

TRAVAIL PRATIQUE N°6

Mesure de rectitude d'une poutre

1 Objectifs de l'expérience

Le but de cette expérience est d'évaluer la rectitude d'une poutre à l'aide de deux détecteurs de niveau.



La mesure est réalisée à l'aide de deux détecteurs de niveau électroniques. La variation d'angle dans la direction transverse fournit directement une mesure de la vrille de la poutre. Par contre la variation d'angle le long de la poutre doit être intégrée afin de fournir une mesure de la déformation de la poutre dans un plan vertical.

2 Matériel à disposition

Désignation	Remarques
Laboratoire de métrologie	Température : $22 \pm 0.5^\circ\text{C}$
Bloc de marbre	
Poutre d'essai avec appuis	Matière : acier
Détecteur de niveau	TESA ClinoBEVEL
PC	Logiciels ClinoSoft et Excel

3 Taches à effectuer

1. Effectuer des mesures de niveaux tous les 10 cm le long de la poutre. **Au moins 5 ou 6 parcours aller-retour seront effectués** afin d'évaluer la meilleure estimation de la déformation de la poutre ainsi que **sa dispersion statistique**.
2. Les mesures sont effectuées par des détecteurs TESA ClinoBEVEL et à travers du logiciel ClinoSOFT : les valeurs sont enregistrés dans des fichiers Excel. Les procédures sont illustrées dans les chapitres suivants.
3. Il est ensuite nécessaire de combiner toutes les mesures des divers parcours effectuer afin d'obtenir :
 - La meilleure estimation de la déformée angulaire de la poutre.
 - La dispersion des mesures.

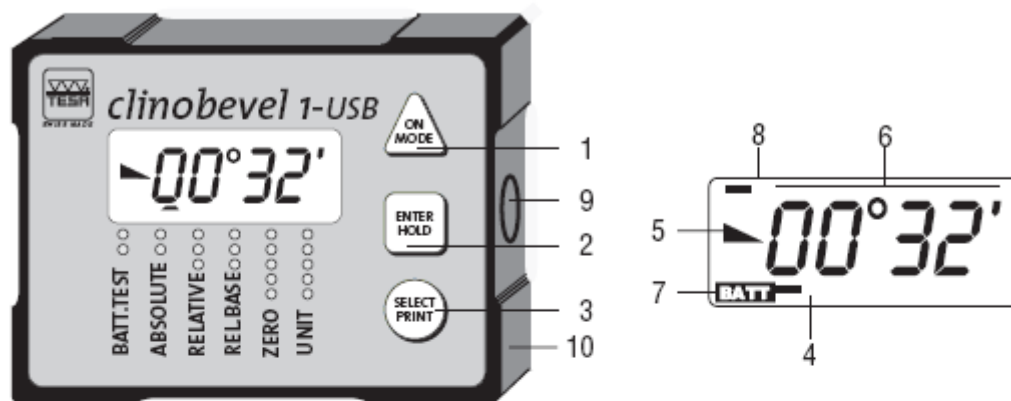
A rendre dans un supplément de rapport dû après le cours sur les approximations aux moindres carrés:

4. Réaliser ensuite une interpolation polynomiale pour les deux angles mesurés.
5. Intégrer ensuite la fonction obtenue pour l'angle dans le plan vertical afin de calculer la déformée effective de la poutre dans ce plan.

4 Eléments de l'instrument

ELEMENTS DE MANIEMENT

3.1 Eléments de l'instrument



- 1 Touche ON/MODE
 - Mise en service de l'instrument
 - Changement de fonctions
- 2 Touche ENTER/HOLD
 - Touche 'Entrer'
 - Utilisée aussi pour le blocage de la valeur affichée
- 3 Touche SELECT/PRINT
 - Sélection des options
 - Expédition d'une valeur de mesure à la sortie des données
- 4 Curseur indiquant le mode d'opération
- 5 Indicateur de la direction d'inclinaison
- 6 Indication de l'inclinaison à l'unité de mesure sélectionnée
- 7 Indicateur de batterie, visualise uniquement le niveau trop faible de la batterie
- 8 KEY ECHO indicateur visuel «une touche est pressée»
- 9 Sortie de données – RS485
- 10 Quatre bases de mesure perpendiculaires entre elles

Attention!

