

2ème partie : Triangulation par capteur CCD

1. PRESENTATION DU SYSTEME

Fonction globale du système :

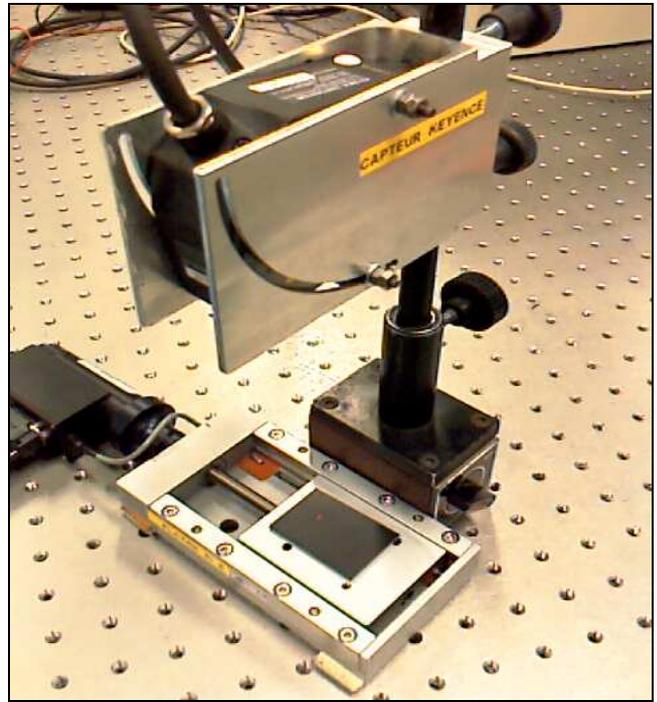
Le système que vous allez mettre en œuvre est un système qui permet de relever, sans contact, les différences d'altitudes de pièces trop fragiles pour être mesurées mécaniquement (pour éviter les rayures par exemple)
Ce système intègre un capteur KEYENCE LKG 152 et une table de translation motorisée.

Principe Physique utilisé par le capteur – La triangulation

Le capteur émet un faisceau laser perpendiculaire à la surface à mesurer. Un système optique dont l'axe est oblique par rapport à la direction d'émission fait l'image de la lumière diffusée sur un capteur sensible à la position (par exemple une cellule PSD ou un capteur CCD linéaire).

Application pratique :

Le capteur délivre une tension proportionnelle à l'altitude du spot laser.
On utilise ce capteur dans un système de mesure constitué d'une translation pilotée par un ordinateur et une carte d'acquisition qui relève les mesures.
On obtient ainsi des relevés de profils de pièces mécaniques.



Le KL-G 152 sur support et la platine motorisée

2. ANALYSE DU SYSTEME

2.1 TRIANGULATION OPTIQUE

Préciser à l'aide de la page 2 du dossier technique la nature de la source, de la cible, de l'imageur et du capteur utilisés dans le montage par triangulation du capteur LK-G 152.

Compléter le schéma simplifié d'optique géométrique pour une cible dont l'altitude h varie de A à B (Cadre 2). Représenter deux rayons issus de A , de B et un rayon issu d'un point P entre A et B . Préciser la position de chaque image A' , B' , P' et représenter en couleur la trace du capteur.

Le système optique présente-t-il le même grandissement transversal G_T pour tous les éléments du segment AB ? Expliquer votre réponse.

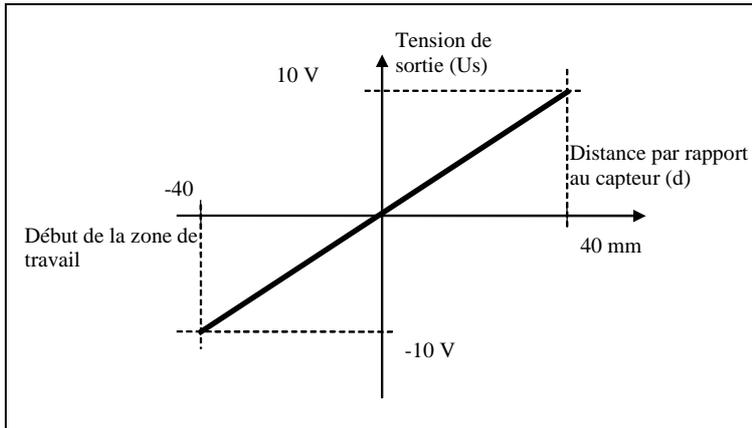
2.2 SENSIBILITE – LINEARISATION

Ouvrir le fichier Excel « KeyenceKLG152.xls ».

