Licence Professionnelle GPI

Métrologie sans contact NUMERISATION 3D



Métrologie et contrôle qualité

Mesures avec et sans contact par bras de mesure Romer

# **INTRODUCTION - PRINCIPES**

# 1. Le bras de mesure Romer

### **1.1 Description**

http://fr.romer.com/sigma-series-portable-cmms

Le bras est un outil de mesure tridimensionnel 6 axes. Chaque angle du bras est mesuré avec des codeurs. Grâce à une mécanique précise et une bonne connaissance des dimensions du bras, ce dernier peu donner les coordonnées d'un point X,Y,Z dans l'espace.

Il se termine par un capteur :

- avec contact : à bille ou à pointe
- sans contact : scanner à ligne laser et capteur CCD

Les acquisitions sont assurées par un logiciel spécifique

- G-Pad utilisé pour les mesures géométriques
- G-Scan utilisé pour la digitalisation sans contact.

Le système trouve ses applications dans :

- le contrôle de qualité de pièces mécaniques
- la rétroconception (exportation de l'acquisition vers un logiciel de CAO)

Vérifier les connexions, l'alimentation électrique, la présence de la carte PCMCIA. Mettre le boîtier Hub rouge sous tension puis démarrer l'ordinateur cadre 1 : Bras de mesure à 6 axes portable et ouvrir le logiciel G-Pad.

### **1.2 Documentation**

Ouvrir le dossier technique DTLP2. Consulter la documentation constructeur, plus particulièrement les fiches produits (à ouvrir à partir de l'index) :

- du bras Arm 2000 Sigma (partie A.Arms), de GScan RX2
- du logiciel G-Pad (E.G-Pad) et du logiciel 3DReshaper

Répondre aux questions :

- Expliquez ce qu'est le test de la sphère appliqué au bras Arm 2000 Sigma et quelle est son rôle.
- Quelles sont les fonctionnalités du logiciel G-Pad ?
- Quelle est la distance surface-caméra à respecter ? Quelle est la longueur de la ligne laser ? Quelles sont les fonctions liées à la triangulation ?

# 2. Mise en route

Attention à ne pas laisser tomber le bras. Veillez à employer correctement le système de blocage du bras en position haute. Pour éviter qu'il ne tombe, laisser le bras de préférence posé sur le support en polystyrène pendant la séance.

Vérifier la présence du capteur à bille de diamètre 6 mm (cadre 2).

Ouvrir le "manuel utilisateur" du bras dans la cadre 2 : Capteur à bille documentation constructeur (A.Arms – Arm2000 Sigma) Page 25 sont décrits les axes du bras.



Initialisation : au démarrage du logiciel G-Pad l'initialisation est demandée (cadre 4). Initialiser les 6 axes conformément aux indications fournies dans le "manuel de formation" (E.G-Pad Manuel de formation) page 10.



Licence Professionnelle GPI Option : métrologie et contrôle qualité

Manipulation du bras :on tient le "poignet" du bras dans une main et le "coude" dans l'autre.

Exercez-vous à utiliser la souris avec le bras, voir page 10 et cadre 3. La souris du bras ou de l'ordinateur peut-être validée ou invalidée par rotation jusqu'en butée de l'axe F.

Ouvrir le manuel utilisateur G-Pad (E.G-Pad) de la documentation du constructeur. Voir page 9 les zones de gestion, d'affichage et de travail ainsi que les outils qu'elles contiennent.

Positionner la souris en haut de l'écran pour faire apparaître les 5 menus déroulants.

Dans le menu MAINTENANCE, "AFFICHE XYZ" donne les coordonnées du centre de la bille du capteur.

Dans la zone de gestion, valider le capteur 6mm (capteur N<sup>2</sup>). Par défaut le référentiel est le référentiel du bras (RM)

Dans la zone de travail, cliquer sur la règle (bleue) pour mesurer un point (voir page 13).

Appliquer alors la bille du capteur en un point du plan de travail et appuyez sur le bouton 1 (cadre 3).

S'affichent alors les coordonnées (X,Y,Z) du point et celles (A,B,C) du vecteur associé.