Si vous essayez les fonctions ne pressez jamais les deux touches ■ «ENTER/HOLD» et ● «SELECT/PRINT» simultanément, vous risquerez de perdre les valeurs d'étalonnage. Cette combinaison est protégée contre une manipulation accidentelle (ne doit être pressé pendant plus de 5 secondes). Après une utilisation par erreur les données peuvent éventuellement être sauvées selon les procédures décrites au chapitre 11/ Annulation d'une opération

3.2 Fonctions des différents éléments

▲ Touche ON/MODE

Sert à la mise en marche du ClinoBEVEL 1 USB. Pour allumer l'instrument la touche ▲ «ON/MODE» doit être pressée continuellement jusqu'à ce que tous les segments de l'affichage soient visibles.

Immédiatement après avoir relâché la touche, 00°00' sera indiqué jusqu'à l'affichage de la première valeur mesurée, en utilisant le mode de mesure dernièrement utilisé.

Si vous pressez la touche ▲ «ON/MODE» pour plus de 3 secondes l'affichage commence à clignoter et l'arrêt automatique est suspendu. Au mode normale l'instrument s'arrête automatiquement après 5 minutes sans action d'une touche.

Pour éteindre le ClinoBEVEL 1 USB, poussez la touche ▲ «ON/MODE» pour quelques secondes jusqu'à ce que l'affichage soit éteint complètement.

Exception: Si le ClinoBEVEL 1 USB est alimenté par la connexion à une alimentation externe, l'instrument ne s'arrête jamais automatiquement.

Attention!

L'apparition de la valeur ~50°00' clignotante signale que les éléments d'étalonnage ont été perdus.

Cause possible: A la dernière utilisation de l'instrument le mode d'étalonnage a été démarré par erreur (protégé par action double-touche pendant 5 secondes!) ou un étalonnage effectivement commencé n'a pas été terminé.

Informations complémentaires au chapitre 19.1 (Etalonnage). Sauvetage éventuel des valeurs selon le chapitre 11 (annulation).

▲ Touche ON/MODE

Sélection d'un nouveau mode d'opération.

A l'aide de cette touche vous déplacez l'indicateur de sélection - 4 - .

■ Touche ENTER/HOLD

Validation d'un mode d'opération sélectionné par ▲ «ON/MODE» ou reprise d'une sélection par la touche ● «SELECT/PRINT».

■ Touche ENTER/HOLD

Touche réalisant le blocage de la valeur affichée (mesure dans des endroits inaccessibles en lecture). Dans ce mode le ClinoBEVEL 1 USB attend deux mesures successives avec la même valeur (contrôle de non-mouvement) et la valeur est affichée clignotante. Déblocage en appuyant de nouveau la touche ■ «ENTER/HOLD» ou en appuyant ● «SELECT/PRINT».

● Touche SELECT/PRINT

Touche permettant la sélection d'une option dans un mode d'opération défini.

Par exemple la sélection de l'unité de mesure désirée dans le mode 'UNIT' ou la sélection de la valeur d'une position (0...9) d'une entrée digitale.

● Touche SELECT/PRINT



- Annulation de la fonction HOLD
- Edition de la valeur de mesure par la sortie de données USB

Curseur indiquant le mode d'Opération

Sert à la sélection des modes d'opération différents. Indique le mode d'opération actuellement en vigueur: mesure en absolu, mesure en relatif, mesure d'inclinaison par rapport à une base relative, réglage du zéro absolu. Lorsque le curseur clignote, il signale à l'opérateur qu'une action est attendue. Par exemple lors de la calibration du point zéro absolu le curseur clignote pour demander l'enregistrement de la deuxième valeur de mesure.

Indicateur de la direction d'Inclinaison

Indique le sens d'inclinaison de la valeur affichée par les symboles suivants:

-  pente montante vers la droite (Inclinaison positive)
-  pente descendante vers la droite (Inclinaison négative)

Unité de Mesure

Affichage de l'unité de mesure sélectionnée. 16 possibilités d'affichage (unités de mesure et formats) sont disponibles.

Indicateur de Batterie

Si la tension de la pile est trop basse (pile usée) le signe «BATT», mis en évidence par écriture inverse, apparaît en permanence dans le coin gauche en bas.