x est la position du spot image sur le capteur et h celle du point cible.

Observer x en fonction de h

On appelle dx le déplacement minimum perceptible sur le capteur et dh la variation d'altitude correspondante de la cible. dx/dh est-elle constante? Expliquer votre réponse.



Cadre 1 : tension de sortie en fonction de l'altitude h mesurée.

Rappeler ce qu'est la sensibilité d'un système de mesure (un glossaire « Glossaire.doc » est à votre disposition).

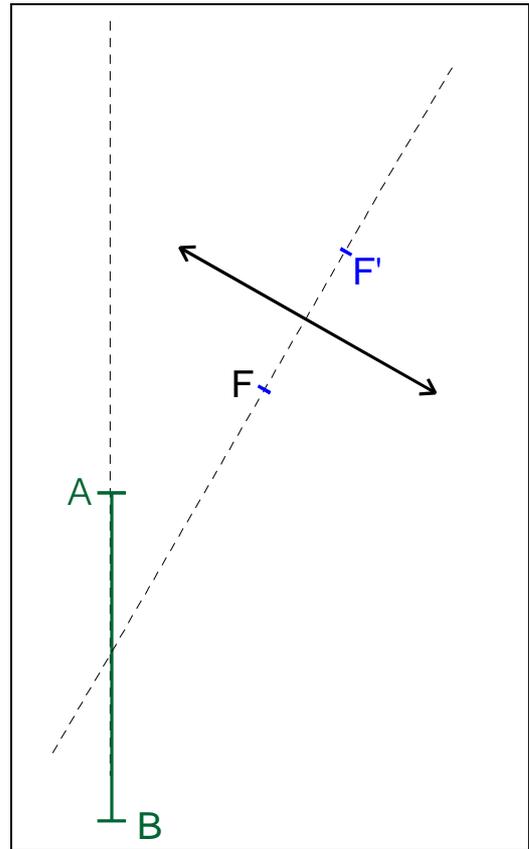
A chaque position x du spot image de la source, le système génère une tension U (Volts). U est l'image de h . Exprimer la relation permettant de convertir la tension lue sur le capteur en distance h mesurée.

La sensibilité dU/dh est-elle constante ?

2.3 LIAISONS – CARTE D'ACQUISITION

On utilise la sortie tension -10..+10 Volts du capteur, à quel type d'entrée d'une carte d'acquisition faut-il le relier ?

La résolution annoncée par le constructeur est $5 \mu\text{m}$ (10 fois la répétabilité). Quelle est la variation de tension lorsque la distance mesurée varie d'une quantité égale à la résolution ?



