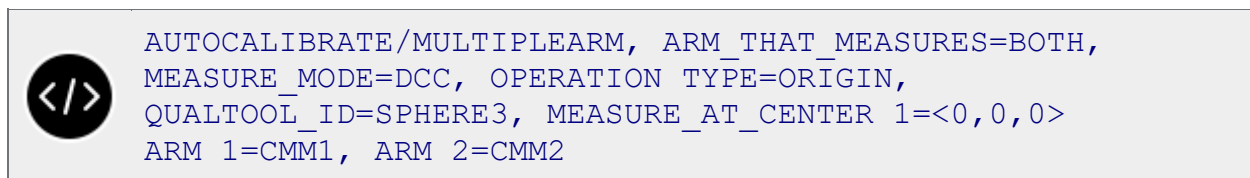


Si nécessaire, vous pouvez avoir accès aux résultats de calibrage en cliquant sur le bouton **Résultats** de la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur**. La boîte de dialogue **Résultats de calibrage** s'ouvre et affiche les informations relatives aux contacts calibrés du fichier de palpeur concerné. Vous pouvez consulter les résultats du calibrage Bras2 de la même façon sur l'ordinateur du Bras2.

Exécution d'un calibrage automatique

En plus du calibrage plusieurs bras habituel, PC-DMIS permet d'effectuer un calibrage *automatique* des bras. PC-DMIS fournit une commande qui calibre automatiquement le palpeur actuel pendant l'exécution de la routine de mesure. PC-DMIS amorce la routine de calibrage dès qu'il exécute la commande. Pour insérer cette commande, sélectionnez l'option de menu **Insérer | Calibrer | Calibrage auto maître/esclave**.

Le bloc de commandes suivant est inséré dans la fenêtre Édition :



Les éléments de ce bloc de commande sont décrits ci-dessous :

BRAS_QUI_MESURE=

Indique le bras qui effectue la mesure (et non celui qui tient l'outil). Les options sont **LES DEUX**, **BRAS2** ou **BRAS1**.

Utilisation du mode maître/esclave

MODE_MESURE=

Indique si le calibrage est en mode MANUEL ou CND.

TYPE_OPÉRATION=

Indique si le calibrage est pour ORIENTATION ET ORIGINE ou ORIGINE seulement.

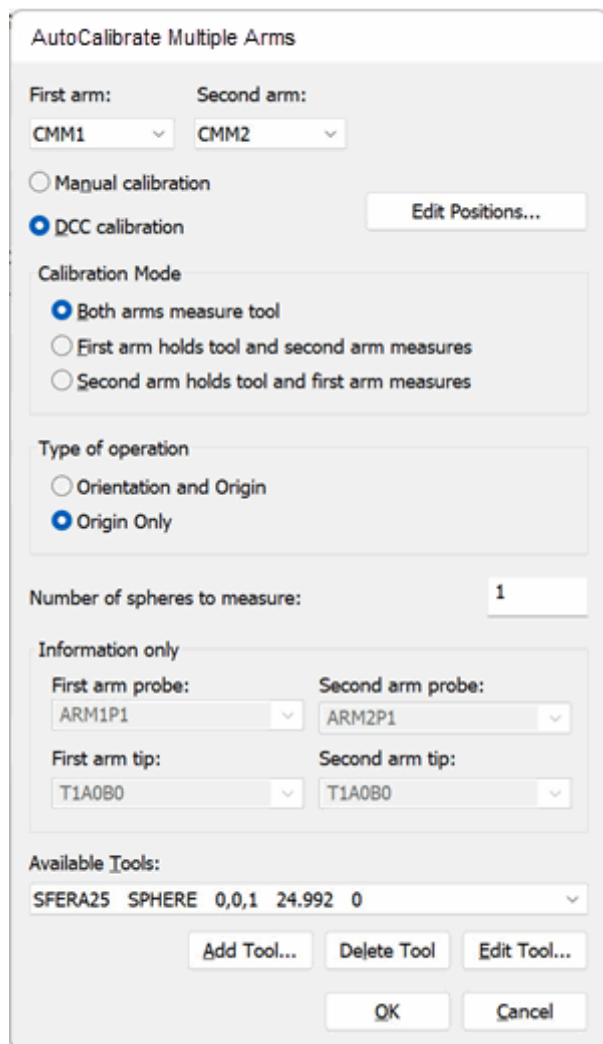
QUALTOOL_ID=

Spécifie le nom de l'outil de qualification utilisé.

MESURER_AU_CENTRE 1=

L'emplacement X, Y, Z à utiliser pour la mesure avec MODE_CALIBRAGE=CND.
Absent si la commande utilise MODE_CALIBRAGE=MANUEL.

Appuyez sur F9 pour ouvrir la boîte de dialogue **Calibrage auto maître/esclave**.



Boîte de dialogue Calibrage auto maître/esclave

La plupart des éléments de cette boîte de dialogue sont les mêmes que ceux de la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave (Opération | Calibrer/Modifier | Mode maître/esclave)**. Les différences sont :

Vous ne pouvez pas spécifier le palpeur ou le contact du bras1 ou du Bras2. Ils n'apparaissent dans les listes de la boîte de dialogue que pour information. La commande `CALIBRAGEAUTO/PLUSIEURSBRAS` les obtient du contenu de la routine de mesure où elle réside.

Palpeur premier bras

Pour affichage uniquement. Ceci est déterminé par la commande `CHARGPALPEUR` du bras1 qui précède la commande `CALIBRAGEAUTO/MAÎTREESCLAVE`

Contact premier bras

Pour affichage uniquement. Il est déterminé par la commande `TIP` du Bras1 qui précède la commande `AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM`.

Palpeur second bras

Pour affichage uniquement. Il est déterminé par la commande `LOADPROBE` du Bras2 qui précède la commande `AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM`.

Contact second bras

Pour affichage uniquement. Il est déterminé par la commande `TIP` du Bras2 qui précède la commande `AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM`.

Étape 9 : calibrez les fichiers de palpeur maître/esclave

Après le calibrage du système, vous devez calibrer les fichiers de palpeur maître et esclave.

Pour ce calibrage, vous pouvez :

- calibrer les bras dans n'importe quel ordre,
- utiliser différents outils de calibrage pour calibrer les bras,
- calibrer le bras esclave à partir de l'ordinateur esclave et le bras maître à partir de l'ordinateur maître,
- calibrer le palpeur esclave sur le même outil de calibrage que le palpeur maître,
- uniquement calibrer un bras à la fois.

Au terme de ce calibrage, PC-DMIS synchronise les fichiers de palpeur des divers ordinateurs, la prochaine fois que vous passez en mode maître/esclave sur l'ordinateur maître.

Calibrage du fichier de palpeur du Bras1

Pour calibrer le fichier de palpeur du Bras1 :

1. Cliquez sur l'icône **Bras 1 actif** dans la barre d'outils **Bras actifs (Afficher | Barres d'outils | Bras actifs)**.
2. Ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur)**.
3. Suivez les procédures expliquées dans la rubrique « Calibrage de contacts de palpeur », dans la documentation « PC-DMIS CMM », pour avoir des informations sur le mode de calibrage de fichiers de palpeur.

Calibrage du fichier de palpeur du Bras2

Pour calibrer le fichier de palpeur du Bras2 :

1. Cliquez sur l'icône **Bras 2 actif** dans la barre d'outils **Bras actifs (Afficher | Barres d'outils | Bras actifs)**.
2. Ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur)**.
3. Suivez les procédures expliquées dans la rubrique « Calibrage de contacts de palpeur », dans la documentation « PC-DMIS CMM », pour avoir des informations sur le mode de calibrage de fichiers de palpeur.

Pour utiliser un autre outil de calibrage que celui employé pour le fichier de palpeur Bras1, sélectionnez l'outil SPHÈRE(BRAS2) lors du calibrage du palpeur Bras2.

Pour sélectionner l'outil SPHÈRE(BRAS2) :

1. Sélectionnez **Insérer | Définition matérielle | Palpeur**.
2. Cliquez sur **Mesurer**. La boîte de dialogue **Mesurer palpeur** s'affiche.
3. Cliquez sur **Modifier outil**. La boîte de dialogue **Modifier outil** s'affiche.
4. Sélectionnez **SPHÈRE(BRAS 2)** dans la liste **Type d'outil**.
5. Cliquez sur **OK** pour confirmer votre choix. Les informations sur SPHÈRE(BRAS2) apparaissent au bas de la boîte de dialogue **Mesurer palpeur**.

Étape 10 : Définissez l'origine maître/esclave

La dernière étape du calibrage des bras maître/esclave consiste à définir l'origine entre les deux bras. Pour ce faire, vous devez utiliser des fichiers du palpeur calibrés sur les deux bras maître et esclave.

Pour définir l'origine de plusieurs bras :

1. Ouvrez la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave (Opération | Calibrer/Éditer | Mode maître/esclave)**.

Boîte de dialogue Calibrage maître/esclave

2. Sélectionnez l'option **Origine seulement**.
3. Dans la zone **Nombre de sphères à mesurer**, saisissez le nombre de sphères que vous souhaitez mesurer pour établir l'origine. Si plusieurs sphères sont mesurées, PC-DMIS calcule la moyenne des mesures pour établir l'origine.
4. Sélectionnez l'option **Les deux bras mesurent l'outil**.
5. Sélectionnez les fichiers de palpeur et les contacts voulus.

6. Sélectionnez l'option **Calibrage CND** ou **Calibrage manuel**. Si vous sélectionnez **Calibrage CND**, veillez à définir la position de sphère correcte dans la boîte de dialogue **Modifier les positions de calibrage**.
7. Dans la liste **Outils disponibles**, sélectionnez un outil définissant le diamètre et l'orientation corrects de l'outil de calibrage à mesurer.
8. Cliquez sur le bouton **OK**.
 - Si vous sélectionnez l'option **Calibrage manuel**, PC-DMIS vous demande de mesurer un point unique sur la sphère à l'aide des bras multiples. Il mesure ensuite les autres points de la sphère en mode CND.
 - Si vous sélectionnez l'option **Calibrage CND**, PC-DMIS dirige les bras aux positions de sphère définies dans la boîte de dialogue **Modifier positions de calibrage**.

Une fois tous les fichiers de palpeur calibrés en mode maître/esclave et l'origine bras à bras définie, le processus de calibrage est terminé.



Au terme du calibrage maître/esclave et du poignet (voir « Calibrage du poignet », au chapitre « Utilisation du poignet »), vous devez répéter l'opération de poignet Origine seulement, expliquée auparavant à la rubrique « Étape 8 : Calibrer le système maître/esclave ».

PC-DMIS copie le fichier du palpeur Bras2, les données de l'outil et celles de la transformation bras à bras sur l'ordinateur Bras2. Bras2 est alors capable de fonctionner par lui-même comme s'il était une extension du système de coordonnées Bras1. Vous pouvez également faire fonctionner les bras en mode plusieurs bras. Chaque fois que vous passez en mode maître/esclave (en sélectionnant **Opération | Entrer mode maître/esclave**), PC-DMIS synchronise les éléments suivants entre les deux ordinateurs :

- Modifications des fichiers de palpeur
- Modifications du calibrage du poignet
- Modifications des données de la correspondance d'erreurs
- Données du changeur de palpeur
- Modifications des données de l'outil de calibrage

Création d'une routine de mesure à l'aide du mode plusieurs bras

Une fois les palpeurs définis et calibrés, la routine de mesure peut être créée. Vous pouvez créer une routine de mesure légèrement différente d'autres routines de mesure. Dans une routine de mesure bras multiples, vous devez notamment attribuer des bras spécifiques pour exécuter diverses commandes et définir des zones d'exclusion afin d'éviter toute collision. Les rubriques ci-dessous décrivent comment procéder :

Affectation d'une commande à un bras

Par défaut, PC-DMIS affecte de nouvelles commandes au bras actif en cours. Vous pouvez utiliser la barre d'outils **Bras actifs** (**Afficher | Barres d'outils | Bras actifs**) pour changer de bras actif ou exécuter uniquement les commandes associées à un bras donné.



Barre d'outils des bras actifs

La barre d'outils **Bras actifs** comporte plusieurs icônes de bras avec des icônes aux marques de couleur. Chaque icône de bras correspond à un bras sur la machine.

	Bras1
	Bras2
	Exécution sur bras 1
	Exécution sur bras 2
	Déplacer point départ bras 1
	Déplacer point départ bras 2
	Exécuter depuis point de départ

Utilisation du mode maître/esclave

Les icônes *Bras(n)* (ceux avec des numéros) basculent le bras actif en cours.

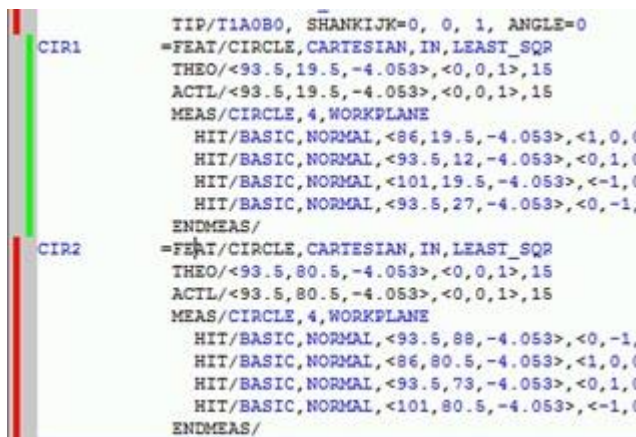
Les icônes *Exécution sur bras(n)* (ceux cochés) exécutent uniquement les commandes associées à un bras donné.

Les icônes *Point de départ Déplacement vers bras(n)* déplacent le curseur dans la routine vers le haut de la position de départ de ce bras.

L'icône *Exécution depuis point de départ* exécute la routine pour les deux bras au point de départ défini actuellement.

Une fois que le mode bras multiples est initié, PC-DMIS insère des lignes *verticales* de couleur dans la marge gauche du mode de commande de la fenêtre de modification.

Ceci sert à identifier les commandes utilisées pour chaque bras. (En mode résumé, PC-DMIS indique les commandes affectées au Bras 2 avec du texte en gras.)



Fenêtre Édition avec des lignes vertes (élément CIR1) et rouges (élément LIN1) indiquant des parties du bras 2 et du bras 1, respectivement

- Une ligne rouge signale les éléments affectés au bras 1.
- Une ligne verte signale les éléments affectés au bras 2.
- Des lignes de diverses couleurs signalent les éléments affectés à plusieurs bras.