7 Sélection des unités de mesure

Si vous désirez l'affichage des valeurs de mesure dans une autre unité, il suffit de déplacer le curseur à l'aide de la touche ▲ «ON/MODE» à la position «UNIT». Le curseur disparaît alors et l'unité de mesure actuelle commence à clignoter.

En actionnant la touche ● «SELECT/PRINT» vous faites défiler successivement tous les unités et formats disponibles. Lorsque l'unité désirée correspond à l'affichage vous pouvez la valider en pressant la touche ■ «ENTER/HOLD». L'unité de mesure ainsi sélectionnée reste enregistrée jusqu'au prochain changement de la même manière (même si l'appareil a été éteint).

ATTENTION ! Cas spéciaux:

- Aucune unité de mesure affichée = Millimètres d'artillerie.
- Unité de mesure mm/m et curseur en position «REL.BASE»
= mm par rapport à une base relative réglable.
- Unité de mesure "/10" (pouces par 10 pouces) et le curseur en position «REL.BASE» =
pouces par rapport à une base relative réglable.

Les unités de mesure suivantes peuvent être sélectionnées:

Affichage / Format	Unité de mesure
00.00 mm/m	mm/m/2 décimales
.00 00 mm/m	mm/m/4 décimales
.00 00 "/10"	pouce/10 pouces
.00 00 "/12"	pouce/12 pouces
00.00 mrad	milliradian
00 00 mrad	milliradian
00.00°	degré/2 décimales
.00 00°	degré/4 décimales
00°00'	Degré/minutes
00'00"	Minutes/Secondes
00.00 gon	Grade-2 décimales
.00 00 gon	Grade-4 décimales
00.00 mm/m	mm/base relative
.00 00 mm/m	mm/base relative
.00 00 "/10"	pouce/base relative
00 00	Millième d'Artillerie

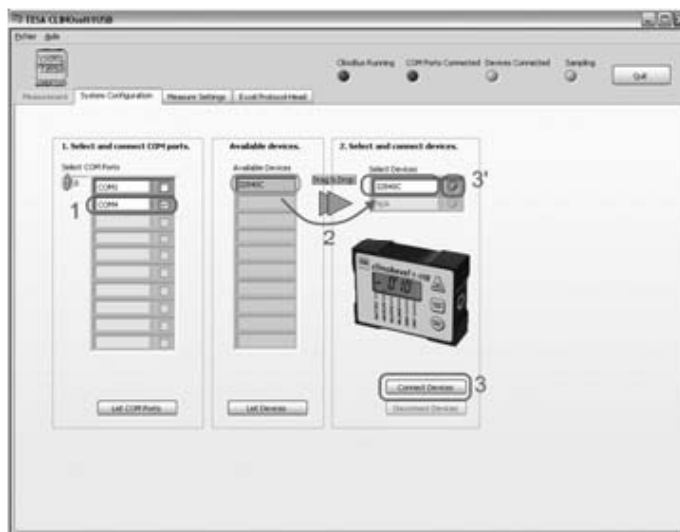
5 Procédure

On veut effectuer les mesures de niveaux tous les 10 cm le long de la poutre. Au moins 5 ou 6 parcours aller-retour seront effectués afin d'évaluer la meilleure estimation de la déformation de la poutre ainsi que sa dispersion statistique.

Les mesures sont effectuées à travers du logiciel ClinoSOFT.

20.2 Connexion

Une fois le logiciel démarré, la fenêtre de réglage des connexions est affichée.

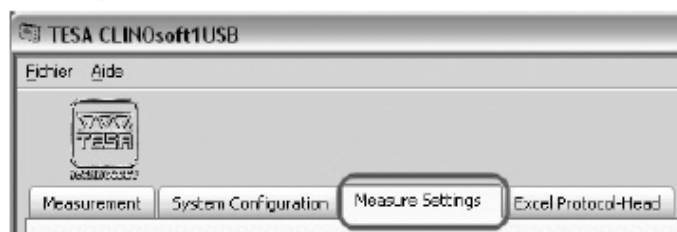


La configuration se fait de gauche à droite :

1. Appuyer sur **List COM Ports** pour afficher les ports COM reconnu par le système. Sélectionner le port COM sur lequel est connecté l'instrument. (le câble USB génère automatiquement un port COM virtuel, en règle générale COM 3 et supérieur.)
2. Enclencher l'instrument puis appuyer sur **List Devices** pour afficher les instruments connectés aux ports COM sélectionnés. Appuyer et maintenir la pression sur l'instrument et glisser le dans la dernière colonne. Deux instruments peuvent être sélectionnés.
3. Activer le ou les instruments connecté en appuyant sur le bouton (3) ou le bouton correspondant à l'instrument (3').