Cadre 2 : schéma à compléter

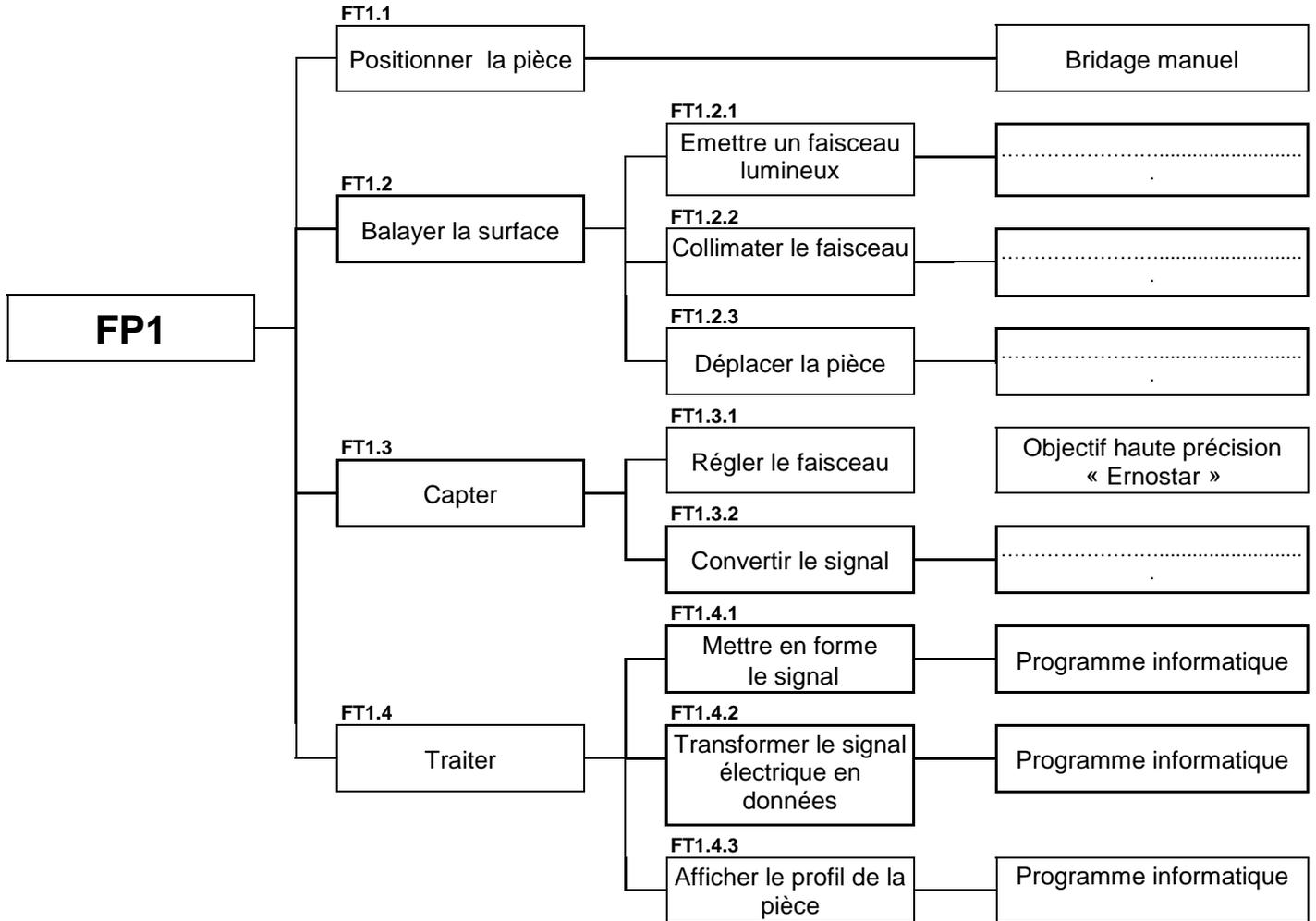
3. ANALYSE FONCTIONNELLE

La fonction globale de ce système est réalisée par un agencement de fonctions techniques qui est donné incomplètement par le diagramme FAST du document réponse n°1.

A l'aide du dossier technique, compléter le diagramme FAST donné sur la feuille de travail

Feuille de travail

ANALYSE FONCTIONNELLE



FP1 : Relever le profil d'une pièce sans contact.

MISE EN ŒUVRE

1. MONTAGE ET REGLAGE DU CAPTEUR

Effectuer le montage du capteur sur le poste de mesure. Le début de la zone de mesure coïncidera avec le plan d'appui de la pièce.

Alimenter le capteur, effectuer les liaisons électriques entre le poste de mesure et l'ordinateur
Lancer le programme LKG Navigator. Effectuer la configuration comme indiqué dans le dossier technique.
Lancer le logiciel de mesure.