Les barres *horizontales* de couleur (au lieu des barres verticales) indiquent que les commandes sont affectées aux deux bras et qu'aucun bras n'est autorisé à exécuter cette commande tant que les deux bras n'ont pas exécuté toutes les commandes précédentes. Ce type de commande (généralement d'alignement ou de branchement) est exécuté simultanément par les deux bras.

Affectation de commandes existantes à un nouveau bras

L'élément de menu **Basculer marquages bras multiples** est uniquement disponible sur les systèmes en mode bras multiple.

Si des commandes sont affectées à un bras spécifique et que vous souhaitez les affecter à un autre, procédez comme ceci :

1. Passez-la en mode commande.
2. Sélectionnez la commande de la fenêtre Édition à ajouter.
3. Sélectionnez **Opération | Basculer marquages bras multiples**.

Quand vous sélectionnez cette option, PC-DMIS connecte toutes les commandes mises en surbrillance à l'autre bras.

- Si vous ne mettez en surbrillance aucune commande, PC-DMIS connecte la commande à l'emplacement du curseur dans la fenêtre de modification.
- Vous pouvez affecter la plupart des commandes pour qu'elles soient exécutées par le Bras1, le Bras2, ou les deux bras. Par exemple, vous pourriez créer une commande **PRÉPALPAGE** ou **ALIGNEMENT** qui s'applique aux deux bras 1 et 2 ou seulement à l'un d'entre eux.
- Certaines commandes ne peuvent être affectées à plusieurs bras. Il s'agit de commandes d'*éléments*, de *palpages*, de *dimensions* et de *palpeurs*.

Exécution de la routine de mesure à bras multiple


Sauf si vous choisissez d'exécuter uniquement les commandes affectées à un bras donné, lors de l'exécution de la routine de mesure, le flux de cette routine se poursuit normalement de haut en bas dans la fenêtre de modification. Chaque bras exécutant les commandes qui lui sont affectées.



En mode maître/esclave, le bras esclave s'exécute un peu après le bras maître. Ce type de retard est prévu.

Définition de points de départ pour les bras maître/esclave

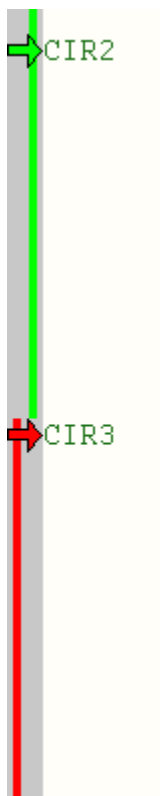
Vous pouvez affecter des points de départ au bras en cours en sélectionnant l'icône

Définir point de départ () dans la barre d'outils de la **fenêtre de modification**.

Utilisation du mode maître/esclave

Vous pouvez le faire en cliquant avec le bouton droit dans la fenêtre de modification en mode commande et en la sélectionnant dans le menu de raccourcis.

Pour fixer plusieurs points de départ, modifiez le bras d'apprentissage actuel avant de cliquer sur l'icône de la barre d'outils **Fixer le point de départ**.



Une flèche de point de départ apparaît dans la marge de gauche de la fenêtre de modification, dans une couleur correspondant à celle du bras actif dans la barre d'outils **Bras actifs (Afficher | Barres d'outils | Bras actifs)**.

La capture d'écran à gauche montre que le bras 1 (en rouge) s'exécutera à l'élément CIR3, alors que le bras 2 (en vert) s'exécutera à l'élément CIR2.

Si vous annulez l'exécution, PC-DMIS déplace automatiquement les points de départ pour chaque bras vers la commande où l'exécution a été annulée.

Les points de départ commandent à PC-DMIS de lancer l'exécution de la routine à leur emplacement lorsque vous sélectionnez l'option de menu **Fichier | Exécution partielle | Exécuter depuis points de départ**. Pour en savoir plus sur l'utilisation de points de départ, consulter la rubrique « Définition de points de départ », au chapitre Modification d'une routine de mesure ».



Sachez que si le contact actuel pour cet emplacement dans la routine ne correspond pas à l'orientation actuelle du positionneur de palpeur, PC-DMIS ne tente pas d'exécuter à nouveau la commande de contact au-dessus pour modifier l'orientation du contact.

Mise en attente d'un bras pour empêcher une collision

Parfois, vous devrez éventuellement mettre en attente un bras jusqu'à ce que l'autre ait terminé la mesure dans une zone de chevauchement. L'opération permet généralement d'empêcher une collision entre les bras. Deux commandes différentes permettent de le faire.



Vous ne pouvez pas utiliser la commande `MOVE/SYNC` dans un déplacement de zone d'exclusion.

Utilisation d'une commande Déplacement synchronisé

Vous pouvez insérer des commandes `DÉPLAC/SYNCH` en début et fin de séquence de mesure pour garantir le déplacement d'un seul bras. Consulter « Insertion d'une commande Déplacement synchronisé », au chapitre « Insertion de commandes de déplacement », pour plus d'informations.

Utilisation d'une commande de déplacement de zone exclusive



Vous ne pouvez pas utiliser la commande `MOVE/SYNC` dans un déplacement de zone d'exclusion.

Vous pouvez utiliser la commande `MOVE/EXCLUSIVE_ZONE`.

- L'avantage est que PC-DMIS ne met en attente qu'un seul bras si l'autre se trouve dans la même zone.

Utilisation du mode maître/esclave

- L'inconvénient est que vous devez insérer des commandes `DÉPLACER/ZONE EXCLUSIVE` autour des blocs de commande qui dirigent un bras dans la zone chevauchée, au milieu du volume à deux bras.

Pour utiliser cette commande :

1. Recherchez la séquence de commandes qui provoque l'entrée de l'un des bras dans une portion chevauchée du volume MMT.
2. Insérez une commande `DÉPLACER/ZONE D'EXCLUSION=ACTIVER` en début de séquence.
3. Placez une commande `DÉPLACER/ZONE EXCLUSIVE=DÉSACTIVER` en fin de séquence.

Utilisez la commande `MOVE/EXCLUSIVE_ZONE=ON` pour indiquer deux points de coin formant une zone 3D. PC-DMIS réserve cette zone pour le bras auquel la commande est assignée. Si l'autre bras se trouve déjà dans la zone voulue, PC-DMIS attend que le premier bras en sorte grâce à une commande `DÉPLACER/ZONE_EXCLUSIVE=DÉSACTIVER`. Voir la rubrique « Insertion d'une commande Déplacer zone d'exclusion » au chapitre « Insertion de commandes de déplacement » dans la documentation PC-DMIS Core pour en savoir plus.

Utilisation de la compensation de température avec le calibrage maître/esclave

Un thermocouple est un couple thermoélectrique qui mesure les différences de température.

Si vous compensez la température sur les MMT, vous devrez insérer deux commandes de compensation de température dans la routine - une commande pour le bras maître, l'autre pour le bras esclave. De plus, seul le thermocouple de la pièce qui est attachée au contrôleur maître sera utilisé pour enregistrer la température de la pièce.

En plus du fichier STP (Serv1.stp) dans le dossier approprié sur l'ordinateur du bras esclave, vous devez vérifier qu'un autre fichier STP pour le bras esclave (nommé Serv1s.stp) se trouve dans le dossier correspondant sur l'ordinateur du bras maître. Pour ce faire, copiez le fichier Serv1.stp, renommez-le Serv1s.stp et placez-le sur l'ordinateur du bras maître.

Synchronisation des bras pour les commandes COMPTEMP

Une fois les commandes COMPTEMP insérées, vous devez vérifier que les bras sont synchronisés. Pour ce faire, insérez deux commandes DÉPLAC/SYNCH, l'une avant et l'autre après la commande COMPTEMP assignée au Bras 2, tel que montré ici :

```
MOVESPEED/ 100
FLY/ON,3
TEMPCOMP/ORIGIN=0,0,0,Material Coeff=0.0000115,Reference Temp=20
,Hi Threshold=40,Lo Threshold=10,Sensor num=3
,X Axis Temp=21.141,Y Axis Temp=22.7843,Z Axis Temp=23.3941,Part Temp=21.6783
LOADPROBE/TEST_MASTER
MOVE/SYNCH
TEMPCOMP/ORIGIN=0,0,0,Material Coeff=0.0000115,Reference Temp=20
,Hi Threshold=40,Lo Threshold=10,Sensor num=3
,X Axis Temp=,Y Axis Temp=,Z Axis Temp=,Part Temp=21.3603
MOVE/SYNCH
LOADPROBE/TEST_MASTER
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, -1, 0, ANGLE=0
LOADPROBE/TEST_SLAVE
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 1, 0, ANGLE=180
```

Les éléments en surbrillance de ce graphique montrent les deux commandes DÉPLAC/SYNCH autour de la commande COMPTEMP pour le bras 2

- La première commande DÉPLAC/SYNCH donne la séquence correcte pour écrire les valeurs de température dans le rapport. Ceci garantit leur affichage en premier pour le Bras 1.
- La deuxième commande DÉPLAC/SYNCH empêche Bras 2 de mesurer jusqu'à ce que Bras 1 ait fini de mesurer la température de la pièce.

Pour plus d'informations sur DÉPLAC/SYNCH, consultez « Insertion d'une commande de déplacement synchronisé », au chapitre « Insertion de commandes de déplacement ».

Pour plus d'informations sur la compensation de température, voir la rubrique « Compensation de la température », au chapitre « Définition des préférences ».

Exécution de la routine de mesure du Bras1 sur le Bras2

Si vous devez exécuter la routine de mesure du bras1 sur le bras2, vous pouvez exécuter PC-DMIS en mode axes inversés. Ce mode inverse en interne les signes des axes X et Y ; l'axe Y est positif vers le centre de la machine et l'axe X est l'inverse de l'axe X du bras maître.

Tous les fichiers de palpeur existants, calculs de poignets, changeurs d'outil et autres fichiers de calibrage et de compensation d'erreurs sont utilisables dans ce mode, sans besoin de modification.



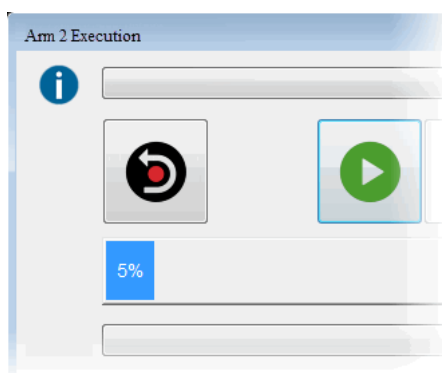
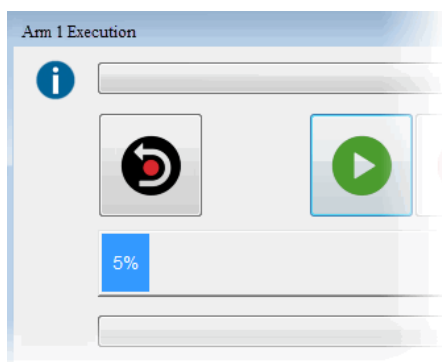
Les calibrages effectués en mode normal ou en axes inversés sont corrects et utilisables dans les deux modes.

Ajout d'une icône exécutant PC-DMIS en mode axes inversés

1. Dans Windows Explorer, naviguez jusqu'au dossier où ajouter l'icône.
2. Dans le menu **Fichier** de Windows Explorer, sélectionnez **Nouveau | Raccourci**. Un assistant **Créer un raccourci** vous demande d'entrer le chemin d'accès à la routine.
3. Dans la zone **Ligne de commande**, vous pouvez taper le chemin d'accès complet au fichier exécutable PC-DMIS, ou bien utiliser le bouton **Parcourir** pour sélectionner le fichier. Le chemin par défaut est C:\Pcdmisw\Pcdlrm.exe.
4. Une fois le chemin affiché dans la zone **Ligne de commande**, placez votre curseur à la fin, tapez un espace, puis entrez **/r** ou **-r**. Ce commutateur indique à PC-DMIS qu'il doit s'exécuter en mode axes inversés. Vous pouvez aussi combiner ceci avec le mode opérateur en ajoutant commutateur **-o** ou **/o** à la ligne de commande.
5. Cliquez sur **Suivant**.
6. Dans la zone **Sélection d'un titre pour le raccourci**, saisissez un nom tel que « Mode axes inversés de PC-DMIS ».
7. Cliquez sur **Terminer**. L'icône créé s'affiche.

Boîtes de dialogue et de message en Mode Bras multiples

Une fois le mode bras multiples activé pour votre routine de mesure, toute boîte de dialogue ou zone de message en relation avec un bras particulier inclut un identificateur « bras 1 » ou « bras 2 » dans les légendes, comme ces boîtes de dialogue **Exécution** :



Les boîtes de dialogue et les zones de message concernées comprennent :

- Boîte de dialogue **Exécution** (**Fichier** | **Exécuter**)
- Boîte de dialogue **Changeur de palpeur** (**Modifier** | **Préférences** | **Changeur de palpeur**)
- Messages d'informations
- Messages d'avertissement
- Messages d'erreur

Exemple de bras doubles avec calibrage de poignets



Cette rubrique suppose que vous avez une connaissance approfondie de PC-DMIS et que vous maîtrisez des concepts comme les angles de palpeur, les calibrages, la commande de calibrage automatique, les commandes de déplacement de points, le mode maître/esclave et d'autres concepts.

Cette rubrique contient un exemple de calibrage type pour illustrer les étapes de calibrage d'une machine horizontale à deux bras avec différentes extensions sur le poignet et un changeur de palpeur. Après un calibrage complet, d'autres étapes expliquent comment créer deux routines de mesure qui automatisent la procédure de calibrage, ce qui vous permet d'effectuer un calibrage plus rapide. Certaines étapes sont décrites de façon générale et supposent qu'en tant qu'utilisateur avancé, vous connaissez déjà les principes sous-jacents requis.

Cet exemple utilise des poignets CW43L_Multiwire avec des extensions de palpeur courtes, moyennes et longues contenant les palpeurs TP2/TP6. Dans la pratique, votre procédure sera différente.

Avant de commencer, vérifiez que ce qui suit a eu lieu :

- La machine a été correctement compensée. Ces données de compensation doivent figurer dans le contrôleur Leitz pour les deux bras.
- Vous savez à quel point la compensation de température est importante.



