

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 peut 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 portable et ouvrir le logiciel G-Pad.



cadre 1 : Bras de mesure à 6 axes

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)
- 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.

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

Ouvrir le "manuel utilisateur" du bras dans la documentation constructeur (A.Arms –Arm2000 Sigma)

Page 25 sont décrits les axes du bras.



cadre 2 : Capteur à bille

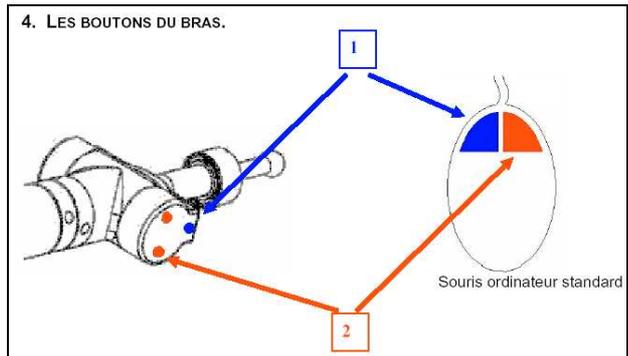
Initialisation : au démarrage du logiciel G-Pad l'initialisation est demandée (cadre 4). Initialiser les 6 axes conformément aux indications fournies dans le "manuel de formation" (E.G-Pad Manuel de formation) page 10.

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.



cadre 3 : Utilisation ou non de la souris avec le bras

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°2). 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 [2Eetalon_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.

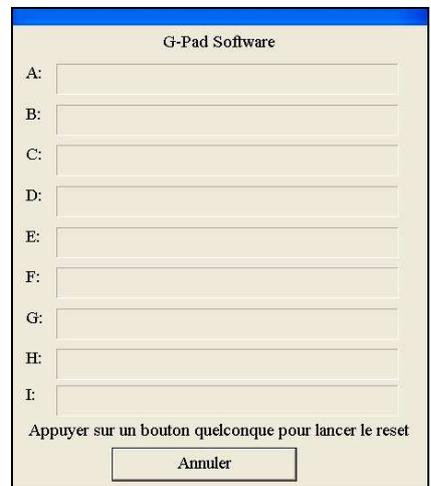
Rechercher le point origine par "AFFICHE XYZ" afin de vérifier votre référentiel objet.

Relever les coordonnées de points bien choisis caractéristiques de l'objet par exemple les 4 sommets du plan de référence J.

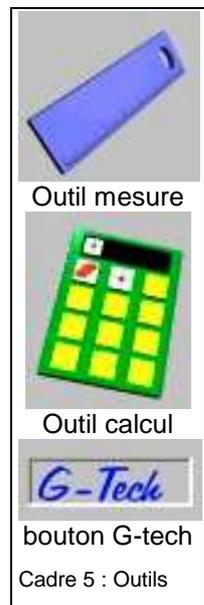
Montrer vos résultats à un professeur

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.



cadre 4 : initialisation du bras



Cadre 5 : Outils

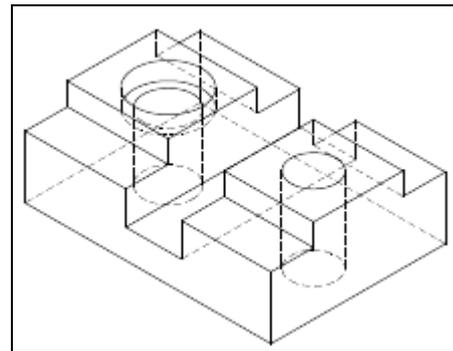
Mesurer la distance entre ces plans $d(Px_Px') = \dots\dots\dots$ mm; leur parallélisme $\alpha = \dots\dots\dots^\circ$

- Revenir à l'outil règle (*mesure*) pour caractériser le cylindre de gauche 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 α_z entre "AXECYL1" et Pz. Faire de même avec Px et Py.



Cadre 6 : « TRIDIM » l'étalon de mesure pour MMT

DiaCYL1 = mm ; $\alpha_x = \dots\dots\dots^\circ$; $\alpha_y = \dots\dots\dots^\circ$; $\alpha_z = \dots\dots\dots^\circ$;

- 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.



Cadre 7 : Caméra G_Scan

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".