Relever la valeur (Z0) lue par le capteur lorsqu'il n'y a pas d'objet à mesurer. Cette valeur sera soustraite des valeurs pour donner la valeur réelle des mesures

2. ETALONNAGE

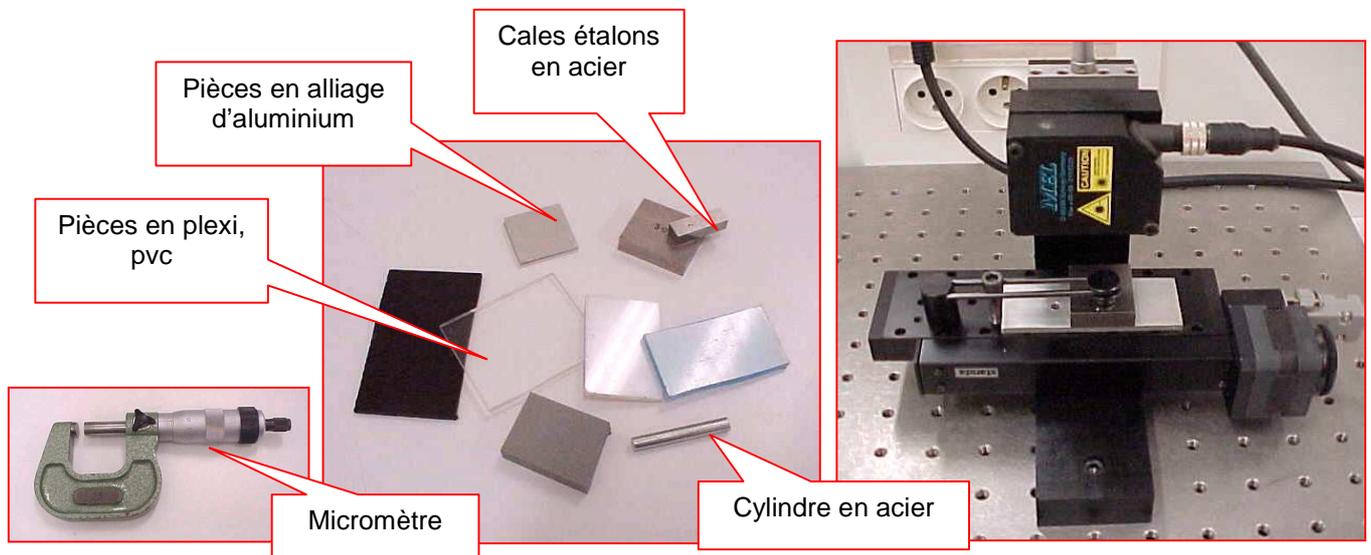
Vous allez vérifier la justesse des mesures du système à en réalisant 2 mesures sur des cales étalons dont l'épaisseur est connue.

Saisir la valeur lue (Z0) en MO-Q1 dans la zone d'édition « Altitude du plan de base » Z0.
Relever les valeurs de deux pièces étalons (cale 5mm et 30 mm).

3. DETERMINATION DES LIMITES DES MESURES

3.1 Influence du matériau utilisé :

Vous allez faire une série de mesures sur des pièces d'épaisseurs et de matériaux différents. Pour chacune d'elles, vous briderez la pièce sur la table de translation comme le montre le document ci-dessous.



3.2 Mesure d'épaisseur de pièces de matériaux différents

Mesurer les pièces A1 (plexiglas transparent), A2 (plexiglas orangé), A3 (plexiglas gris), B (PVC noir), C (acier) et D (aluminium) disponibles avec un micromètre. Noter les valeurs mesurées.

Relever pour chaque pièce fournie, A1., B, C et D la valeur de la mesure lue par le capteur.
Enregistrer les courbes qui vous serviront dans la partie analyse des performances.

