



# Etude sur l'étalonnage d'un banc TRIMOS traité avec le logiciel M-CARE

---

Rédigé par : Olivier DEMARS  
Vérifié par : Christophe DUBOIS  
Date d'émission : 11/02/2014

---

## 1 Méthode d'étalonnage

Le réglage initial du banc TRIMOS est réalisé à l'aide d'une cale étalon de 1 mm et de classe 1. Pour réaliser l'étalonnage du banc TRIMOS, nous réalisons la mesure de 10 piges étalons. Les piges étalons sont mesurées 5 fois chacune avec le banc TRIMOS afin de déterminer la moyenne et l'écart type de chacune d'entre elles. A chaque série de mesure, le RAZ du banc est effectué avec une cale étalon.

### Moyens utilisés :

10 piges de contrôles de diamètre 0,174 mm – 0,227 mm – 0,331 mm - 0,446 mm – 0,527 mm – 0,634 mm – 2,111 mm – 3,11 mm – 5,74 mm – 7,98 mm.

## 2 Valeur de référence des piges

Pour connaître la valeur de ces piges avec la meilleure incertitude, une Comparaison Inter Laboratoire (CIL), a été réalisée durant juillet et août 2013, entre 7 laboratoires de métrologie dimensionnelle.

La valeur de chacune des piges a pu être déterminée ainsi que l'incertitude sur cette valeur. Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus lors de la CIL.

Valeur nominal (en mm)	Valeur CIL (en mm)	Incertitude (k=2) en $\mu\text{m}$	commentaire
0,174	0,1732	0,6	Cette pige a été cassée au cours de la CIL
0,227	0,2266	0,44	
0,331	0,3301	0,34	
0,446	0,4461	0,42	
0,527	0,5269	0,44	
0,634	0,6336	0,30	
2,111	2,1107	0,18	
3,11	3,1098	0,16	
5,74	5,7403	0,14	
7,98	7,9817	0,22	

Tableau 1 : Synthèse du résultat de la CIL pour chacune des pige.

### 3 Résultat d'étalonnage

#### 3.1 Mesures

##### Mesures réalisées :

Les mesures avec le banc TRIMOS de KIF PARECHOC ont été réalisées sur chacune des pige le 26/06/2013. Pour chaque pige, 5 mesures ont été réalisées. La moyenne des 5 mesures est reportée dans le tableau ci-dessous. Les valeurs sont données en mm.

Moyenne 5 mesures / Banc TRIMOS				
V nom (mm)	V réf (mm)	Moyenne (mm)	Ecart ( $\mu\text{m}$ )	Ecart-type ( $\mu\text{m}$ )
0,174	0,1732	0,17297	-0,23	0,15
0,227	0,2266	0,22634	-0,26	0,27
0,331	0,3301	0,33079	0,69	0,23
0,446	0,4461	0,44586	-0,24	0,29
0,527	0,5269	0,52661	-0,29	0,23
0,634	0,6336	0,63334	-0,26	0,24
2,111	2,1107	2,11036	-0,34	0,19
3,11	3,1098	3,10951	-0,29	0,22
5,74	5,7403	5,74023	-0,07	0,35
7,98	7,9817	7,98184	0,14	0,34

Tableau 2 : Synthèse des mesures réalisées avec le banc TRIMOS

#### 3.2 Estimation des incertitudes d'étalonnage

La présentation de l'estimation des incertitudes de mesure est effectuée afin d'être compatible avec le format du logiciel M-CARE

### 3.2.1 Bilan des causes d'incertitude sur X (l'étalon de référence)

Nous considérons que l'incertitude sur la référence  $u(X)$  est essentiellement due à l'incertitude sur la méconnaissance des piges étalon. Nous prenons la valeur calculée par la CIL pour incertitude. Les incertitudes sont comparables sur le domaine considéré. On considère donc l'incertitude sur la référence comme la moyenne (en variance) des incertitudes de la CIL :

$$u(X) = 0,0003 / 2$$

Bilan des causes d'incertitude sur X :

Cause d'incertitude sur X	Erreur maxi		Loi de distribution	Estimateur ET	Écart type		Lk
	Terme const.	Terme var.			Terme const.	Terme var.	
pige	0,0003		Normale (95%)	2	0,00015		0%

### 3.2.2 Bilan des causes d'incertitude sur Y (la valeur lue)

- Répétabilité du résultat :

Pour chaque pige 5 mesures ont été réalisées avec le banc TRIMOS. Les écarts types de ces 5 mesures sont comparables sur l'ensemble des piges. Nous déterminons la répétabilité sur 1 résultat de mesure comme la moyenne (en variance) de la répétabilité de chaque pige.