20.3 Réglages de mesures :

Maintenant que le ClinoBEVEL 1 USB est connecté, passer à l'onglet suivant « Measure Settings » pour configurer les conditions de mesure.

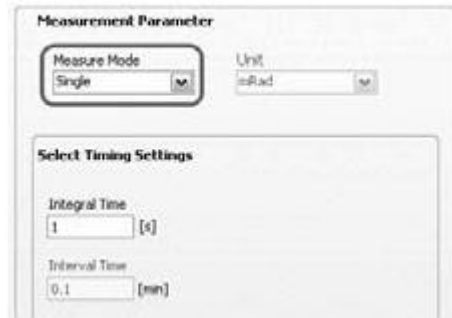


L'unité affichée dans le logiciel est à définir ici ainsi que le mode de mesure. Les quatre modes disponibles sont détaillés aux chapitres suivants.

Pour modifier l'unité de mesure il faut au préalable désactiver l'instrument. Pour cela retourner au menu de réglage des connexions et déconnecter les instruments. Modifier l'unité et réactiver les instruments.

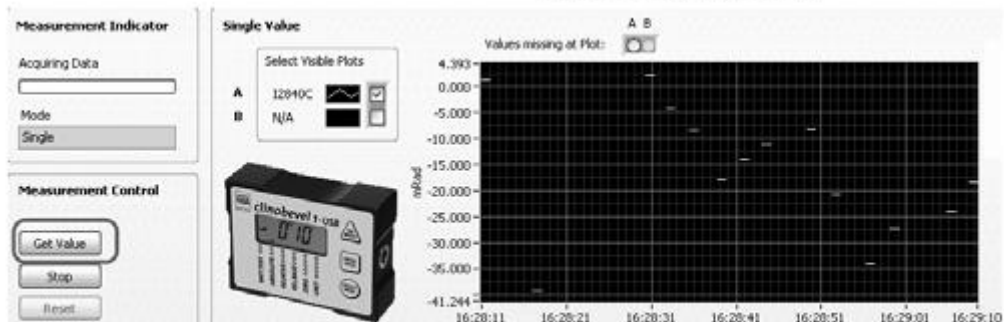
Pour cette mesure on utilisera le mode single. Il est important de définir le temps d'intégration.

20.3.1 Valeur simple « Single »



Le mode « single » définit une valeur de mesure singulière. On mesure un angle à un instant précis en appuyant sur la touche « Get Value » de la fenêtre de mesure.

On voit sur le graphique les points de mesure avec un intervalle entre mesure variant selon l'utilisateur.

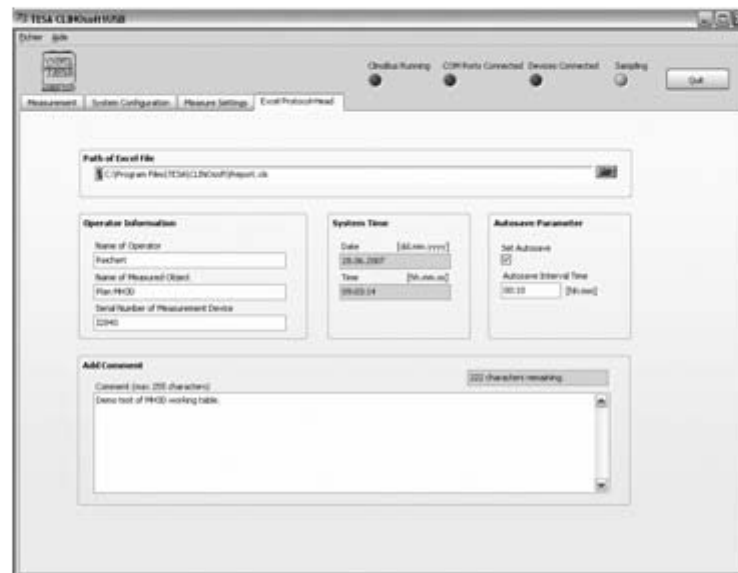


Une fois terminée la prise des mesures on doit enregistrer les données dans un fichier Excel.