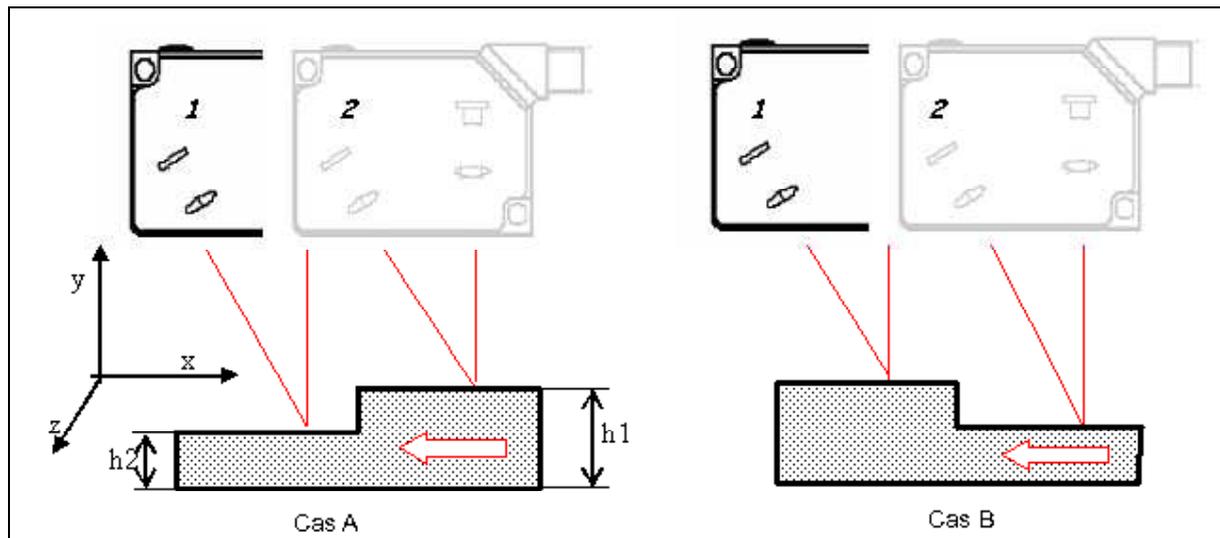
3.3 Forme de l'onde reçue en fonction des matériaux.

Lancer l'option visualiser la lumière reçue (DT1_LP_CCD page 8).

Relever qualitativement la forme du signal reçu pour chacune des pièces A1..., B, C et D.
Conserver ces relevés pour l'exploitation des mesures

3.4 Formes limites mesurables.

Réaliser les mesures de la pièce épaulée (cadre 3) dans les cas A et B. Enregistrer vos résultats et commentez.



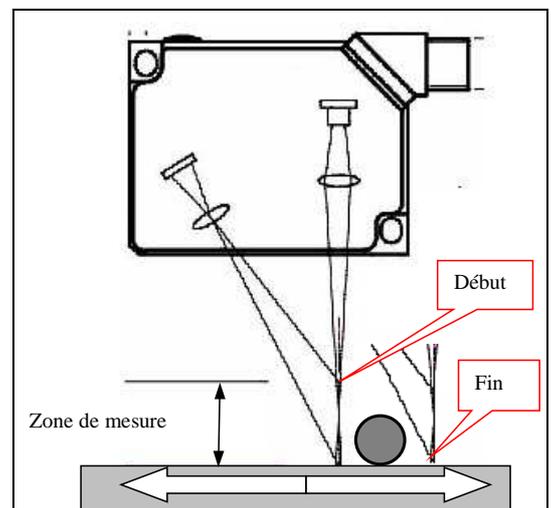
cadre 3 : Mesure d'une pièce épaulée

On utilise maintenant un cylindre de diamètre 11 mm. Placer ce cylindre sur la table, son axe étant perpendiculaire à la direction de translation.

Relever le profil sur une étendue de mesure supérieure au diamètre dans les deux cas :

- a) plan des faisceaux parallèle à la direction du déplacement
- b) perpendiculaire à la direction du déplacement

Enregistrer les résultats et commentez.



Cadre 4 Mesure de la pièce cylindrique

ANALYSE DES PERFORMANCES

1. QUALITE D'UNE MESURE

1.1 Linéarité du capteur et de sa réponse.

A partir de la documentation technique et du Cadre 5 répondre aux questions :

La résolution d'un CCD classique est souvent limitée par la taille de ses pixels, contrairement au PSD, le capteur n'est pas linéaire. Le LIN-CCD est linéarisé, quel est le principe de la linéarisation ?