Montrer et commenter oralement l'état d'avancement de votre travail

# MISE EN ŒUVRE

### 1. Mesures avec contact

Capteur à bille 6mm - Logiciel G\_Pad - Doc G\_Pad-Objet "tridim".

### 1.1 Création d'un référentiel "objet"

A partir du menu fichier, créer un cahier, attribuer un nom : "TRIDIM + vos initiales". Ouvrir la page 1. Voir le dessin technique 2Etalon MMT de l'objet dans le dossier technique.

Un clic sur le bouton G-tech ouvre une boîte à outils rapides. Nous choisissons de créer un référentiel à partir de trois plans.

Le plan z est horizontal. Veillez à palper suffisamment de points sur toute la surface du plan noté J de l'objet. Après 7 ou 8 points un appui long sur le bouton souris 1 valide les points qui définissent le plan. Le plan y est obtenu en palpant la face avant (parallèle à B), le plan x à partir de la face du côté gauche (noté C). Enregistrer ce référentiel R1 sous le nom "REF\_3D".

Rechercher les caractéristiques des plans en utilisant l'outil loupe. Renommer les plans après les avoir reconnus : Px; Py; Pz.

Rechercher le point origine par "AFFICHE XYZ" afin de vérifier votre référentiel objet. Relever les coordonnées de points bien choisis caractéristiques de l'objet par exemple les 4 sommets du plan de référence J.

Montrer vos résultats à un professeur

### 1.2 Mesure de la pièce

• Palper le plan vertical droit Px' parallèle à Px. Utiliser la règle "mesure" pour caractériser successivement deux plans Px et Px'. Sélectionner ces deux plans puis cliquer sur la calculatrice.









# Métrologie sans contact

# **NUMERISATION 3D**

# Métrologie sans contact **NUMERISATION 3D**

MMT

Mesurer la distance entre ces plans d(Px\_Px') = ...... mm; leur parallélisme  $\alpha = \dots^{\circ}$ 

Revenir à l'outil règle (mesure) pour caractériser le cylindre de qauche de la pièce "TRIDIM". Il s'agit du cylindre de petit diamètre (noté E). Utiliser "Cylindre (diamètre intérieur)".

Pour cela, palper un cercle au fond du cylindre puis un cercle en haut. Choisir des points sur toute la circonférence.

En mode *calcul*, après validation du cylindre CYL1, rechercher le diamètre.

Extraire la droite DR1 renommée "AXECYL1". Rechercher l'angle  $\alpha_Z$  Cadre 6 : « TRIDIM » l'étalon de mesure pour entre "AXECYL1" et Pz. Faire de même avec Px et Py.

DiaCYL1 = ...... mm;  $\alpha_X$  = ......°;  $\alpha_Y$  = ......°;  $\alpha_Z$  = .....°;

Définir maintenant un "cylindre compensé dans le plan". Valider pour cela le plan Pz puis projeter le "cercle compensé dans le plan (diamètre interne)" proposé par l'outil de mesure. Il s'agit du cylindre CYL2 (noté D) de plus grand diamètre, coaxial avec CYL1.

Pour cela palper un cercle intérieur au cylindre à l'aide de 5 ou 6 points le long de sa circonférence.

Avec l'outil calcul, mesurer le diamètre de CYL2, Définir son axe "AXECYL2". Vérifier le parallélisme des axes et leur distance :

> DiaCYL2 = ...... mm ; Angle(AXECYL1,AXECYL2) = ......°; Distance(AXECYL1,AXECYL2) = ..... mm

• Enregistrer votre fichier "TRIDIM+vos initiales" dans votre dossier.

Montrer vos résultats à un professeur qui installera avec vous la caméra G Scan

# 2. Mesures sans contact

Capteur à caméra CCD - Logiciel 3DReshaper - Help 3DReshaper - Objet "2CV".

# 2.1 Configuration du bras

Mettre le boîtier Hub rouge sous tension puis démarrer l'ordinateur et ouvrir le logiciel 3DReshaper.

Voir doc 3DReshaper page 4.