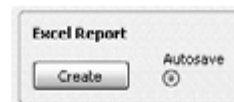
20.4 Exportation des données dans MS Excel

Afin de stocker et d'exploiter ces mesures hors du CLINOsoft 1 USB, Il est possible d'exporter toutes les valeurs et informations dans Excel.

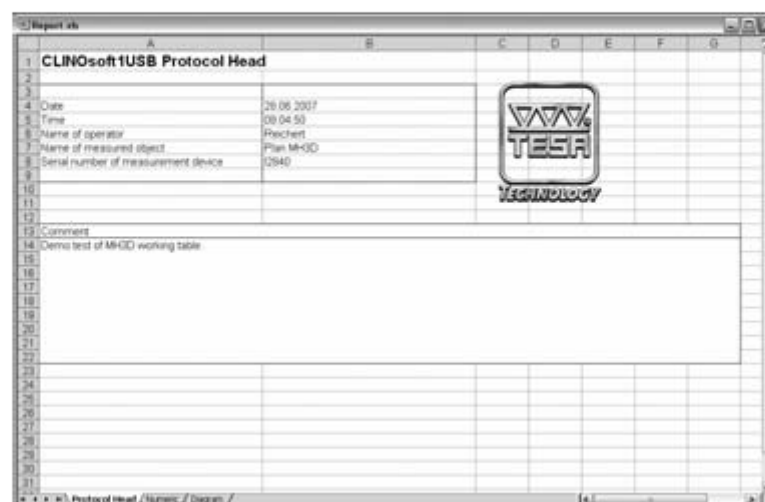
Le dernier onglet du logiciel permet de définir en première ligne le dossier et nom du fichier Excel, suivit par les informations d'utilisateur puis le paramètre « Autosave » qui définit l'intervalle de temps auquel un fichier de sauvegarde est créé. L'activation du mode de sauvegarde automatique se fait uniquement dans cet onglet.



Dans la fenêtre de mesure principale, la cellule suivante de créer un fichier de sauvegarde sur demande.
Le fichier Excel comprend trois pages :



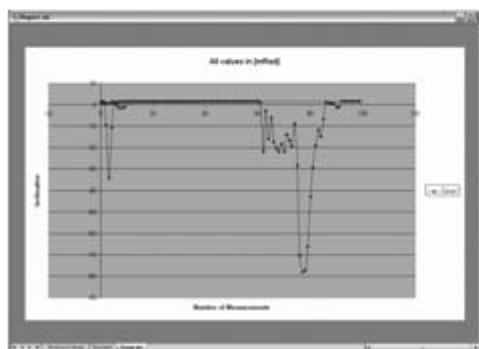
permet



L'entête du rapport comprenant les Informations d'utilisateur ainsi que les commentaires.

	Date	Time	Unit	No.	Sensor A	Sensor B	Difference
7	27.06.2007	15:59:43	mRad	0	1.5215		
8	27.06.2007	15:59:44	mRad	1	1.521		
9	27.06.2007	15:59:45	mRad	2	-8.509		
10	27.06.2007	15:59:46	mRad	3	-34.525		
11	27.06.2007	15:59:47	mRad	4	-10.836		
12	27.06.2007	15:59:48	mRad	5	1.328		
13	27.06.2007	15:59:49	mRad	6	1.36		
14	27.06.2007	15:59:50	mRad	7	1.394		
15	27.06.2007	15:59:51	mRad	8	1.399		
16	27.06.2007	15:59:52	mRad	9	1.402		
17	27.06.2007	15:59:53	mRad	10	1.408		
18	27.06.2007	15:59:54	mRad	11	1.410		
19	27.06.2007	15:59:55	mRad	12	1.416		
20	27.06.2007	15:59:56	mRad	13	1.417		
21	27.06.2007	15:59:57	mRad	14	1.418		
22	27.06.2007	15:59:58	mRad	15	1.416		
23	27.06.2007	15:59:59	mRad	16	1.411		
24	27.06.2007	16:00:00	mRad	17	1.412		
25	27.06.2007	16:00:01	mRad	18	1.412		
26	27.06.2007	16:00:02	mRad	19	1.413		
27	27.06.2007	16:00:03	mRad	20	1.416		
28	27.06.2007	16:00:04	mRad	21	1.418		
29	27.06.2007	16:00:05	mRad	22	1.415		
30	27.06.2007	16:00:06	mRad	23	1.416		
31	27.06.2007	16:00:07	mRad	24	1.419		
32	27.06.2007	16:00:08	mRad	25	1.424		
33	27.06.2007	16:00:09	mRad	26	1.423		
34	27.06.2007	16:00:10	mRad	27	1.424		
35	27.06.2007	16:00:11	mRad	28	1.424		
36	27.06.2007	16:00:12	mRad	29	1.421		
37	27.06.2007	16:00:13	mRad	30	1.419		