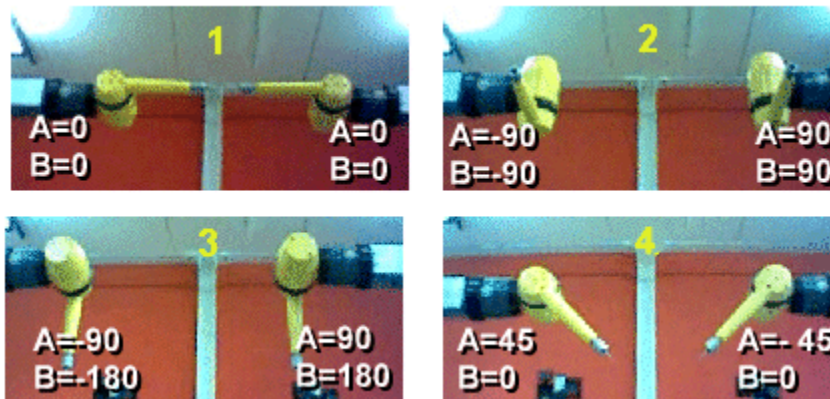
Prenez en compte la façon dont la température affectera votre calibrage et compensez-la comme requis.

Le coefficient d'expansion de la pièce (ou, dans ce cas, la sphère de calibrage) est nul. Pour plus d'informations, voir « Compensation de la température » au chapitre « Définition des préférences ».

- Les deux bras ont été correctement assemblés et alignés.
- Un technicien doit avoir corrigé toute inclinaison éventuelle pouvant s'être produite lors de l'assemblage et du nivellement mécanique des poignets. Les

données de cette correction doivent avoir été stockées dans le contrôleur, dans le fichier COSDAT.

- Vous devez savoir interpréter les orientations des poignets sur chaque bras. À son positionnement à des angles spécifiques, chaque poignet détermine l'orientation de son positionneur par rapport aux axes de la machine. L'exemple suivant montre des angles utilisés sur une machine PRIMA :



Exemple montrant des positions angulaires et les valeurs d'orientation correspondantes pour chaque bras



Les extensions longues sont souvent utiles sur des machines verticales et des poignets. Si vous utilisez une extension très longue, vous devez créer une matrice pour cette extension. Ces types de machines sont très précis et demandent en général plusieurs heures pour effectuer un mappage.

Étape 1 : Définir les infos de connexion et configurer les angles

Sachant que les deux bras prennent des orientations différentes, vous devez définir correctement les paramètres de configuration pour qu'ils reflètent cette réalité.

Configuration de l'ordinateur principal

Sur votre ordinateur principal, modifiez le contenu de la boîte de dialogue **Configuration bras multiples** avec ces options :

Utilisation du mode maître/esclave

1. Pour ouvrir cette boîte de dialogue, sélectionnez **Modifier | Préférences | Configurer maître/esclave**.
2. Sélectionnez l'option **Cet ordinateur (primaire) gère tous les bras**.
3. Choisissez **2** dans la liste **Paramètres de connexion pour bras**.
4. Choisissez **Connexion distante**. Définissez les valeurs de connexion à la machine secondaire : **Port TCP/IP**, **Port de données** et **Délai de connexion TCPIP en millisecondes**.
5. Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Configuration bras multiples**.

Multiple Arm Setup

☐ This computer relays commands from the primary computer
TCP/IP port to read:
Data port: 1111

☒ This computer (primary) drives all arms
Connection settings for arm: 2

☐ Direct connection:
☒ Remote connection
TCP/IP Address: 192.168.178.30
TCP/IP Port: 5001
Data Port: 1111
Delay for TCPIP connection in milliseconds: 500

☐ This computer is not used in a multiple arm setting

Multiple Arm Calibration Matrix (ArmArm.dat)

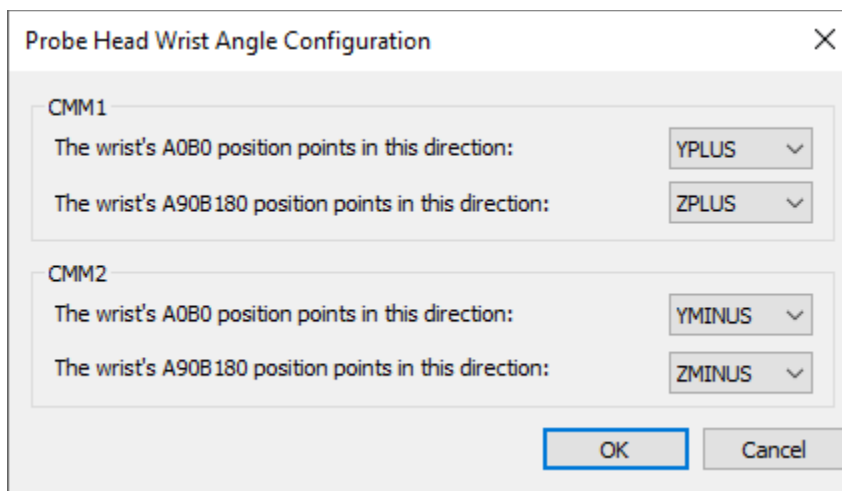
Origin:	0	0	0
Rotation X:	1	0	0
Rotation Y:	0	1	0
Rotation Z:	0	0	1

OK Cancel

Boîte de dialogue Configuration bras multiples

Modifiez aussi le contenu de la boîte de dialogue **Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur** avec ces options :

1. Pour ouvrir cette boîte de dialogue, sélectionnez **Modifier | Préférences | Configurer**, cliquez sur l'onglet **Pièce/MMT**, puis sur le bouton **Orientation du positionneur de palpeur**.
2. Dans la zone **MMT1**, définissez la position A0B0 du poignet dans le sens YPLUS. Définissez la position A90B180 pour pointer vers ZPLUS.
3. Dans la zone **MMT2**, définissez la position A0B0 du poignet pour qu'il pointe dans le sens YMINUS. Définissez la position A90B180 pour pointer vers ZMINUS.
4. Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur**.
5. Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Options de configuration**.



Boîte de dialogue Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur

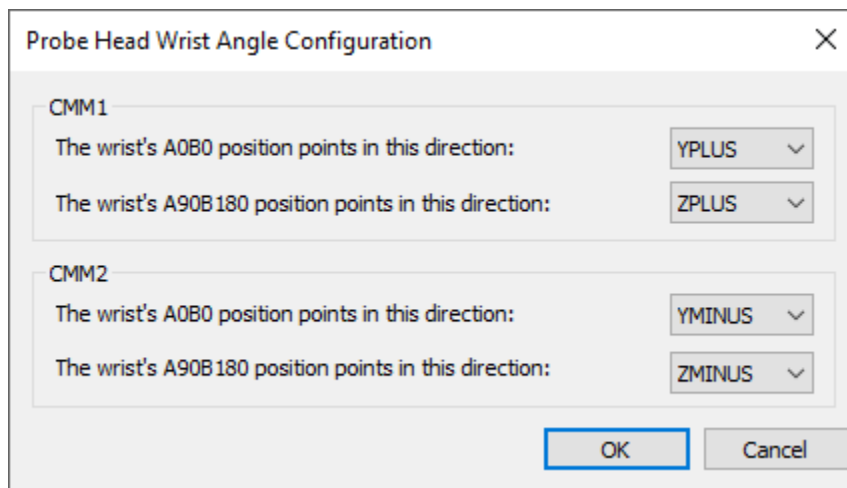
Configuration de l'ordinateur secondaire

Sur l'ordinateur secondaire, modifiez le contenu de la boîte de dialogue **Configuration bras multiples** et cliquez sur l'option **Cet ordinateur relaie des commandes depuis l'ordinateur primaire**.

Modifiez le contenu de l'onglet **Axe** de la boîte de dialogue **Options MMT (Modifier | Préférences | Configurer interface MMT)** avec ces options :

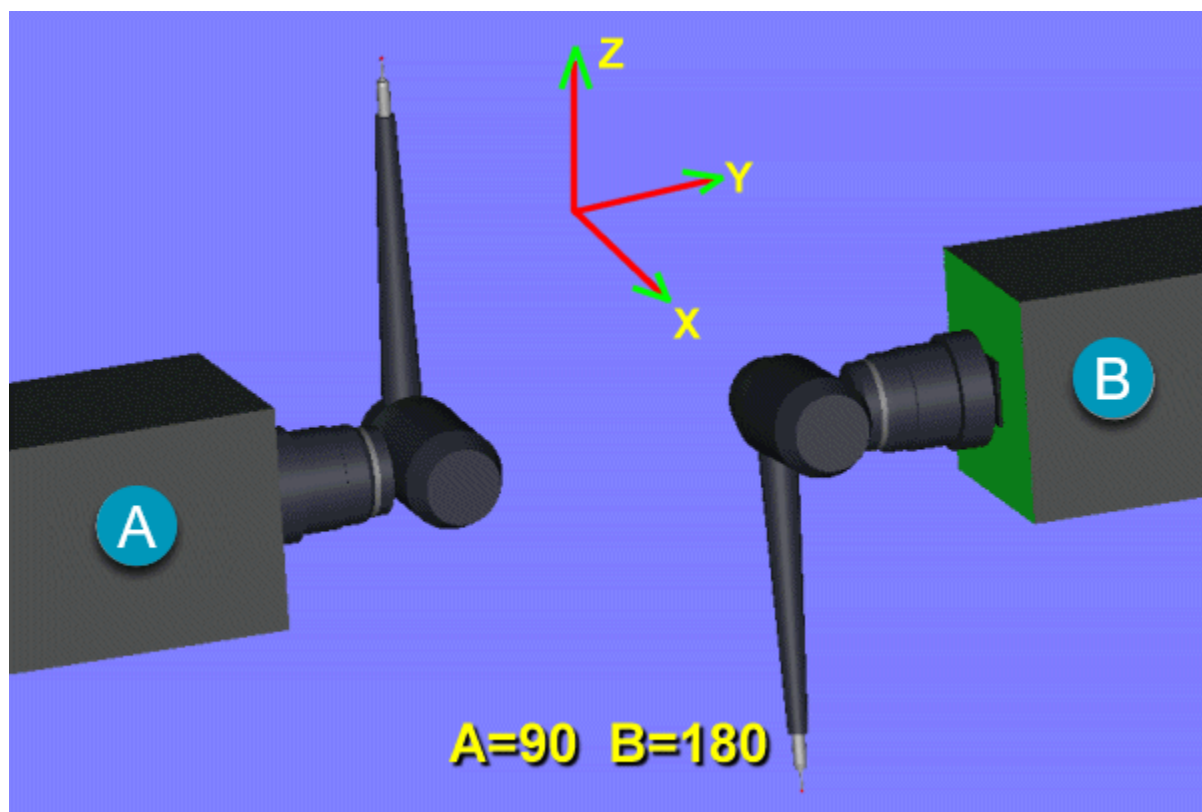
- Définissez la liste **X** à **-X**.
- Définissez la liste **Y** à **-Y**.
- Définissez la liste **Z** à **Z**.

Utilisation du mode maître/esclave



Boîte de dialogue Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur

Les angles sont alors configurés comme illustré ici :



- A. Bras1
- B. Bras2

Angles avec des poignets DEA

Si vous utilisez une machine avec des poignets DEA, servez-vous de l'éditeur de réglages PC-DMIS pour remplacer par les valeurs suivantes ces entrées *sur les deux ordinateurs* :

- `DEAWrist = 1`
- `RotateWristFromController = TRUE`
- `FlipBAxis = TRUE`
- `AaxisMax = 181`
- `AaxisMin = -181`



Les entrées `AaxisMax` et `AaxisMin` définissent la quantité de rotation angulaire permise pour les poignets. Pour les extensions très longues, vous ne devez pas dépasser +/- 124 degrés.

Sur l'ordinateur LEITZ principal (bras 1), définissez ces entrées :

- `AxisX = 0`
- `AxisY = 2`
- `AxisZ = 4`

Sur l'ordinateur LEITZ secondaire (bras 2), définissez ces entrées :

- `AxisX = 1`
- `AxisY = 3`
- `AxisZ = 4`

Remarque sur les différentes configurations

Si vous devez configurer votre machine autrement qu'une machine DEA conventionnelle (par exemple, si vous voulez utiliser la convention de poignet employée dans PHS Renishaw), vous devez définir les paramètres suivants. Ils sont ensuite stockés dans le fichier JSON :

1. Dans la boîte de dialogue **Options de la machine** pour le bras 1 (ordinateur 1), définissez la valeur **Décalage B** à -180.
2. Dans la boîte de dialogue **Configuration d'angle de poignet du positionneur de palpeur**, indiquez les axes associés aux rotations de poignet.

Utilisation du mode maître/esclave

L'image ci-dessous montre les valeurs à modifier et des exemples de rotations de poignet aux angles indiqués :



L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur la sauvegarde de vos fichiers.

Étape 2 : Sauvegarder et supprimer des fichiers

Avant de poursuivre le calibrage, veuillez à sauvegarder les éléments suivants sur les deux ordinateurs :

- Les réglages d'entrées
- Fichiers *.PRB et *.Results
- Ces fichiers de données : abcalib.dat, abcalib_CMM2.dat, abcomp.dat, abcomps_CMM2.dat, aboutput.dat, aboutput_CMM2.dat, wristsm.dat, wrists_CMM2.dat, armarm.dat, tool.dat, toolc.dat.

L'éditeur de réglages PC-DMIS fournit la possibilité de sauvegarder les réglages d'entrées et les fichiers de données utilisateur. Voir la rubrique « Utilisation de fichiers de sauvegarde et de données utilisateur » dans la documentation de l'éditeur de réglages de PC-DMIS pour des informations sur la sauvegarde de fichiers importants.

Il se peut que vous deviez sauvegarder manuellement des fichiers. Voir la rubrique « Présentation des emplacements des fichiers », pour savoir où les types de fichiers ci-dessus sont stockés, au cas où vous devriez le faire.

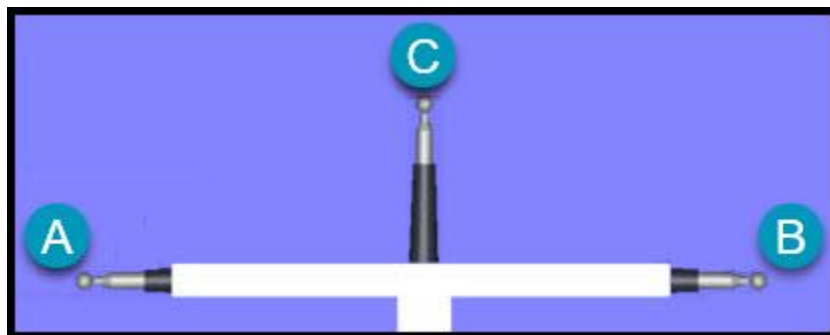
Une fois les fichiers ci-dessus sauvegardés, vous devez supprimer les originaux (conservez ceux sauvegardés comme requis). De cette façon, vous commencez avec une nouvelle configuration et les données de calibrage antérieures n'affectent pas le calibrage en cours.

L'étape suivante fournit des informations sur la création de la relation de base bras à bras.