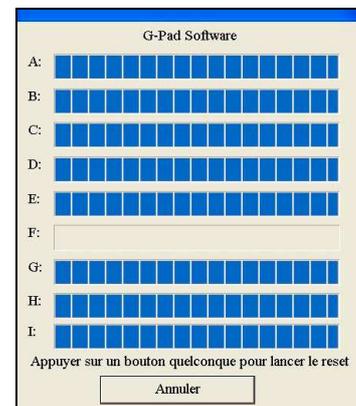
2.1 Configuration du bras

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 « Gscan »,
- 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).



Cadre 8 : en cours de reconnaissances des axes

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

2.2 Digitalisation

2.2.1 Initialisation

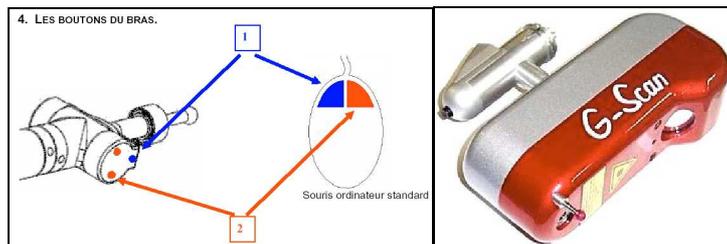
Choisir dans le mode de mesure : « Bouton comme interrupteur On/Off » : cela signifie que dès que vous appuyer sur le bouton, vous lancez l'acquisition et dès que vous rappuyez vous stoppez l'acquisition (c'est l'option la mieux adaptée sans contact).

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

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.



Cadre 9 : Boutons du bras

2.2.3 Acquisition des patches

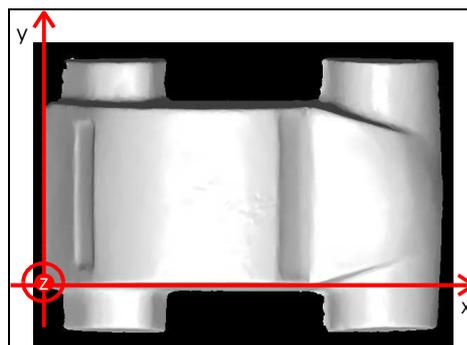
Dans la fenêtre « Mesurer Forme », sélectionner l'onglet « Point » puis appuyer sur le bouton 2 ou sur celui de la caméra GScan pour démarrer un patch.

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 patches de points en utilisant la caméra comme un pinceau afin de couvrir toute la surface.



Cadre 10: choix d'un repère.

2.2.4 Fusionner les patches

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 visualisation

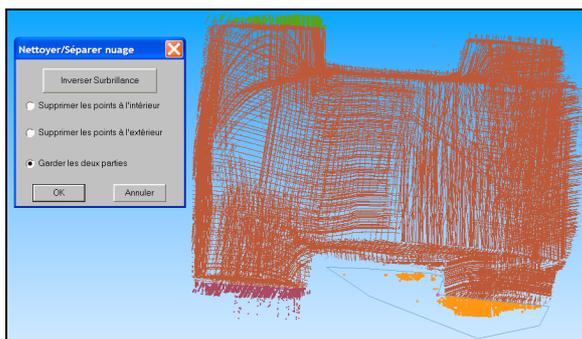
2.2.5 Création du repère

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.

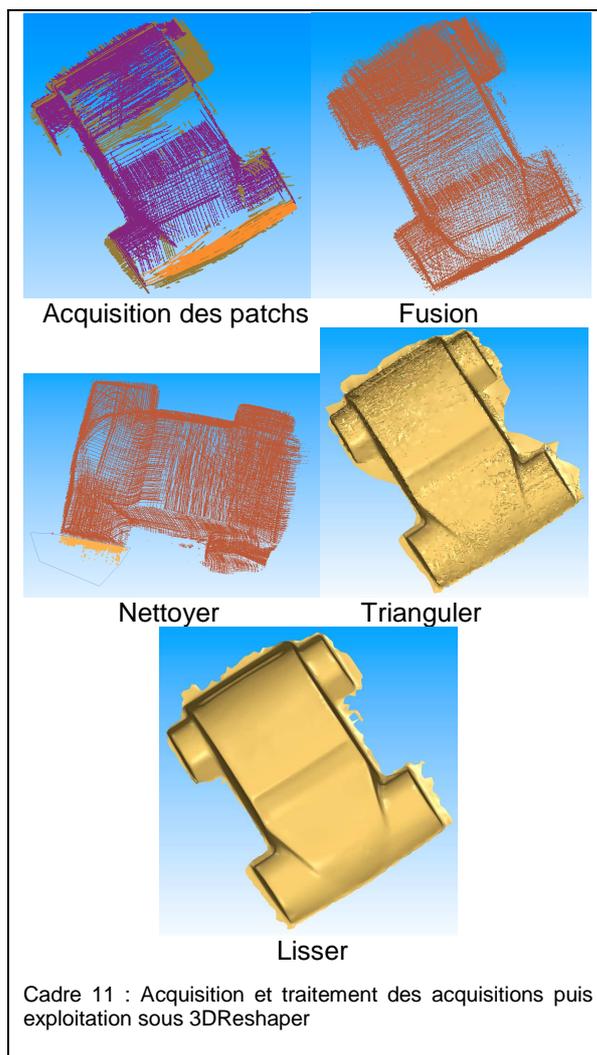
Nous utiliserons la méthode plan-droite-point :