Quel avantage supplémentaire ce capteur a-t-il par rapport au PSD ?

En s'aidant des réponses en U51 et du dossier technique :

Utilisé en triangulation la réponse du capteur doit être linéarisé par le processeur. La sensibilité est alors constante sur toute la plage de mesure. Quelle est la sensibilité ?

1.2 Exactitude (précision) d'une mesure.

On a relevé le profil d'une cale étalon (surface plane) dont les défauts macro et micro géométriques sont négligeables devant la résolution du capteur.

Remarque : le mot « précision » n'est plus reconnu mais toujours utilisé. Un système de mesure est exact (ou précis) s'il est juste et fidèle (Cadre 6).

1.2.1 Fidélité des résultats de mesure

Pour être fidèle la mesure doit être répétable. Rechercher la définition de la répétabilité (voir « Glossaire »).

On donne le fichier « table.txt » qui contient l'enregistrement de 200 mesures au même point. Importer ce fichier dans Excel.

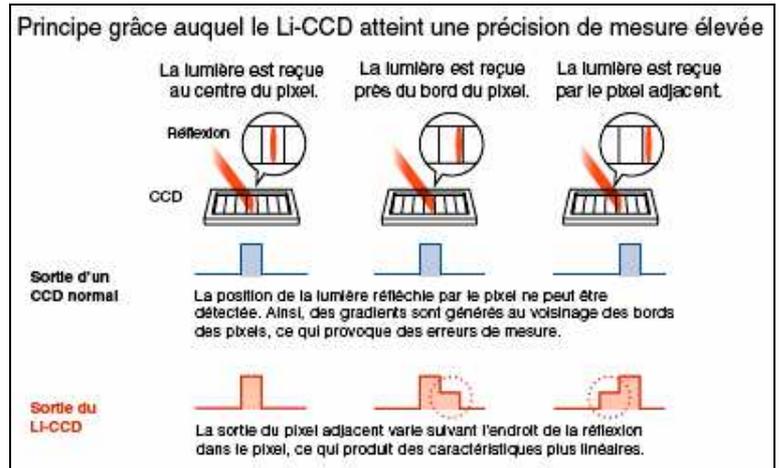
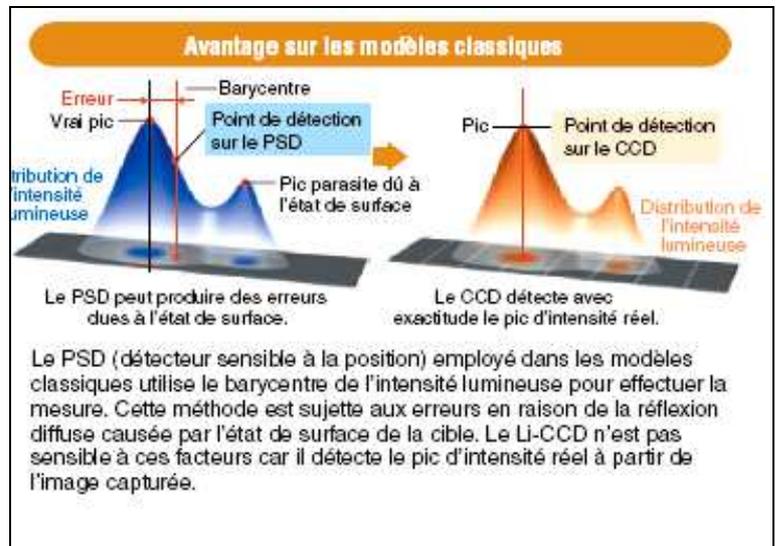
Représenter le nuage de points. Tracer la droite de tendance et déterminer son équation. Qu'elle devrait être la valeur théorique de sa pente ? Comparer cette valeur à la valeur obtenue par régression linéaire (DMC).