Étape 3 : Créer une relation de base entre les bras

Dans cette étape, vous créez une routine de mesure, vous définissez vos palpeurs, vous définissez vos sphères de calibrage, puis vous réalisez un calibrage initial simple pour établir une relation de base entre les deux bras. Ce calibrage porte sur des machines contenant des poignets avec des extensions de palpeur à une longueur de 332 mm. Vous obtenez un calibrage de précision moyenne. Le changeur de palpeur n'est pas utilisé à ce stade.

Pour ce calibrage seront utilisées trois sphères de calibrage montées sur un montage en croix, avec des sphères de calibrage de 15 mm, comme suit :



(A) - Sphère 1

(B) - Sphère 2

(C) - Sphère 3

Créer une routine de mesure

Créez une routine de mesure, puis chargez ou créez les deux fichiers de palpeur, PROBE1 et PROBE2, dans votre routine de mesure.

Utilisation du mode maître/esclave

Configuration du palpeur 1	Configuration du palpeur 2
Probe file: PROBE1	Probe file: PROBE2
Active tip list: *T1A0B0 BALL-80,-570,00,-1,0 4 4 0 0	Active tip list: *T1A0B0 BALL-80,570,-0.001 0,1,0 4 4 0
Probe description: CW43L_Multiwire Joint:b cw43l angle Joint:a cw43l angle Connect:CW43LWRIST_332_MW Connect:PROBETP2 Tip #1:TIP4BY20MM	Probe description: CW43L_Multiwire Joint:b cw43l angle Joint:a cw43l angle Connect:CW43LWRIST_332_MW Connect:PROBETP2 Tip #1:TIP4BY20MM

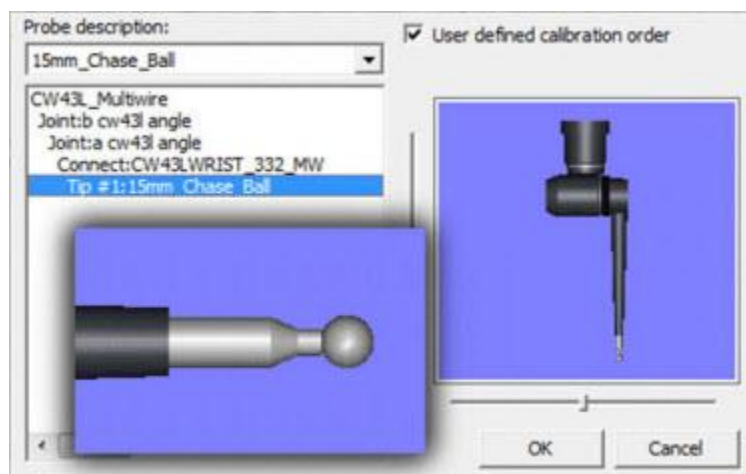
Ils doivent ressembler à ce qui suit :



(A) - Palpeur 1

(B) - Palpeur 2

Chargez un troisième fichier de palpeur, nommez-le PROBALL et attribuez-lui une boule rigide fixe de 15 mm, comme suit :



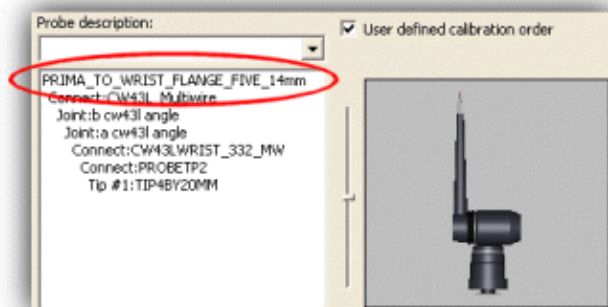
Votre routine de mesure doit ressembler à ceci :

Utilisation du mode maître/esclave

```
STARTUP =ALIGNMENT/START,RECALL:,LIST=YES
ALIGNMENT/END
MODE/MANUAL
PREHIT/6
RETRACT/6
CHECK/6,1
MOVESPEED/ 80
TOUCHSPEED/ 5
SCANSPEED/80
FORMAT/TEXT,OPTIONS, ,HEADINGS,SYMBOLS, ;NOM,TOL,MEAS,DEV,OUTTOL, ,
LOADPROBE/PROBE1
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
LOADPROBE/PROBE2
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
LOADPROBE/PROBALL
TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
END OF MEASUREMENT FOR
PN=2010MR1_Test DWG= SN=
TOTAL # OF MEAS =0 # OUT OF TOL =0 # OF HOURS =00:00:00
```



Si la structure physique du palpeur et du bras n'apparaissent pas dans la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur)**, veuillez à éditer USRPROBE.DAT afin que la boîte de dialogue affiche le matériel nécessaire. Pour des informations sur les fichiers de données, voir la rubrique « Présentation des fichiers de données », au chapitre « Définition des préférences ».



USRPROBE.DAT

```
Comment ----- FLANGE PRIMA FOR FIVE
ITEM:PRIMA_TO_WRIST_FLANGE_FIVE_14mm ARM
color 30 30 30
ribcount 10
solid 5
Face 4 36 32.5 0 -36 32.5 0 -36 32.5 -4 36 32.5 -4
Face 4 36 -32.5 0 -36 -32.5 0 -36 -32.5 -4 36 -32.5 -4
Face 4 36 32.5 0 36 -32.5 0 36 -32.5 -4 36 32.5 -4
Face 4 -36 32.5 0 -36 -32.5 0 -36 -32.5 -4 -36 32.5 -4
Face 4 36 32.5 -4 -36 32.5 -4 -36 -32.5 -4 36 -32.5 -4
cylinder 0 0 -4 0 0 -14 41.5
connect 0 0 -14 0 0 1 ARM
Comment -----
```

Exemple de fichier usrptobe.dat édité pour contenir une bride entre le bras et le poignet.

Définissez les sphères de calibrage.

1. Ouvrez la boîte de dialogue **Ajouter outil**.
 - Sélectionnez **Insérer | Définition matérielle | Palpeur**.
 - Cliquez sur le bouton **Mesurer**.
 - Cliquez sur le bouton **Ajouter outil**.
2. Dans **ID outil**, entrez SPHERE3.
3. Dans **Type d'outil**, choisissez SPHERE.
4. Dans les zones **Vecteur de tige IJK**, entrez 0,0,1.
5. Dans la zone **Diamètre/Longueur**, entrez 15,875.
6. Cliquez sur **OK** pour fermer la boîte de dialogue **Ajouter outil**.
7. Répétez les étapes 2 à 6 pour définir la sphère de calibrage SPHERE1. Utilisez 0,-1,0 pour le vecteur.
8. Répétez les étapes 2 à 6 pour définir la sphère de calibrage SPHERE2. Utilisez 0,1,0 pour le vecteur.
9. Les informations sont stockées et écrites dans votre fichier Tools.dat.
10. Cliquez sur **Annuler** pour fermer la boîte de dialogue **Mesurer palpeur**.
11. Cliquez sur **Annuler** pour fermer la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur**.

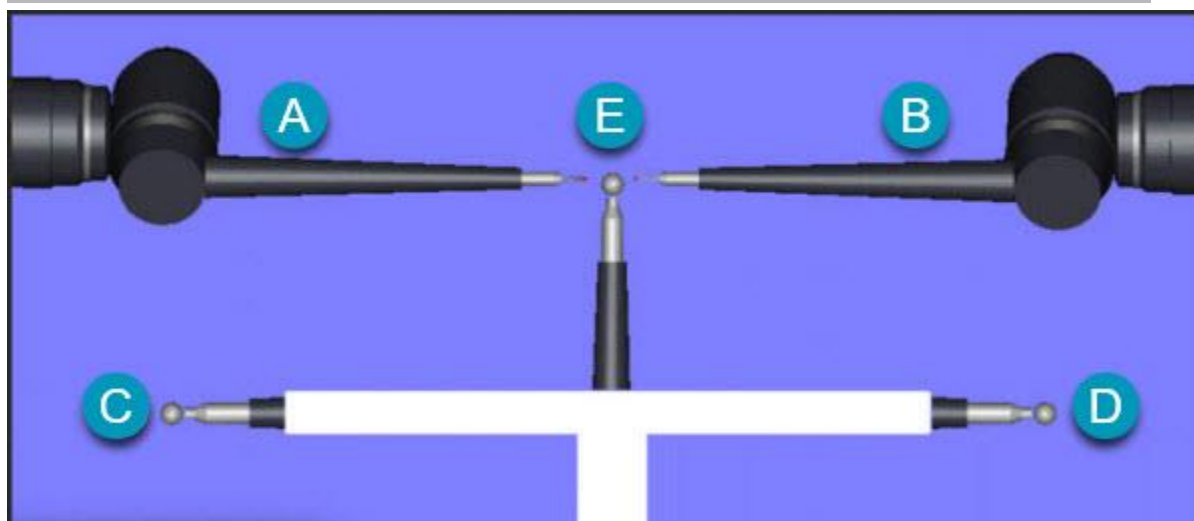
Exécuter un calibrage préliminaire

Vous devez exécuter un calibrage préliminaire sur SPHERE3 afin d'associer temporairement les deux bras. Ce calibrage est possible sans calibrer les contacts de palpeur pour PROBE1 et PROBE2.

1. Ouvrez la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave** en sélectionnant **Opération | Calibrer/Éditer | Mode maître/esclave**.
2. Définissez la liste **Premier bras** à CMM1.
3. Définissez **Second bras** à CMM2.
4. Choisissez l'option **Les deux bras mesurent l'outil**.
5. Entrez 1 dans la zone **Nombre de sphères à mesurer**.
6. Choisissez l'option **Calibrage manuel**.
7. Choisissez l'option **Origine seulement**.
8. Définissez **Palpeur premier bras** à PROBE1.
9. Définissez **Contact premier bras** à T1A0B0.
10. Définissez **Palpeur second bras** à PROBE2.
11. Définissez **Contact second bras** à T1A0B0.
12. Choisissez **SPHERE3** dans la liste Outils disponibles.
13. Cliquez sur **Calibrer**. Suivez les invites à l'écran.

Au terme du calibrage, la fenêtre Résultats de palpage pour les bras 1 et 2 doit contenir des valeurs X et Z presque identiques.

Avant le calibrage				Après le calibrage			
Arm 1		Arm 2		Arm 1		Arm 2	
X	1101.664	X	1367.294	X	1100.890	X	1100.885
Y	1410.572	Y	-1432.903	Y	1422.925	Y	1462.795
Z	-981.348	Z	-971.827	Z	-981.781	Z	-981.758
A	-0.000	A	-0.000	A	0.000	A	0.000
B	-0.000	B	-0.000	B	-0.000	B	0.000
Hits				Hits			
	0				0		



Après un calibrage préliminaire sur SPHERE3

(A) - PALPEUR 1

(B) - PALPEUR 2

(C) - Sphère 1

(D) - Sphère 2

(E) - Sphère 3

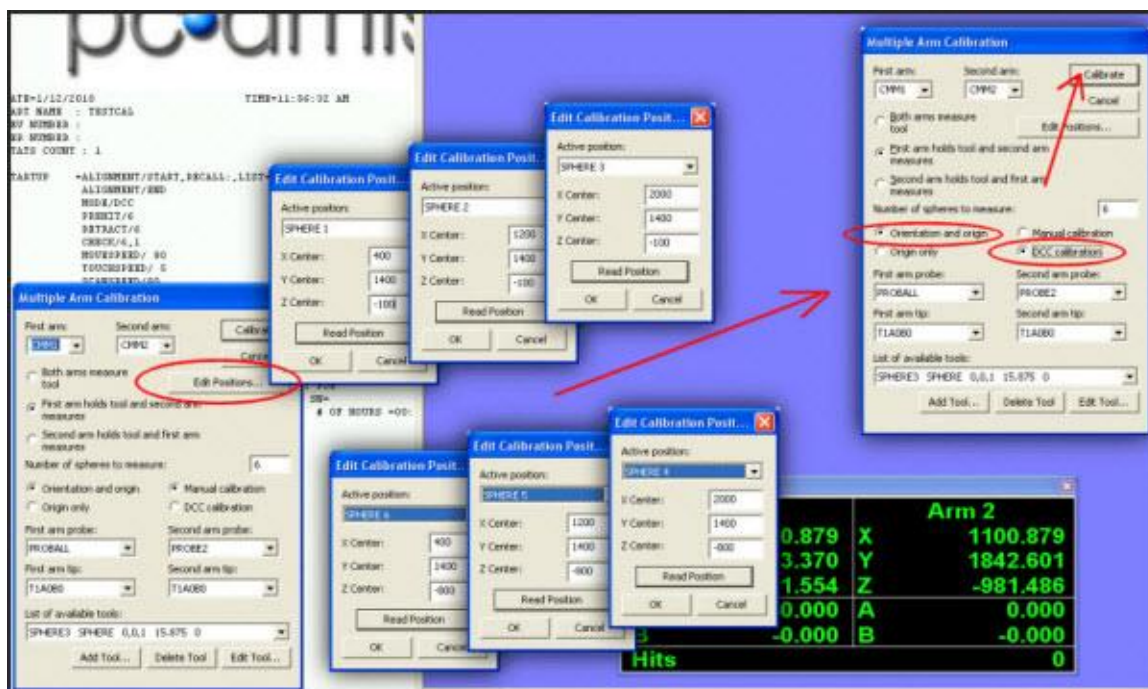
Vous avez calibré SPHERE3 pour faire correspondre de façon temporaire les bras 1 et 2. Les informations de calibrage sont stockées dans un fichier ArmArm.dat.

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur l'initiation d'un calibrage plus précis.

Étape 4 : Lancer un calibrage plus précis

Dans cette étape, vous effectuez un calibrage précis pour définir l'alignement des axes entre le bras 1 et le bras 2.