Dans le menu, choisir « Construction »-« Mesurer forme/Digitaliser » qui permet d'atteindre l'outil de connexion du bras :

- Dans le champ Capteur choisir « Laser plan »,
- Une procédure de démarrage automatique se déroule patienter jusqu'à la dernière étape qui suit la détection de la caméra. Un bilan s'affiche dans un cadre "Status Viewer".
- Une fenêtre d'initialisation des axes s'ouvre (Cadre 8).
- Faire un appui sur un bouton du bras (lance le reset) Procéder à la reconnaissance des axes (Cadre 8).

Attention, cette opération est à faire avec précaution en présence d'un professeur !

### 2.2 Digitalisation

### 2.2.1 Initialisation

Choisir dans le mode de mesure : « Bouton comme interrupteur On/Off » : cela signifie que dès que vous appuyer sur le bouton, vous lancez l'acquisition et dès que vous rappuyez vous stoppez l'acquisition (c'est l'option la mieux adaptée sans contact).

Choisir dans la densité de points : « Limiter la densité de points » et indiquer 3 dans le champ à coté.



Cadre 7 : Caméra G\_Scan





Cadre 8 : en cours de reconnaissances des axes

### 2.2.2 Réglages optiques

On utilise la procédure automatique :

- Viser la pièce à scanner, le pointeur au voisinage de la ligne
- Appuyer sur les deux boutons du bras puis relâcher. Le pointeur clignote pendant que la ligne s'affine.
- Attendre que le pointeur soit fixe.

### 2.2.3 Acquisition des patchs

Dans la fenêtre « Mesurer Forme », sélectionner l'onglet « Point » puis appuyer sur le bouton 2 ou sur celui de la caméra GScan pour démarrer un patch.

Pour arrêter l'acquisition, refaire un appui court sur ce bouton.

Pour effacer le patch, faire un appui long sur ce bouton.

Pour la fin des mesures, faire un appui sur le bouton 1.

Faire l'acquisition de plusieurs patchs de points en utilisant la caméra comme un pinceau afin de couvrir toute la surface.

### 2.2.4 Fusionner les patchs

Dans l'arbre, sélectionner les différents nuages en maintenant la touche Ctrl enfoncé puis une fois que tous les nuages à fusionner sont rose, sélectionnez dans le menu « Nuages »-« Extraire/Fusionner »

Observer le résultat de ces opérations en utilisant différents modes de Cadre 10: choix d'un repère. visualisation

### 2.2.5 Création du repère

Nous choisissons un référentiel centré au point O à l'arrière droit de la 2CV, l'axe z est vertical, y est parallèle à l'axe des roues. Cadre 10. Nous utiliserons la méthode plan-droite-point :

- <u>Le plan</u> : Pz obtenu en créant le meilleur plan passant par les parties inférieures planes de la 2CV. Il fixe la direction de l'axe z.
- <u>La droite</u> : Dry. Elle fixera l'orientation de l'axe y. L'orientation de x sera dès lors déterminée (trièdre direct). On l'obtient en faisant l'intersection du plan de la fenêtre arrière, supposée plane (PI5 par exemple) et du plan Pz.
- <u>Le point</u> : PtO. Il fixe l'origine du repère. On l'obtient faisant l'intersection du plan latéral de la 2CV et de cette droite.

### 2.2.5.1 Création du plan Pz

A l'aide de l'outil « Nuages »-« Nettoyer le nuage boite dynamique », créer 4 nuages correspondant aux parties plates inférieures de la 2CV (il suffit de les sélectionner et de faire choisir l'option « garder les deux parties » Voir Cadre 12.



Cadre 12 : Extraction des 4 zones



Cadre 9 : Boutons du bras





Cadre 11 : Acquisition et traitement des acquisitions puis exploitation sous 3DReshaper

# Métrologie sans contact

# **NUMERISATION 3D**

Fusionner ces 4 zones en les sélectionnant avec le touche Ctrl enfoncée puis faire « Nuages »- « Extraire/Fusionner ».