Calculer l'écart type σ . Pour cela sélectionner la fonction « ECARTYPE » dans « statistiques » de l'insertion de fonction, et appliquer cette fonction à l'ensemble des ordonnées de la courbe. C'est l'écart-type qui mesure la répétabilité des résultats.

Comparer cette valeur à celle fournie par le constructeur (documentation technique). Enregistrer votre fichier xls

1.2.2 Justesse d'une mesure.

Voir la définition (glossaire).



Cadre 5 : Le LIN_CCD de Keyence

Calculer la moyenne et l'incertitude de la mesure précédente. On utilisera pour cela la fonction MOYENNE pour obtenir l'estimateur de la mesure et INTERVALLE.CONFIANCE(0.05, σ , 200) ou la formule $\frac{2\sigma}{\sqrt{N}}$ pour obtenir l'intervalle d'incertitude. Ecrire alors le résultat de la mesure et le comparer à la valeur attendue.
Enregistrer votre fichier.

1.3 Résolution de la mesure

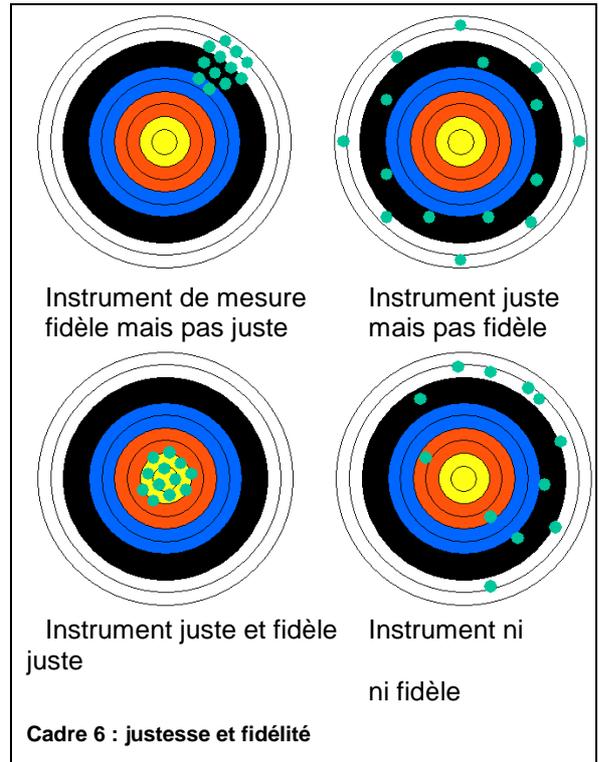
La résolution de l'affichage est de 0,01 μm , mais la résolution de la mesure est estimée (par le constructeur) à 10 fois la répétabilité soit 5 μm .

Un déplacement de 5 μm provoque une variation de la réponse analogique de 1,25 mV.

Quelle définition donnez-vous de la résolution de la mesure ?

Calculer le quantum de la carte d'acquisition utilisée sachant qu'il s'agit d'un convertisseur analogique/numérique 16 bits ?

Quel est le plus petit déplacement détectable avec cette carte d'acquisition ? La carte est-elle adaptée à la résolution ?



2. Documentation

Consulter les documents « PSD_CCD.pdf » et « $\mu\text{Epsibn_Capteur.pdf}$ ».

Quels sont les avantages et inconvénients de chacun des capteurs utilisés en triangulation. Lequel est généralement préféré aujourd'hui et pourquoi ?

LISTE DU MATERIEL et DES LOGICIELS

Type matériel	Nbre	Remarques
Capteur Keyence LKG 152	1	
Motorisation XY Micro-Contrôle + coffret de commande	1	
Carte de commande de motorisation installée dans micro	1	
Micro-ordinateur	1	
Échantillons à contrôler	8	
Carte A/N	1	
Logiciels	Documentation sur sites	
LKG152.xls	Capteurs de déplacements à laser et CCD : Capeurs Keyence	
Excel		
LK_Navigator	Caractéristiques métrologiques d'un capteur : http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r7/r7_metrologie.htm	

cadre 7 : liste du matériel