1. Remplacez le contact TP2 sur l'extension du bras 1 par un contact de 15 mm.
2. Dans la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave (Opération | Calibrer/Éditer | Mode maître/esclave)**, vérifiez que les options suivantes sont définies :
 - Pour **Palpeur premier bras**, sélectionnez le palpeur PROBALL.
 - Pour **Palpeur second bras**, sélectionnez le palpeur PROBE2.
 - Pour **Nombre de sphères à mesurer**, définissez combien de sphères seront mesurées par PC-DMIS avec chaque bras. Pour cet exemple, la valeur 6 est utilisée. Pour votre machine, vous pouvez choisir un autre nombre en fonction de ses dimensions. La valeur 9 est bonne. 12 est le maximum. Plus le nombre est élevé, plus la mesure est précise, mais sachez que le temps de calibrage peut augmenter avec plus de sphères lors d'un calibrage CND.
3. Calculez le plan d'orientation pour que la sphère du bras 1 se déplace sur un plan se trouvant sur la ligne centrale Y de la machine. De cette façon, le bras 2 atteint ensuite la boule dans toutes les positions. Pour ce faire :
 - Déplacez manuellement le bras 1 vers les six positions de sphère indiquées dans la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave**.
 - Dans la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave**, cliquez sur **Editer positions** et corrigez chaque position de sphère comme requis pour améliorer la distribution. Ceci peut être nécessaire car les positions ne sont pas parfaitement alignées ou réparties de façon régulière sur le plan vertical.
 - Il peut être utile de lire la position du bras actif pour insérer les coordonnées X, Y et Z. Le bouton **Lire position** utilise automatiquement la position X, Y, Z actuelle du bras.
4. Choisissez l'option **Orientation et origine**.
5. Choisissez l'option **Calibrage CND**.
6. Cliquez sur **Calibrer**. Le fichier armarm.dat est généré à nouveau avec un mappage plus précis à partir de ce calibrage.



Différentes boîtes de dialogue montrant les réglages utilisés

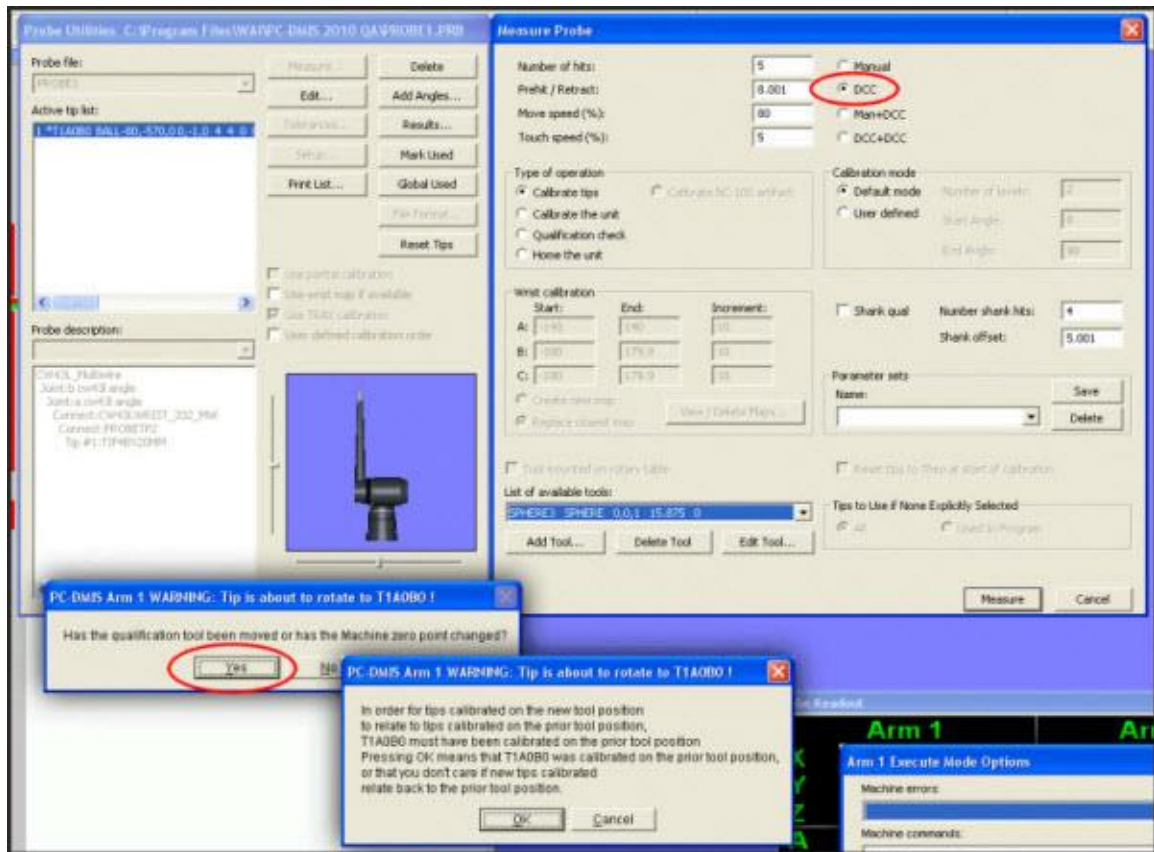
L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur l'accomplissement des calibrages CND.

Étape 5 : Effectuer un calibrage CND

Calibrage CND de SPHERE3 avec le bras 1

Poursuivez le calibrage en mode CND pour le bras 1 mesurant SPHERE3. Il s'agit de la sphère centrale sur le montage du calibrage.

1. Remplacez le contact TP2 sur l'extension du bras 1 par un contact de 15 mm.
2. Dans la boîte de dialogue **Mesurer palpeur** (**Insérer** | **Définition matérielle** | **Palpeur** | **Mesurer**) pour le palpeur PROBEALL, choisissez **CND**.
3. Choisissez SPHERE3 dans la liste **Outils disponibles**.
4. Cliquez sur **Mesurer**.
5. Quand PC-DMIS demande si l'outil de qualification a été déplacé ou le zéro machine de la MMT changé, cliquez sur **Oui**.



Différentes boîtes de dialogue montrant les réglages utilisés

Calibrage CND de SPHERE1 avec le bras 1

1. Dans la boîte de dialogue **Mesurer palpeur**, dans la liste **Outils disponibles**, choisissez SPHERE1.
2. Vérifiez que l'orientation IJK de cette sphère de calibrage est correctement définie à 0, -1, 0.
3. Cliquez sur **Mesurer**.
4. Quand PC-DMIS demande si l'outil de qualification a été déplacé ou le zéro machine de la MMT changé, cliquez sur **Oui**.

Calibrage CND de SPHERE2 avec le bras 2

1. Ouvrez la boîte de dialogue **Mesurer palpeur** pour PROBE2, le palpeur sur le bras 2.
2. Dans la boîte de dialogue **Mesurer palpeur**, choisissez **CND**.
3. Choisissez SPHERE2 dans la liste **Outils disponibles**.
4. Vérifiez que l'orientation IJK de cette sphère de calibrage est correctement définie à 0, 1, 0.

5. Cliquez sur **Mesurer**.
6. Quand PC-DMIS demande si l'outil de qualification a été déplacé ou le zéro machine de la MMT changé, cliquez sur **Oui**.

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur le mappage des poignets du bras 1 utilisant SPHERE1.

Étape 6 : Mapper les poignets sur le bras 1 avec SPHERE1

À ce stade, vous avez un palpeur pour les deux bras définis. Vous avez aussi une orientation définie entre ces bras. Vous devez maintenant mapper les angles de poignets disponibles que vous utiliserez.

1. Vérifiez que l'utilisation de matrices de poignet est déjà activée. Pour ce faire, ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires de palpeur** pour un palpeur avec un poignet. Si vous voyez la case **Utiliser matrice du poignet si disponible**, cette fonction est activée. Si vous ne la voyez pas, vérifiez que l'entrée `DeaWrist` est définie à 1.
2. Ouvrez la boîte de dialogue **Mesurer palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur | Mesurer)** pour PROBE1 et définissez ces options et valeurs :
 - Dans la zone **Type d'opération**, choisissez **Calibrer l'unité**.
 - En **mode calibrage**, choisissez **Défini par l'utilisateur**.
 - Les zones dans la zone **Calibrage du poignet** sont maintenant modifiables.
 - Choisissez **CND + CND**. Vous en avez besoin pour les extensions longues.
 - Pour les valeurs d'angle A (le pas du palpeur), définissez ce qui suit : pour **Début A**, entrez -90 ; pour **Fin A**, entrez 90 ; pour **Incrément**, entrez 30.
 - Dans les valeurs d'angle B (le rouleau du palpeur), définissez ce qui suit : pour **Début B**, entrez -180 ; pour **Fin B**, entrez 180 et pour **Incrément**, entrez 45. Notez que vous ne pouvez pas ajuster les angles A et B. Vous ne pouvez ajuster que l'incrément.

	Start:	End:	Increment:
A:	-100	100	25
B:	-180	179.9	45
C:	-180	179.9	-0.000000

Zone Calibrage du poignet avec les angles B désactivés dans les versions 2012 et ultérieures

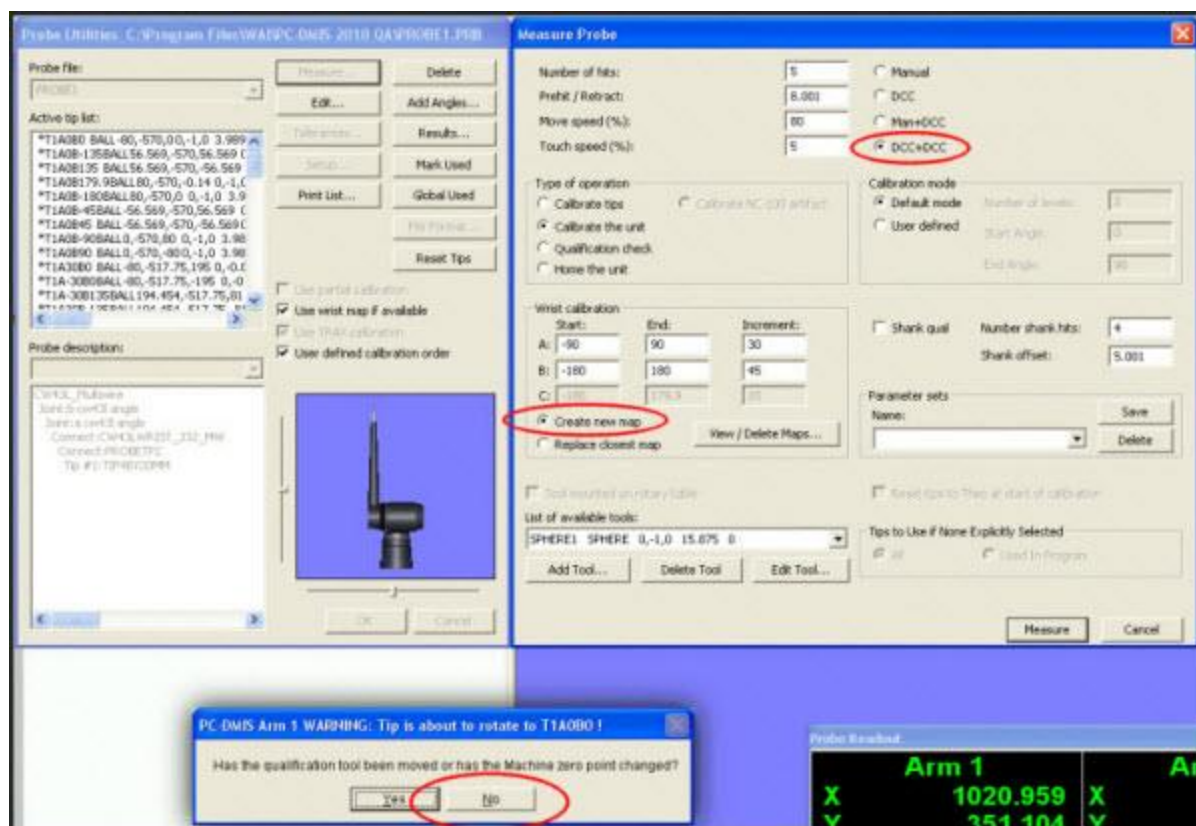
- Choisissez **Créer matrice**.



Pour une précision accrue de votre calibrage, vous pouvez diminuer la valeur d'incrément. Cela augmente le temps. Pour des extensions plus courtes, les valeurs 30 et 45 sont moyennes.

3. Choisissez SPHERE1 dans la liste **Outils disponibles**.
4. Cliquez sur **Mesurer**.
5. Quand PC-DMIS demande si l'outil de qualification a été déplacé ou si le point zéro de la machine a changé, cliquez sur **Non**.

Le bras 1 commence à mesurer toutes les positions définies dans la boîte de dialogue. En général, l'opération dure environ une heure, mais tout dépend de la vitesse de la machine et la taille de la machine et de la taille de l'extension de votre palpeur. Une extension plus courte est plus rapide.



Différentes boîtes de dialogue montrant les réglages utilisés

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur le mappage des poignets du bras 2 à l'aide de SPHERE2.

Étape 7 : Mapper les poignets sur le bras 2 avec SPHERE2

Répétez l'étape 6, mais au lieu d'utiliser le bras 2 avec SPHERE 2. Une fois que les deux bras ont calibré les angles de poignet, les fichiers suivants sont créés ou modifiés avec les dernières données de calibrage :

- *. PRB
- *. Résultats
- abcalib.dat et abcalib_CMM2.dat
- abcomps.dat et abcomps_CMM2.dat
- aboutput.dat et aboutput_CMM2.dat
- wrists.dat et wrists_CMM2.dat
- toolc.dat et toolc_CMM2.dat
- armarm.dat
- tool.dat

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur le mappage de l'origine entre les bras.

Étape 8 : Mapper l'origine entre les bras

Dans les étapes précédentes, vous avez créé une relation de base entre le bras 1 et le bras 2. Ils étaient surtout utilisés pour définir l'orientation. L'origine entre les bras n'a pas été établie car le mappage n'existait pas. Maintenant que vous avez un mappage de poignet pour les deux bras, vous pouvez mapper l'origine. Deux matrices sont alors générées (une pour chaque bras).

1. Dans la boîte de dialogue **Calibrage maître/esclave (Opération | Calibrer/Éditer | Mode maître/esclave)**, vérifiez que les options suivantes sont définies :
 - Choisissez **Les 2 bras mesurent l'outil**.
 - Définissez **Nombre de sphères à mesurer** à 1.
 - Choisissez **Origine seulement**.
 - Dans **Palpeur premier bras**, choisissez PROBE1 et définissez **Contact premier bras** à T1A0B0.
 - Dans **Palpeur second bras**, choisissez PROBE2 et définissez **Contact second bras** à T1A0B0.
 - Choisissez SPHERE3 dans la liste **Outils disponibles**.

Utilisation du mode maître/esclave

Multiple Arm Calibration

First arm: CMM1 Second arm: CMM2

Prehit/retract: 8 ☐ Manual calibration

Move speed (mm/sec): 20 ☒ DCC calibration

Touch speed (mm/sec): 6

Type of operation

☐ Orientation and origin

☒ Origin only

Calibration Mode

☒ Both arms measure tool

☐ First arm holds tool and second arm measures

☐ Second arm holds tool and first arm measures

First arm probe: PROBE1 Second arm probe: PROBE2 Number of spheres to measure: 1

First arm tip: T1A0B0 Second arm tip: T1A0B0 Edit Positions...