Créer le plan Pz, à partir de ce nuage fusionné, choisir dans le menu « Construction »-« Meilleure forme » Voir



Cadre 13

### 2.2.5.2 Création de la droite Dry

Avec la souris, cliquer sur un point du nuage de la fenêtre arrière de la 2CV. Extraire une partie du nuage de points qui correspond à la fenêtre arrière. Sélectionner ce nuage et choisir dans le menu « Construction »-« Meilleure forme » Créer la droite en sélectionnant les deux derniers plans puis en choisissant « Construction »-« Intersection planaire » (la droite Dry est créée) Voir Cadre 14.



Cadre 14 : Création de Dry

### 2.2.5.3 Création de l'origine O

Choisir dans le menu « Construction »-« Extraire forme ».

Avec la souris, cliquer sur un point du nuage du coté droit de la 2CV et ajuster le curseur pour avoir le meilleur plan Py.

Créer l'origine en sélectionnant la droite Dry et le plan Py puis en choisissant « Construction »-« Intersection planaire » (l'origine O est créée) Voir





Cadre 15 : création de l'origine

### 2.2.5.4 Changement de repère

Dans l'arbre de construction, sélectionner Pz, Dry et O et avec le bouton droit de la souris faire « Afficher seul »

Sélectionner dans l'arbre tous les éléments scannés et créés.

Choisir dans le menu « Edition »-« Aligner repères » :

- Dans la cadre « Changer l'origine » cliquez sur « cliquer un point »puis choisir l'option « puis cliquer sur l'origine.
- Sélectionner en rose Z et cliquer sur « Cliquer une normale » puis sélectionner le plan Pz (si nécessaire choisir inverser)
- Sélectionner en kaki Y et cliquer sur « Cliquer un segment »puis sélectionner la droite Dry (si nécessaire choisir inverser)



Cadre 16 : changement de repère

• Sélectionner « mettre à jour le système de coordonnées 1 » puis valider par OK

On obtient le résultat voir Cadre 16. Appuyer sur la touche X, ou Y ou Z, vous verez la pièce suivant chaque vue

On peut mesurer la hauteur par exemple en tapant Y puis « Construction »-« Mesurer avec la souris » et cliquer sur un point au sommet de la 2CV et un du bas.

### 2.2.6 Nettoyer

Sélectionner dans l'arbre le nuage fusionné, puis effectué le nettoyage des points inutiles « Nuages »-« Nettoyer le nuage boite dynamique » (voir TD ou aide <u>3DReshaper</u> page 5).

### 2.2.7 Trianguler - Lisser

Faire une triangulation en 2 étapes, laissez les valeurs par défaut donnés par 3DReshaper.

Enregistrer dans votre dossier quelques images illustrant votre travail ainsi que votre fichier "2CV+initiales"

# PERFORMANCES DU SYSTEME

### 1. Les codeurs

Dans le DT9 (ou sur le site : <u>http://www.ac-poitiers.fr/cmrp/sts/stsgel/ressourc/captposi.pdf</u>) lire le document capteurs\_position.pdf, plus particulièrement l'étude des codeurs rotatifs.

- Un bras de mesure utilise-t-il des codeurs incrémentaux ou des codeurs absolus ? Argumentez votre réponse.
- Dans la documentation du constructeur (fiche technique) on peut lire : "codeurs haute résolution 640000 à 1280000 C/R points". En déduire le nombre n de pistes sur les codeurs utilisés.
- Combien y a-t-il de codeurs utilisés dans le bras Romer ? A combien estimez-vous le nombre d'entrées du système de traitement ?
- Comment peut-on remédier au problème, si le nombre d'entrées dans le système de traitement devient trop important ?

### 2. Les palpeurs

Dans le DT9 (ou sur le site http://www.mesures.com/archives/768palpeurs.pdf) lire le document palpeurs.pdf.

- Quels sont les différents types de palpeurs ?
- Quels sont les critères de choix ?

### 3. Le tolérancement

Ouvrir le fichier « les\_spécif\_géométriques » : revoir le concept GPS et les principales définitions.

Voir ensuite les animations permettant de lire les spécifications géométriques (Cadre 17) :

- De forme
- D'orientation
- De position

Se reporter au manuel utilisateur G\_Pad p.50 et suivantes pour les définitions et les modes opératoires.