La page de valeurs comprend les détails de chaque instrument ainsi que le résultat de l'éventuelle opération



Le graphique de l'angle en fonction du point de mesure. La notion de temps n'est plus considérée.

5.1 Sauvegarde locale des mesures brutes

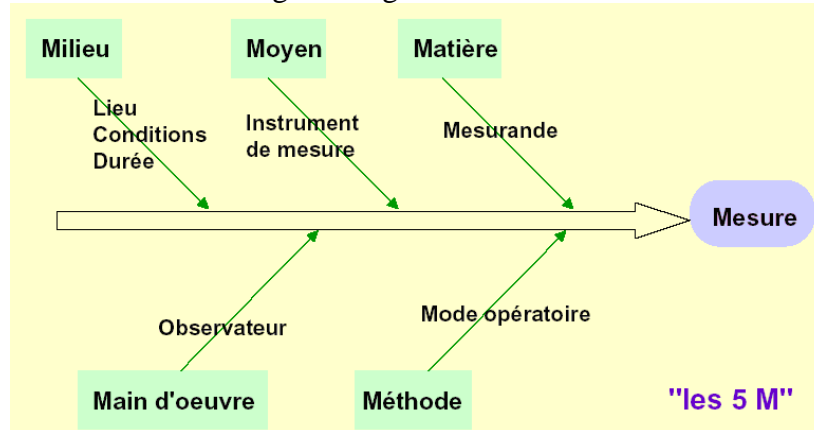
Après chaque enregistrement sur un fichier Excel, sauvez-le de suite dans un répertoire local créé ad hoc sous un nom incluant vos noms et la date.

Ouvrez le fichier et vous constaterez que les données sont enregistrées en simple séquence temporelle. Ajoutez donc une colonne avec la position (distance du bord) le long de l'axe de la poutre correspondant à chaque mesure.

Il sera ainsi plus aisé de combiner et comparer plus tard les différentes séquences de mesures.

6 Critique du procédé

Présenter dans le rapport une critique du procédé: indiquer systématiquement toutes les erreurs pouvant intervenir au cours du mesurage le long de toute la chaîne de mesure.



On explicite successivement, les contributions à l'erreur de mesure des **moyens**, de la **méthode de mesure**, l'impact du **milieu environnant** et de la **main d'œuvre** (l'expérimentateur) sans oublier l'objet mesuré lui-même: le **mesurande**.

Pour le classement des différents types d'erreurs pouvant intervenir, référez-vous aussi aux principes généraux décrits au **chapitre 4 du polycopié**.

7 Rapport de mesure, analyse et interprétation

Le rapport de mesure consistera en :

- Toutes les mesures angulaires effectuées.
- Graphes correspondants à la déformation de la poutre mesurable par cette méthode.
 - Tracés de la meilleure estimation de la déformée.
 - Barres d'erreur.

A rendre dans un supplément de rapport dû après le cours sur les approximations aux moindres carrés:

- Réaliser une interpolation polynomiale pour les deux angles mesurés.
- Intégrer ensuite la fonction obtenue pour l'angle dans le plan vertical afin de calculer la **déformée effective** de la poutre dans ce plan.

8 Distribution du travail

Ce TP peut être réalisé individuellement ou en équipe de 2 ou 3 personnes.

Le rapport peut être rédigé en se partageant le travail mais il devra être revu et corrigé avant livraison par tous les membres.

Il est en tout cas important que **tous les membres de l'équipe maîtrisent tous les aspects**, à la fois pratiques et théoriques, de ce TP. **On rappelle que l'examen final de métrologie inclura des questions en rapport avec les TP effectués.**

9 Références

Manuel d'utilisation du ClinoBEVEL:

http://php.iai.heig-vd.ch/~lzo/metrologie/dscr/clinobevel_USB_fr.pdf