List of available tools:

SPHERE3 SPHERE 0,0,1 15.875 0

Calibrate

Add Tool... Delete Tool Edit Tool... Cancel

Boîte de dialogue Calibrage maître/esclave montrant les réglages utilisés

2. Cliquez sur **Calibrer**.
3. Quand PC-DMIS demande si l'outil de qualification a été déplacé ou si le point zéro de la machine a changé, cliquez sur **Non**. Comme les sphères de calibrage se trouvent presque toujours à la même position de la machine (elle est vissée sur place), vous pouvez choisir **Non**. PC-DMIS n'accorde pas d'importance si les sphères sont décalées de quelques dixièmes de millimètre.

Qualification Tool Moved

Has the qualification tool been moved, or has the Machine zero point changed?

For a small position change where the last known position is still very close to the current position, it may be possible to locate the tool in DCC mode without needing a Manual hit.

For a newly defined tool or a significant position change, a Manual hit will be needed to locate it.

☒ No
☐ Yes (Manual hit to locate tool)
☐ Yes (DCC hits to locate tool)

OK

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur l'accomplissement d'une mesure test.

Étape 9 : Effectuer une mesure Test

À ce stade, effectuez une mesure test pour vérifier que tout est correctement configuré et pour voir si la précision est bonne.

1. Utilisez une pièce test, comme un bloc de 700 mm.
2. Penchez la pièce dans l'espace 3D.
3. Mesurez la pièce avec un alignement.
4. Placez-la à différents endroits dans le volume de la machine.
5. Mesurez avec un seul bras.
6. Mesurez avec deux bras.
7. Comparez les résultats avec les mesures effectuées sur des machines à bras unique distinctes.

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur le mapapge d'autres extensions.

Étape 10 : Mapper les autres extensions

Certaines machines sont dotées de trois extensions : courte, moyenne et longue. Pour votre premier calibrage, il est préférable d'utiliser une extension courte. Si vous avez d'autres extensions à utiliser sur chaque bras, vous devez effectuer un mappage pour chacune d'elles. Comme vous avez déjà créé un mappage à l'aide des extensions les plus courtes, vous devez maintenant faire les mappages des deux autres extensions (moyenne et longue) pour les deux bras.

Cette étape est nécessaire pour calibrer et utiliser des changeurs de palpeur qui auront les différentes extensions.



Vos palpeurs doivent être nommés ou renommés selon un format correspondant aux différentes longueurs d'extension et aux différents bras.

Par exemple, cette procédure utilise ceci :

- ARM1_1 est l'extension courte sur le bras 1
- ARM1_2 est l'extension moyenne sur le bras 1
- ARM1_3 est l'extension longue sur le bras 1
- ARM2_1 est le palpeur avec l'extension courte sur le bras 2
- ARM2_2 est l'extension moyenne sur le bras 2
- ARM2_3 est l'extension longue sur le bras 2

PC-DMIS prend en charge plusieurs matrices. Vous pouvez même avoir une matrice distincte pour chaque palpeur. Il est toutefois peu pratique d'avoir trop de matrices, quand on connaît le travail et l'attention que demande une seule procédure de mappage. Si possible donc, essayez de regrouper des longueurs semblables de palpeur pour qu'elles utilisent une même matrice. Vous devez cependant créer une matrice si la plage est trop grande entre les extensions.

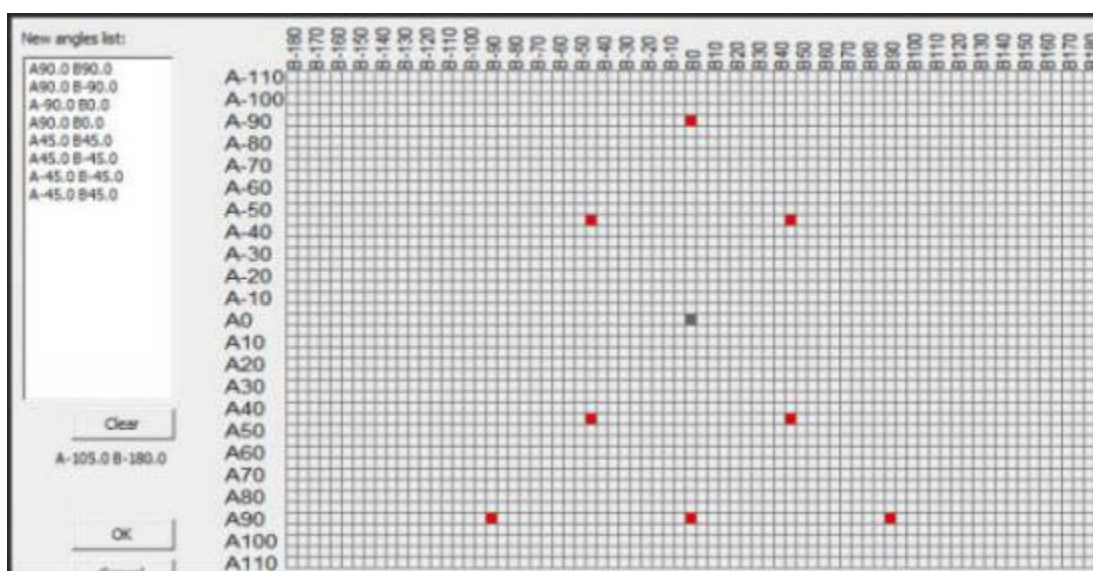
Matrice des extensions longues

Deux nouvelles matrices sont nécessaires pour l'extension longue. Pour ce faire, créez une matrice en répétant l'étape 6, l'étape 7 et l'étape 8, mais cette fois en prenant des palpeurs avec des extensions longues.

Matrice des extensions moyennes

Pour les extensions moyennes, vous pouvez mettre à jour les extensions avec une matrice existante.

- Ouvrez la boîte de dialogue **Utilitaires palpeur (Insérer | Définition du matériel | Palpeur)** pour les palpeurs avec des extensions moyennes ; via la boîte de dialogue **Ajouter angle**, ajoutez au moins 9 positions angulaires. Ceci permet de calculer le nouveau décalage, en raison de l'écart dans l'extension. Ci-après de bons angles recommandés :
[0,0] [90,90] [90,-90] [-90,-90] [-90,90] [45,45] [45,-45] [-45,-45] [-45,45]



Boîte de dialogue Ajouter angle montrant les angles suggérés

- Ouvrez la boîte de dialogue **Mesurer palpeur**.
- Choisissez **Calibrer les contacts**. Comme vous mettez à jour une matrice existante au lieu d'en créer une, les options **Calibrer l'unité** et **Créer matrice** sont grisées.
- Cliquez sur **Calibrer**.

L'étape suivante des changeurs de palpeur fournit des informations sur le calibrage des changeurs de palpeur.

Étape 11 : Calibrer les changeurs de palpeur



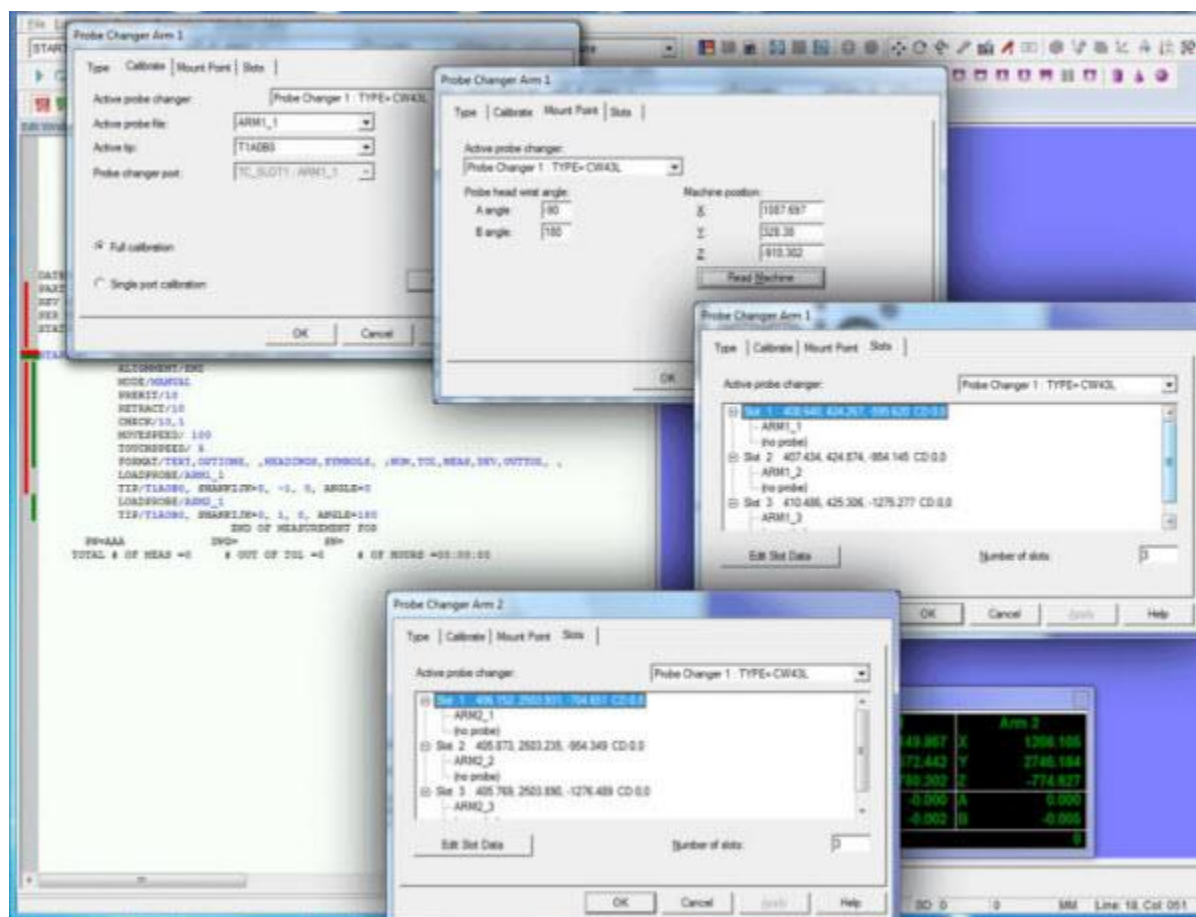
Avant de calibrer le changeur de palpeur, vérifiez que tous les contacts ont été calibrés et que la relation entre les bras est aussi établie.

Comme vous avez plusieurs extensions (trois pour chaque bras au minimum), vous devez faire le calibrage du changeur de palpeur afin qu'il prenne en charge le chargement et le déchargement des extensions avec le changeur de palpeur. Vous devez pour cela déjà savoir comment calibrer le changeur de palpeur.

Suivez la procédure existante pour calibrer les changeurs de palpeur. Pour voir comment certains changeurs de palpeur sont calibrés, voir la rubrique « Définition de changeurs de palpeur ».



Si vous envisagez d'utiliser un palpeur laser sur votre changeur de palpeur, vous pouvez lui réserver un logement sur le changeur de palpeur. Pour ce faire, utilisez l'entrée `CW43LThirdAxisTCSlot` dans l'éditeur de réglages PC-DMIS.



L'étape suivante de l'utilisation automatique fournit des informations sur la configuration de fichiers de routine pour l'utilisation automatique.

Étape 12 : Configurer des fichiers de routine pour une utilisation automatique

Une fois les étapes ci-dessus terminées, la configuration maître/esclave(bras double) est prête à l'emploi. Les contacts sont calibrés et liés pour les deux bras, avec des changeurs de palpeur.

Il peut toutefois arriver que vous deviez ajuster le calibrage ou corriger le décalage (par exemple, si vous devez remplacer un contact endommagé ou substituer un contact

différent). Répéter la procédure ci-dessus prendrait trop de temps. Il est donc logique de suivre dans ce cas une approche automatisée. Il vous suffit alors d'exécuter une routine pour que PC-DMIS exécute les procédures déjà effectuées.

Avant cela, vous devez maîtriser les opérations de PC-DMIS.

Création de deux routines de mesure vides :

1. **AUTO_MAPS.PRГ** - Cette routine de mesure sert à créer un mappage automatique complet avec tous les palpeurs. Elle mesure de nombreux angles autour de la sphère de calibrage pour créer tous les mappages requis. Si vous devez exécuter cette routine de mesure, son exécution reste longue (environ une heure par bras), mais au moins le processus est automatisé.
2. **AUTO_UPDATE.PRГ** - Cette routine de mesure sert à mettre à jour des palpeurs, par exemple quand un contact échoue et que vous devez mettre à jour son calibrage. Dans ce cas, il ne vous faut qu'une routine de mesure utilisant des commandes **AUTOCALIBRATE**. Cette routine de mesure est plus rapide à s'exécuter car elle ne mesure que quelques orientations sur la sphère de calibrage et sert à ajuster le mappage pour un nouveau contact.

Pour l'instant, vous créez seulement les routines de mesure. Vous leur ajouterez du contenu plus tard.

L'étape suivante de **AUTO_MAPS.PRГ** fournit des informations sur l'ajout de commandes à **AUTO_MAPS.PRГ**.