- Le plan : Pz obtenu en créant le meilleur plan passant par les parties inférieures planes de la 2CV. Il fixe la direction de l'axe z.
- La droite : 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.
- Le point : PtO. Il fixe l'origine du repère. On l'obtient en faisant l'intersection du plan latéral de la 2CV et de cette droite.

2.2.5.1 Création du plan Pz



Cadre 12 : Extraction des 4 zones

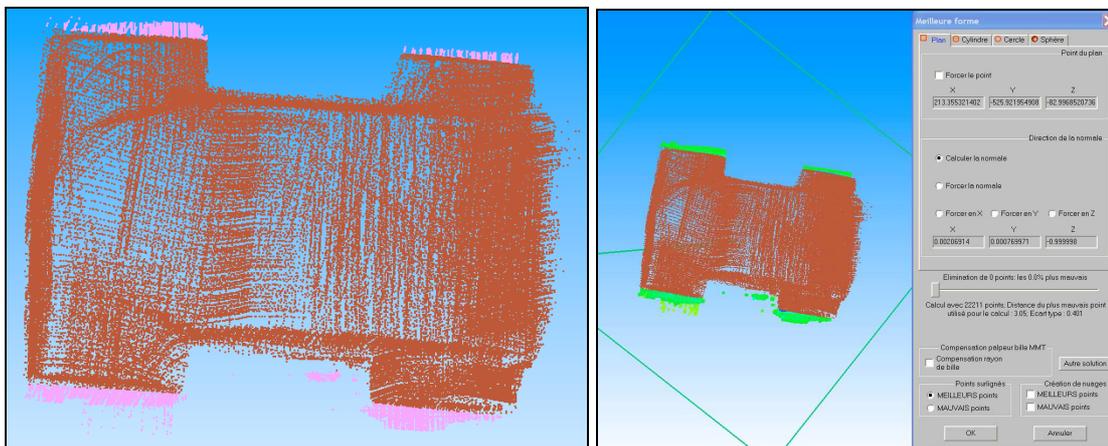


Cadre 11 : Acquisition et traitement des acquisitions puis exploitation sous 3DReshaper

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.

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.



Cadre 13 : création du plan Pz

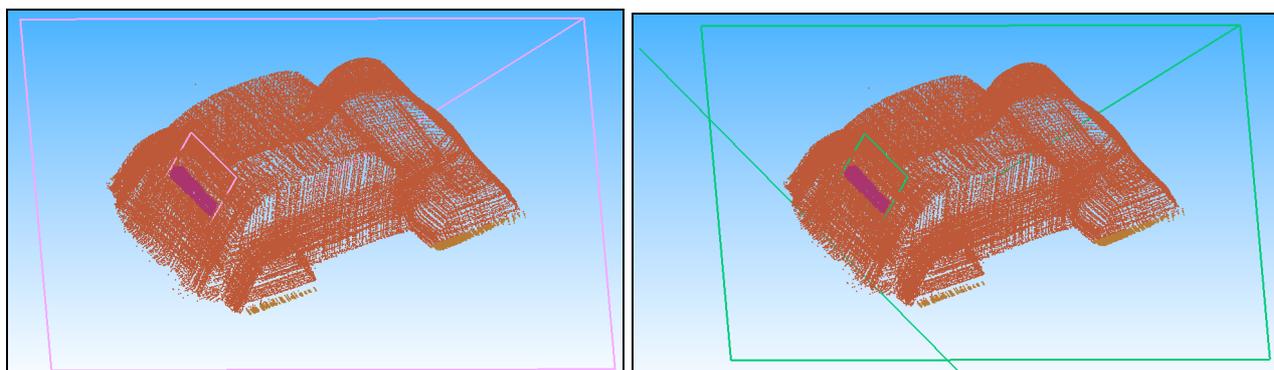
2.2.5.2 Création de la droite Dry

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 côté droit de la 2CV et ajuster le curseur pour avoir le meilleur plan Py.