Ouvrir le fichier "Tridim" de vos mesures avec contact. On étudiera les défauts :



Cadre 17 : le concept GPS

- D'orientation : perpendicularité droite/plan (AXECYL1/Pz) Tolérance 0,1 pour une longueur de zone de tolérance de 30 – Mode opératoire décrit p. 76 – Noter et enregistrer le résultat.
- De position : coaxialité (Cyl2/Cyl1) Tolérance 0,2 Mode opératoire décrit p. 110 Noter et enregistrer le résultat.
- Vérifier l'accord de vos résultats avec les informations figurant sur le dessin technique <u>2Etalon\_MMT</u> (Cyl2 = E ; Cyl1 = D ; Pz = J)

### 4. La triangulation – Le lissage.

### 4.1 Maillage

Donner le principe de triangulation utilisé si on fait un maillage en gardant tous les points. Voir Cadre 18

Exercez-vous à utiliser plusieurs types de maillages, avec ou sans critères géométriques et/ou qualité. Modifier les critères de réduction de bruit, ceux de détection des trous.

Après triangulation observer et comparer vos résultats.

### 4.2 Lissage

Modifier les critères de lissage puis observer les résultats et commentez vos résultats.

Montrer vos résultats à un professeur

réation de maillage 3D				
Propriétés nuage(s) de points				
Nb de points	1578412			
Taille	245.67			
<ul> <li>Faire un seul maillage à partir de tous les points sélectionnés</li> </ul>				
O Autant de maillages que de sélectionnés				
R	éduction de bruit			
💿 Maillage en 2 étapes	2.4567			
C Echantillonnage régulier:	1.22835			
<ul> <li>Pas de réduction de bruit filtrage uniquement par erreur de corde 3D</li> </ul>				
Erreur de corde 3D (déviation)	0.1			
Détection de trous	sestion des trous -			
Taille triangle	1e+030			
Essayer de garder uniquement le bord extérieur				
Essayer de créer un maillage clos				
OK	Annuler			

Cadre 18 : Maillage en gardant tous les points

# LISTE DU MATERIEL et DES LOGICIELS

Type matériel		Nbre	Remarques
Bras de mesure sigma 2018 Romer 1		1	6 axes ; 4,6 kg; volume de mesure 1800mm
Kit de fixation		1	
Pack WIFI		1	
Ordinateur portable		1	
Capteur à bille		1	Rubis ; diamètre 6 mm
Capteur G_Scan		1	Caméra CCD ; 500 g ; 7eme axe Llaser 650 nm 5mW (ligne) – laser 650 nm 3mW (pointeur)
Objet "TRIDIM"		1	Etalon pour machine de mesure tridimensionnelle
Maquette en plâtre 2CV		1	A fixer avec serre-joints
Logiciels	Documentation sur sites		
G_Pad	Les palpeurs : <u>http://www.mesures.com/archives/768palpeurs.pdf</u> )		
3DReshaper	Les codeurs : <u>http://home.tiscali.be/lestechniques/codeurs.htm</u> http://www.ac-poitiers.fr/cmrp/sts/stsgel/ressourc/captposi.pdf)		
Excel	Romer – Hexogon metrology : <u>http://www.romer.fr/FRnouveau.htm</u> GPad : <u>http://fr.romer.com/g-pad</u> 3DReshaper: <u>http://www.technodigit.com/fr1/Fr_3dreshaper.htm</u>		
ModelPress Reader	ModelPress Reader : <u>http://www.modelpress.com/</u>		
Specif_géométriques	Specification_géométriques_EXE : <a href="http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/telecharge.php?fic=Specifications_geometriques_p_EXE.zip">http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/telecharge.php?fic=Specifications_geometriques_PDF.zip</a> Le concept GPS : <a href="http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/telecharge.php?fic=Specifications_geometriques_PDF.zip">http://www.cnr-cmao.ens-cachan.fr/telecharge.php?fic=Specifications_geometriques_PDF.zip</a>		
Screen Hunter	Tolérancement : <u>http://euclid.web.cern.ch/euclid/euclid/ISO/synthesecern.pdf</u>		

cadre 19 : liste du matériel