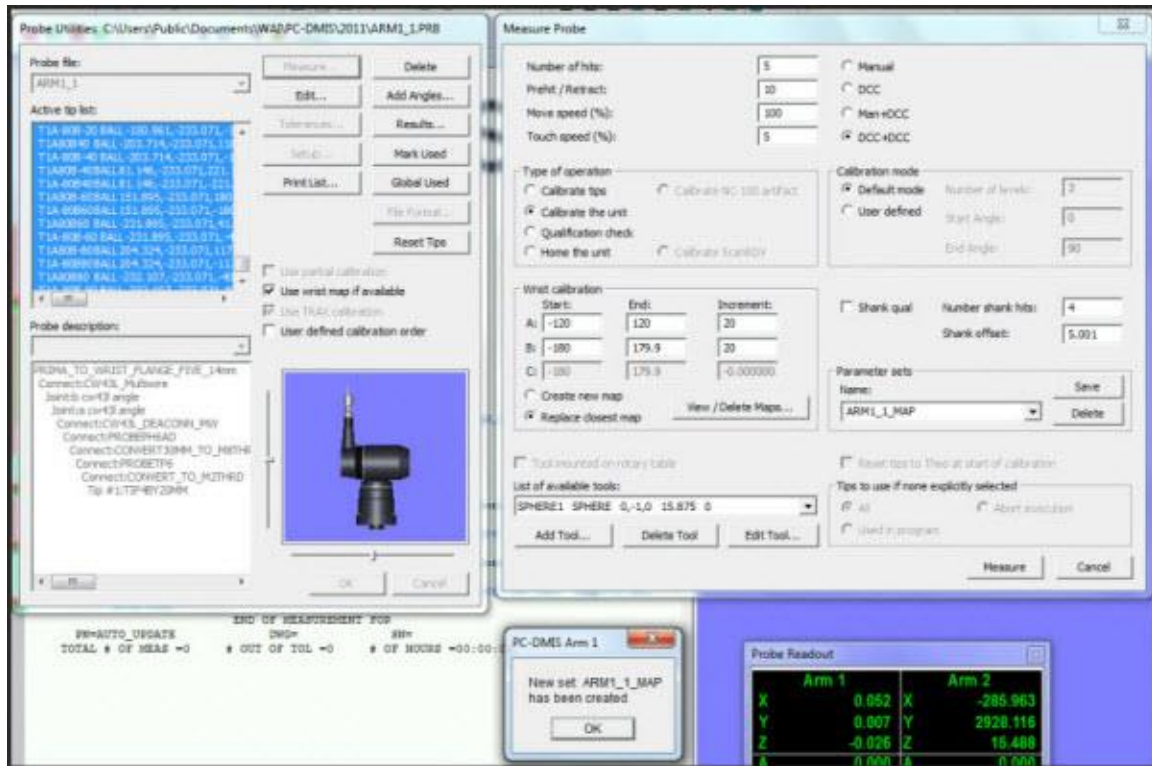
Étape 13 : Ajouter des commandes à **AUTO_MAPS.PRГ**

Il est inutile de créer une matrice bras à bras pour chaque extension. Une seule matrice est insuffisante pour une bonne précision, mais deux matrices donnent de bons résultats. Il est préférable de faire un mappage de l'extension courte, puis un de l'extension longue. Cette étape vous permet de générer la routine de **AUTO_MAPS.PRГ** pour les deux matrices recommandées.

Définir un ensemble de paramètres pour les extensions de palpeur dans **AUTO_MAPS.PRГ**

1. Accédez à **AUTO_MAPS.PRГ** et passez la fenêtre de modification en mode commande.
2. Commencez avec le palpeur **ARM1_1**. Ouvrez la boîte de dialogue **Mesurer palpeur (Insérer | Définition matérielle | Palpeur | Mesurer)** pour ce palpeur.

3. Définissez tous les paramètres requis dans cette boîte de dialogue afin de créer un mappage bras à bras de ce palpeur.
4. Choisissez **Remplac matr la plus proche** dans la zone **Calibrage du poignet**
5. Dans la zone **Ensembles de paramètres**, nommez l'ensemble en entrant un nom dans la zone **Nom** avec un suffixe « _MAP » (par exemple, « ARM1_1_MAP »).



Exemple de création d'ensemble de paramètres

6. Cliquez sur **Enregistrer**. Un ensemble de paramètres est créé pour le palpeur ARM1_1. Cliquez sur **OK** pour fermer la zone de message.
7. Répétez les étapes 2 à 6 pour chaque palpeur, en créant un ensemble de paramètres pour chacun d'eux.
8. Une fois terminé, vous devez avoir six ensembles de paramètres :

ARM1_1_MAP - Pour le palpeur nommé ARM1_1 (l'extension courte sur le bras 1)

ARM1_2_MAP - Pour le palpeur nommé ARM1_2 (l'extension moyenne sur le bras 1)

ARM1_3_MAP - Pour le palpeur nommé ARM1_3 (l'extension longue sur le bras 1)

ARM2_1_MAP - Pour le palpeur nommé ARM2_1 (l'extension courte sur le bras 2)

ARM2_2_MAP - Pour le palpeur nommé ARM2_2 (l'extension moyenne sur le bras 2)

ARM2_3_MAP - Pour le palpeur nommé ARM2_3 (l'extension longue sur le bras 2)



Vous devez seulement créer des ensembles de paramètres pour le nombre d'extensions sur chaque bras. Par exemple, si chaque bras compte seulement deux extensions, vous avez un total de quatre ensembles de paramètres, à la fin.

Vous pouvez à présent utiliser une commande AUTOCALIBRATE pour appeler l'un de ces ensembles de paramètres. Quand l'instruction AUTOCALIBRATE s'exécute, PC-DMIS génère un nouveau mappage bras à bras avec tous les réglages stockés dans l'ensemble de paramètres appelé.

Ajouter des commandes préliminaires dans AUTO_MAPS.PRG

1. Accédez à AUTO_MAPS.PRG.
2. Ajoutez une commande TEMPCOMP (compensation de température) pour le bras 1. Si vous calibrez dans un environnement contrôlé par le climat, les commandes de compensation de température sont inutiles. Voir « Compensation de la température » et « Utilisation de la compensation de température avec le calibrage de plusieurs bras ».
3. Ajoutez une commande MOVE/SYNC.
4. Ajoutez une commande TEMPCOMP pour le bras 2.
5. Tapez une commande MOVE/SYNC après les blocs de commandes TEMPCOMP.
6. Tapez une commande LOADPROBE/ARM1_1 pour charger le palpeur avec l'extension courte sur le bras 1. Attribuez la commande au bras 1.
7. Tapez une commande LOADPROBE/ARM2_1 pour charger le palpeur avec l'extension courte sur le bras 2. Attribuez la commande au bras 2.
8. Tapez une commande LOADPROBE/ARM1_3 pour charger le palpeur avec l'extension longue sur le bras 1. Attribuez la commande au bras 1.

9. Tapez une commande LOADPROBE/ARM1_2 pour charger le palpeur avec l'extension longue sur le bras 2. Attribuez la commande au bras 2.

Insérer des commandes AUTOCALIBRATE pour les matrices de palpeurs courts et longs dans AUTO_MAPS.PRG

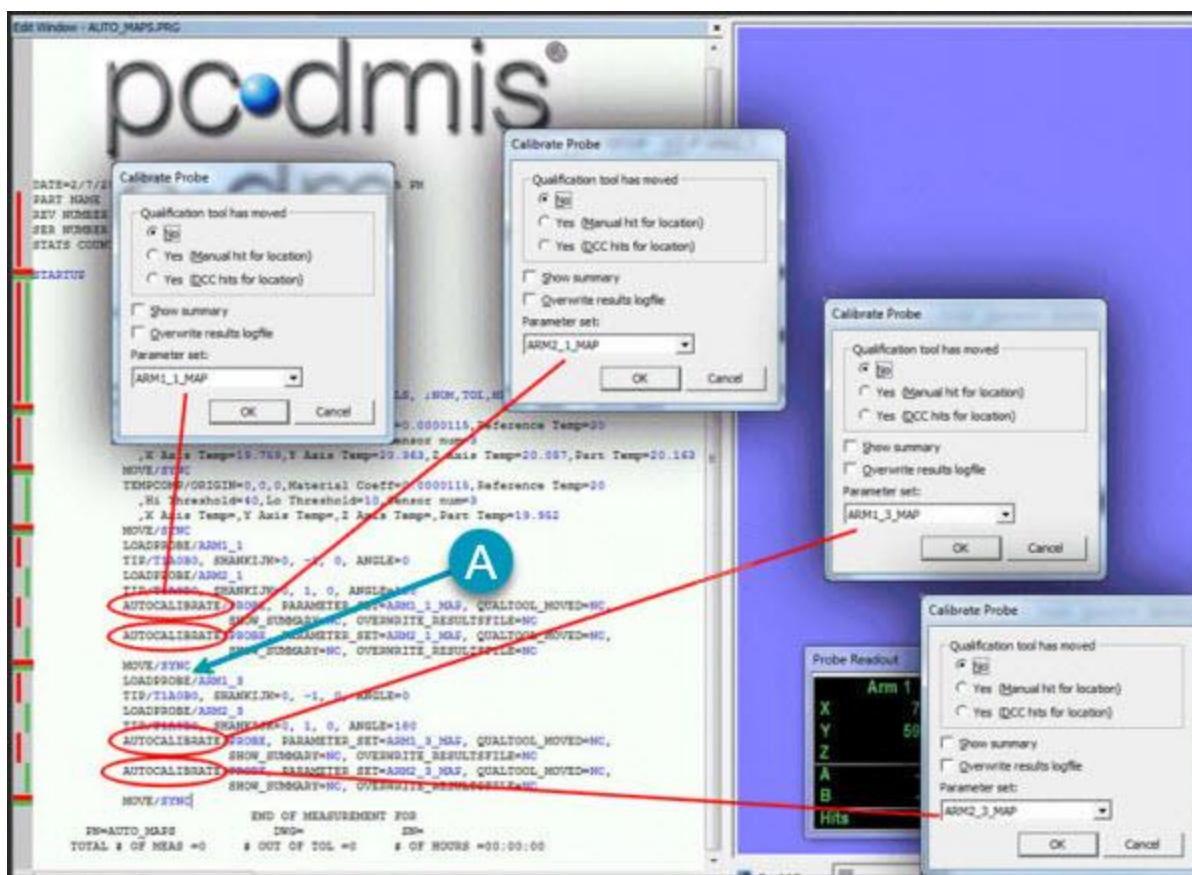
1. Accédez à AUTO_MAPS.PRG.
2. Placez le curseur après les commandes LOADPROBE pour les palpeurs courts.
3. Insérez une commande AUTOCALIBRATE (choisissez **Insérer | Calibrer | Calibrer palpeur**).
4. Appuyez sur F9 pour la commande. La boîte de dialogue **Calibrer palpeur** s'ouvre.
5. Dans la liste **Ensemble de paramètres**, choisissez l'ensemble de paramètres pour le palpeur court sur le bras 1. Il s'agit de ARM1_1_MAP.
6. Cliquez sur **OK**. La commande est mise à jour pour utiliser l'ensemble de paramètres sélectionné.
7. Attribuez la commande au bras 1.
8. Répétez les étapes 3 à 6 pour le palpeur court sur le bras 2. Il s'agit de ARM2_1_MAP. Attribuez la commande au bras 2.
9. Placez le curseur après les commandes LOADPROBE pour les palpeurs longs.
10. Répétez les étapes 3 à 6 pour le palpeur long sur le bras 2. Il s'agit de ARM1_3_MAP. Attribuez la commande au bras 1.
11. Répétez les étapes 3 à 6 pour le palpeur long sur le bras 2. Il s'agit de ARM2_3_MAP. Attribuez la commande au bras 2.
12. Entrez une commande MOVE/SYNC à la fin de la routine.

Insérer des mouvements entre les matrices de palpeurs courts et longs dans AUTO_MAPS.PRG

1. Après les commandes AUTOCALIBRATE pour les palpeurs courts et avant la commande LOADPROBE pour les palpeurs longs, entrez une commande MOVE/SYNC.
2. Après la commande MOVE/SYNC, vérifiez que les angles des contacts sont correctement ajustés par rapport aux changeurs de palpeur correspondants. Pour ce faire, insérez des mouvements aux dimensions de votre machine et à la configuration des bras et du changeur de palpeur.

Vous disposez de toutes les informations requises pour AUTO_MAPS.PRG.

Votre routine doit maintenant être organisée comme ceci :



Routine exemple AUTO_MAPS.PRG. Des déplacements de sécurité sont insérés après MOVE/SYNC, indiqué par une flèche verte (A).

Remarques sur l'utilisation de AUTO_MAPS.PRG

Vous exécutez cette routine pour rétablir le mappage bras à bras dans ces cas :

Chaque fois que votre planification de maintenance standard demande la mise à jour de vos mappages.

Chaque fois que vous devez utiliser un nouveau palpeur. Dans ce cas, vous devez ajouter les instructions LOADPROBE au nouveau palpeur.

- Chaque fois que votre poignet est remonté (par exemple, après qu'un technicien a ajusté sa compensation électronique).
- Chaque fois que des données sont perdues ou corrompues ou que vous n'êtes pas sûr que le mappage a été correctement généré.
- Chaque fois la condition d'une pièce change et altère la compensation thermique (par exemple, si vous enlevez la machine d'une pièce contrôlée par le climat).
- Chaque fois que la structure physique de la machine change.

Avant d'exécuter cette routine, supprimez les anciennes matrices. Utilisez le bouton **Afficher/supprimer matrices** dans la zone **Calibrage du poignet** de la boîte de dialogue **Mesurer palpeur** pour ce faire.

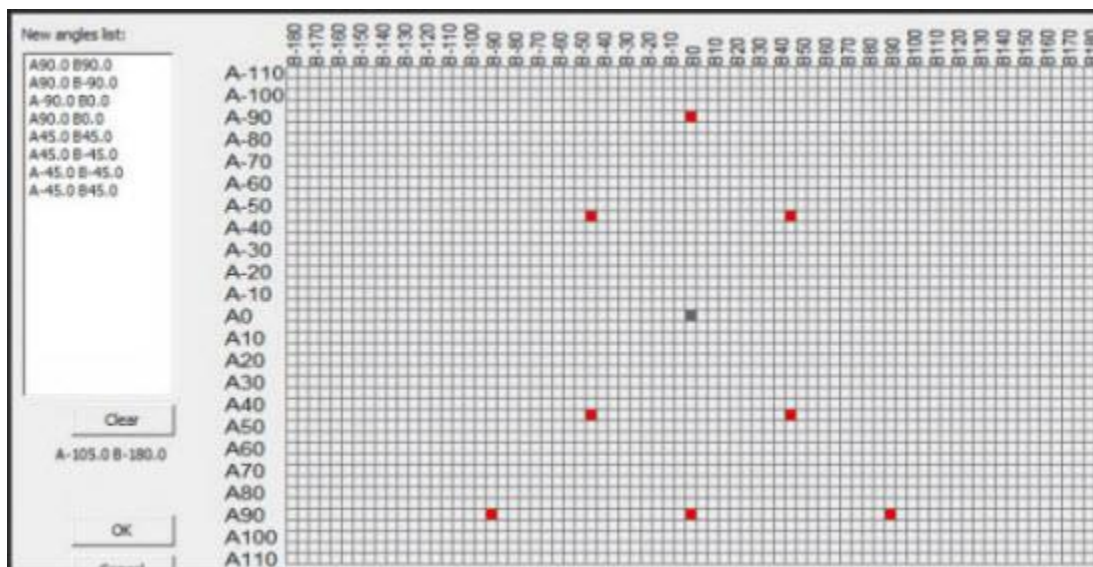
Si vous utilisez des extensions longues et que l'exécution ne se fait pas à la vitesse maximale, attendez au moins 3-4 heures avant d'exécuter la routine entière. Cette durée n'est qu'une estimation : elle dépend des dimensions de votre machine, de la longueur des extensions et du pourcentage de vitesse employé.