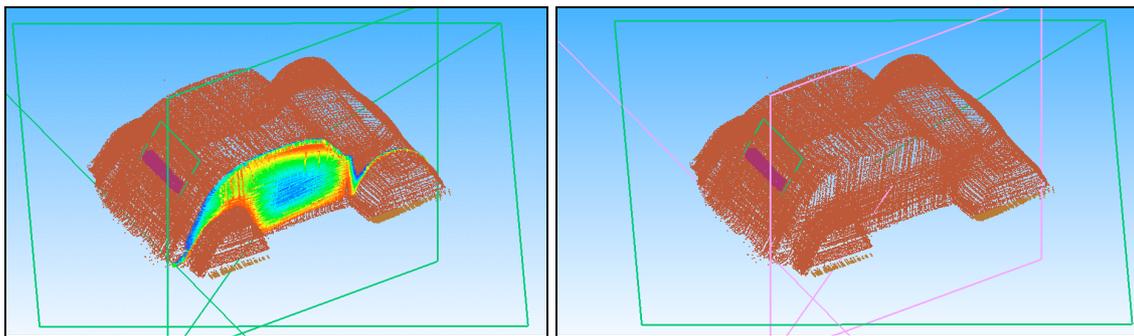
Créer l'origine en sélectionnant la droite Dry et le plan Py puis en choisissant « Construction »-« Intersection planaire » (l'origine O est créée) Voir Cadre 15.

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 » :