L'étape suivante du point de montage fournit des informations sur l'ajout de commandes à AUTO_UPDATE.PRG

Étape 14 : Ajouter des commandes à AUTO_UPDATE.PRG

En prenant l'étape 13 comme référence, procédez comme ceci :

1. Ajoutez les commandes préliminaires ([TEMPCOMP](#), [MOVE/SYNC](#) et [LOADPROBE](#)).
2. Dans ce cas, vous avez besoin d'une commande [LOADPROBE](#) pour tous les palpeurs (extensions courtes, moyennes et longues).
3. Appuyez sur F9 et vérifiez que la case **Utiliser matrice du poignet si disponible** est cochée pour chaque palpeur. Cliquez sur **Ajouter angles**.
4. Utilisez la case **Ajouter angles** pour chaque palpeur et ajoutez au moins 9 angles pour le palpeur souhaité. Ces angles sont recommandés car ils offrent une distribution assez précise : [0,0] [90,90] [90,-90] [-90,0] [-90,0] [45,45] [45,-45] [-45,-45] [-45,45]



Boîte de dialogue Ajouter angle montrant les angles suggérés

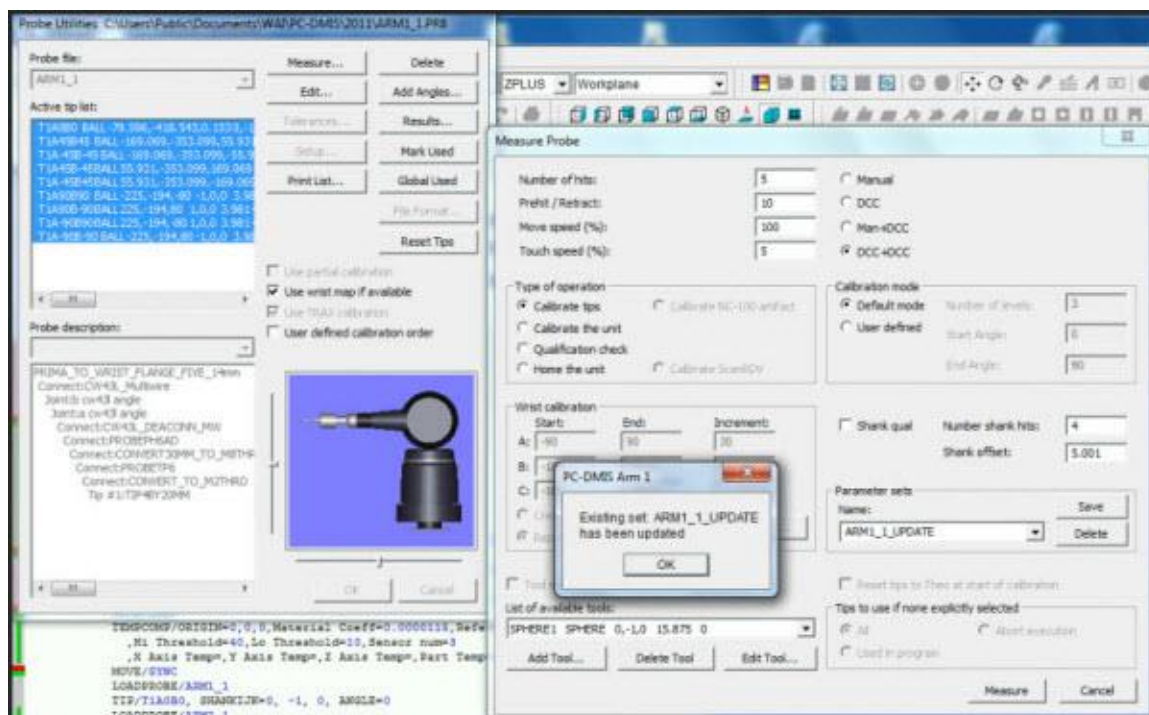


Pour une précision accrue, vous pouvez aller jusqu'à 17 angles ; dans ce cas le temps d'exécution de la mise à jour est rallongé.

Les 17 angles recommandés pour ce poignet sont :

[0,0] [90,0] [90,-45] [90,-90] [90,-135] [90,45] [90,90] [90,135] [-90,0] [45,-20] [45,-65] [45,-110] [45,-155] [45,25] [45,70] [45,115] [45,160]

- Ouvrez la boîte de dialogue **Mesurer palpeur** et définissez des ensembles de paramètres pour chaque palpeur. Vérifiez que les options **CND + CND** et **Calibrer contacts** sont sélectionnées.
- Nommez chaque ensemble de paramètres en fonction du nom du palpeur et en ajoutant le suffixe « _UPDATE ». Par exemple, ARM1_1 aurait l'ensemble de paramètres ARM1_1_UPDATE.

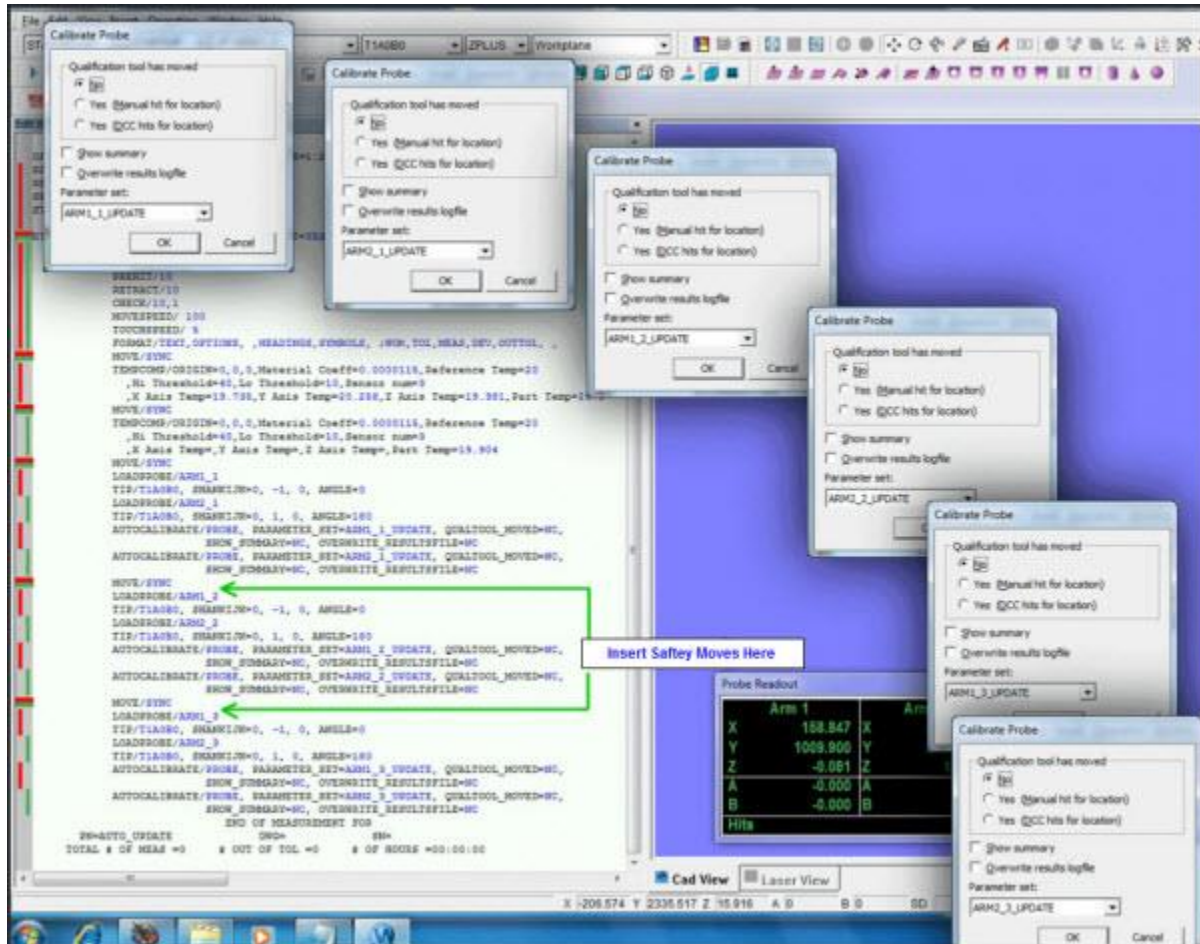


Exemple de création d'ensemble de paramètres

- Après chaque ensemble de commandes **LOADPROBE**, insérez deux commandes **AUTOCALIBRATE** correspondant aux ensembles de paramètres pour les palpeurs chargés.
- Insérez une commande **MOVE/SYNC** après chaque paire **AUTOCALIBRATE**.
- Entre chaque paire **AUTOCALIBRATE**, après la commande **MOVE/SYNC**, insérez des commandes de déplacement de sécurité pour éviter la possibilité d'échecs

quand les bras se déplacent pour permuter des palpeurs dans et hors du changeur de palpeur.

À ce stade, votre routine de mesure doit être organisée comme ceci :



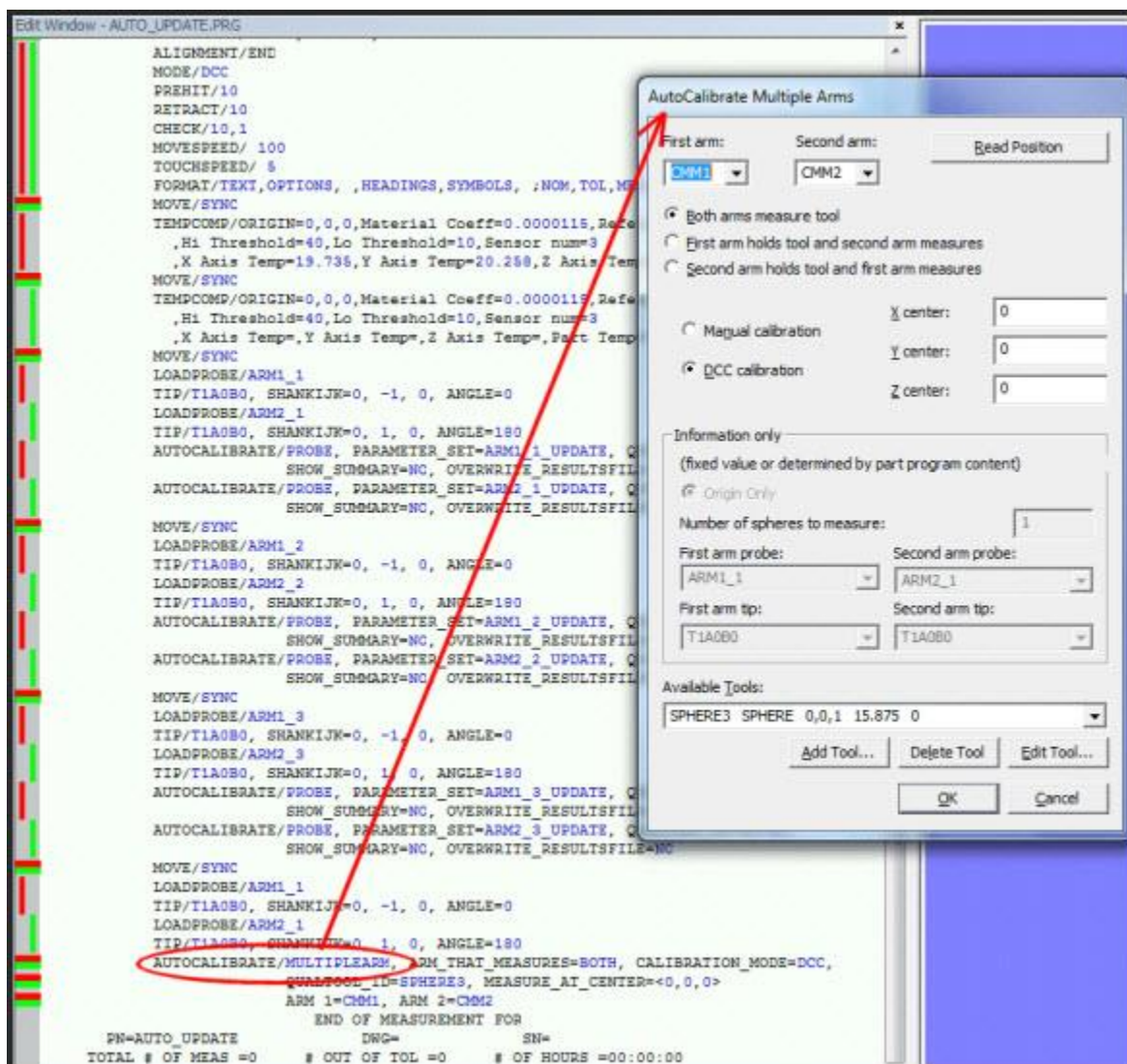
Exemple de routine de mesure `AUTO_UPDATE.PRG`

Continuez en ajoutant ces commandes :

1. Allez à la fin de la routine de mesure, et ajoutez une commande `LOADPROBE` pour `ARM1_1` et pour `ARM2_1`.
2. Insérez une commande `AUTOCALIBRATE/MULTIPLEARM` et appuyez sur F9. La boîte de dialogue **Calibrage auto bras multiples** s'ouvre.
3. Pour **Premier bras**, choisissez CMM1. Pour **Second bras**, choisissez CMM2.
4. Choisissez **Les 2 bras mesurent l'outil**.
5. Choisissez **Calibrage CND**.
6. Choisissez SPHERE3 dans la liste **Outils disponibles**.

Utilisation du mode maître/esclave

Ce dernier morceau fait que l'extension courte sur les deux bras mesure SPHERE3 afin d'ajuster la relation une dernière fois entre bras 1 et bras 2. En général, vous devez seulement employer cette commande finale après environ un mois d'utilisation de la machine (ou après un grand nombre de mesures) pour corriger de temps à autre le décalage et améliorer la précision.



Boîte de dialogue Calibrage auto maître/esclave

Avant d'exécuter cette dernière partie de la routine de mesure, veuillez à replacer les sphères de calibrage (SPHERE1, SPHERE2 et SPHERE3) sur la table.

Remarques sur l'utilisation de AUTO_UPDATE.PRG

Vous exécutez cette routine de mesure pour mettre à jour le mappage pour un contact spécifique dans ces cas :

- Chaque fois que vous voulez ajuster la précision de la machine.
- Chaque fois que vous voulez ajuster un contact ou devez en ajouter un nouveau.

Cette routine de mesure est utilisée plus fréquemment que AUTO_MAPS.PRG.

Une commande `AUTOCALIBRATE` standard avec des paramètres de mise à jour et 1 extension peut être appliquée avec la commande Exécuter le bloc.

L'exécution de la routine de mesure entière pour toutes les extensions de palpeur en utilisant les neuf angles recommandés prend environ 30 minutes.