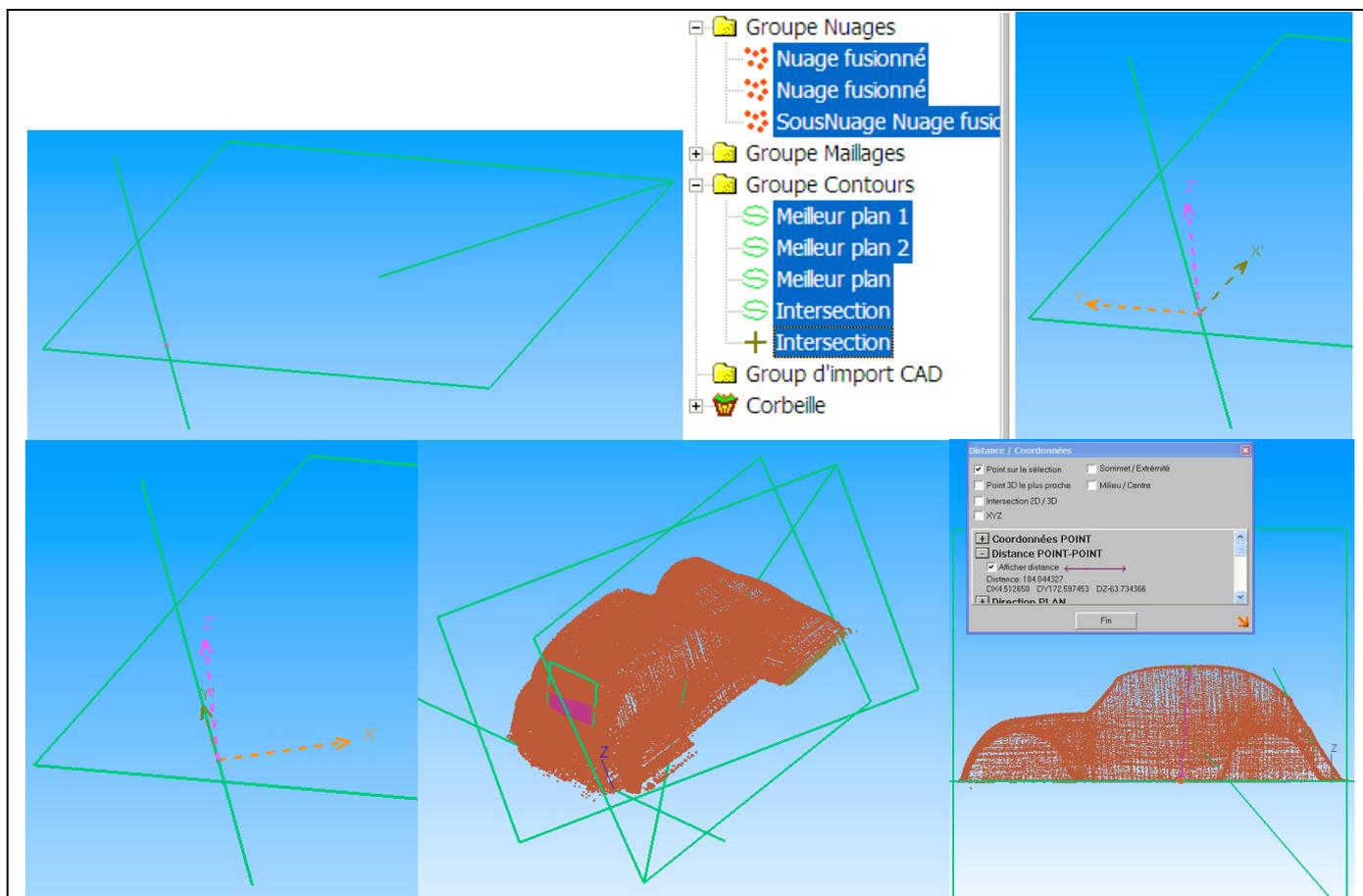


Cadre 15 : création de l'origine

- 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)
- 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 verrez 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.



Cadre 16 : changement de repère

2.2.6 Nettoyer

Sélectionner dans l'arbre le nuage fusionné, puis effectué le nettoyage des points inutiles « Nuages » - « Nettoyer le nuage boîte dynamique » (voir TD ou aide [3DReshaper](#) page 5).

2.2.7 Trianguler - Lisser

Faire une triangulation en 2 étapes, laissez les valeurs par défaut données 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 : <http://www.ac-poitiers.fr/cmnp/sts/stsgel/ressour/captposi.pdf>) 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

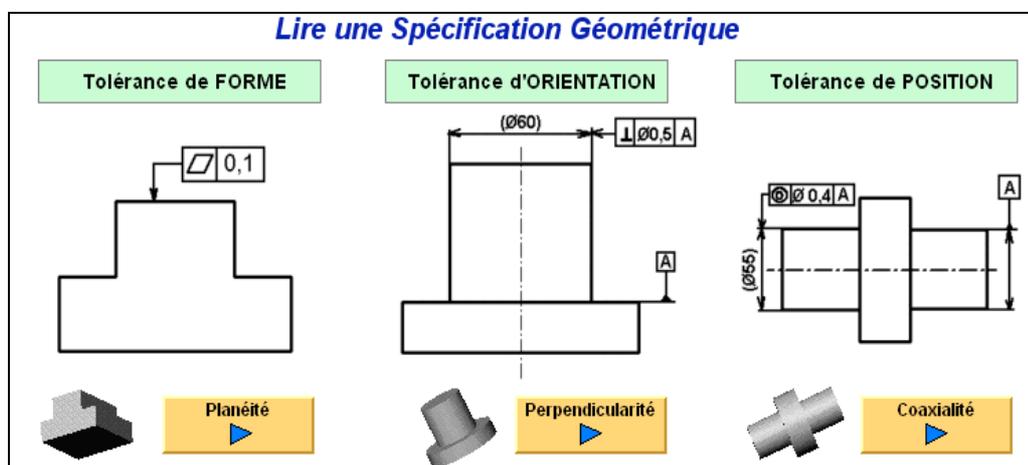
Dans le DT9 (ou sur le site <http://www.mesures.com/archives/768palpeurs.pdf>) lire le document palpeurs.pdf.

- 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



Cadre 17 : le concept GPS

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 :

- 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 [2Etalon MMT](#) (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

Cadre 18 : Maillage en gardant tous les points

| | |
|--|--|
| Licence Professionnelle GPI Option : métrologie et contrôle qualité | Métrologie sans contact NUMERISATION 3D |
|--|--|

LISTE DU MATERIEL ET DES LOGICIELS

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

cadre 19 : liste du matériel