Nous en déduisons la répétabilité sur la moyenne de 5 mesures :

$$s(\text{répet}) = \frac{\text{racine}(\text{Moyenne variance})}{\sqrt{5}}$$

$$s(\text{répet}) = 0,00012 \text{ mm}$$

$$Lk = 0\% \text{ (pas de corrélation entre les écarts types sur chacune des piges)}$$

- Incertitude sur la remise à 0 du banc :

L'incertitude sur le RAZ est une loi uniforme car elle est due à l'affichage numérique du banc TRIMOS. La remise à 0 étant faite une fois au début de chacune des 5 séries de mesures, nous pouvons la diviser par racine de 5.

$$u(\text{RAZ}) = \frac{\text{Résolution}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{5}}$$

Le RAZ est compris dans la répétabilité car il fait à chaque série.

$u(\text{RAZ})$  est négligeable par rapport à la répétabilité, cela valide le  $Lk = 0\%$  pour la répétabilité. De plus le Raz est effectué avec une cale étalon, plus « stable » pour la mesure qu'une pige, ce qui renforce l'hypothèse d'un RAZ négligeable par rapport à la répétabilité.

- Incertitude sur l'étalon de réglage du banc de mesure dimensionnel :

Une cale étalon conforme à la classe 1 (+/- 0,0002) est utilisée pour le réglage du banc dimensionnel. On considère la limite de classe comme la limite d'une loi de distribution uniforme.

$$u(\text{cale de réglage}) = 0,0002/\sqrt{3}$$

$$Lk = 100\% \text{ (nous utilisons le même étalon pour toutes les séries de mesure)}$$

Cause d'incertitude sur Y	Erreur maxi		Loi de distribution	Estimateur ET	Écart type		Lk
	Terme const.	Terme var.			Terme const.	Terme var.	
répétabilité	0,00012		/	1	0,00012		0%
étalon de réglage	0,0002		Uniforme	$\sqrt{3}$	0,00011547		100%

## 3.3 Traitement des résultats avec le logiciel M-CARE

Evaluation de la signature du processus d'étalonnage

Une fois que les incertitudes ont été initialisées, la matrice calculée, les points d'étalonnage renseignés, la méthode d'optimisation et le degré attendu paramétrés, il convient d'évaluer la signature.

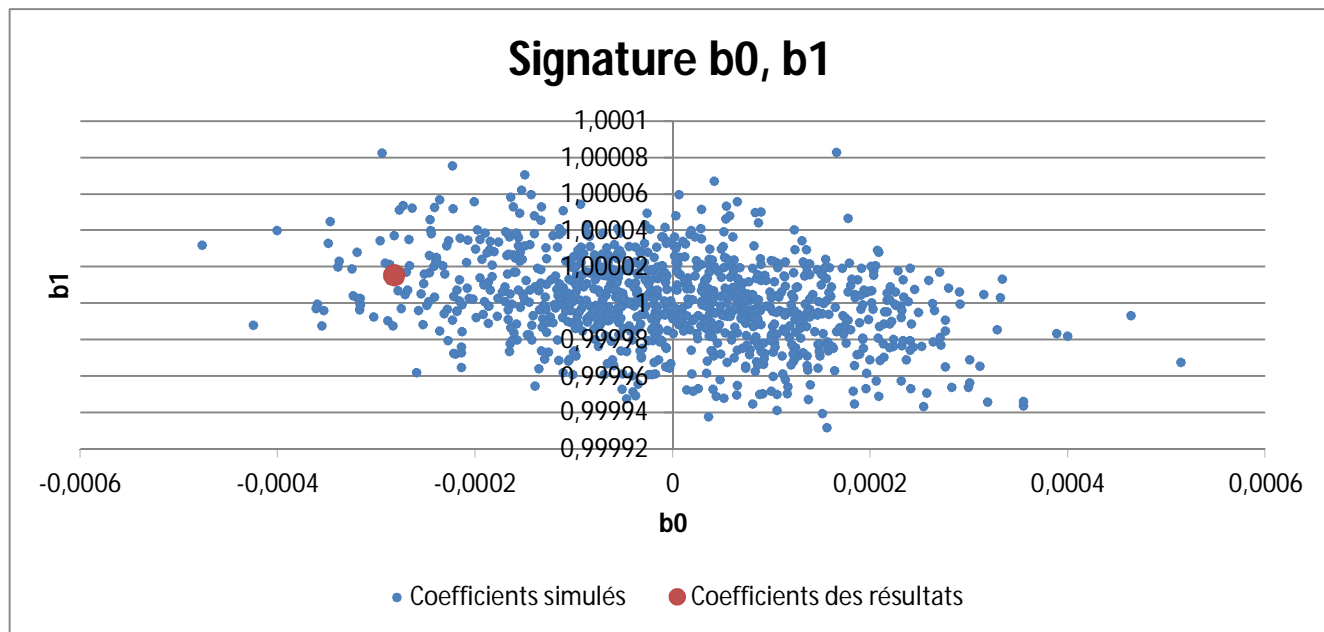


Figure 1 : Signature obtenue avec le logiciel M-CARE

Nous constatons que notre couple de coefficients est dans le nuage (point rouge), nous pouvons donc conclure qu'il n'est pas nécessaire de procéder à une correction du banc sur notre gamme.

Visualisation des écarts du banc TRIMOS sur la gamme

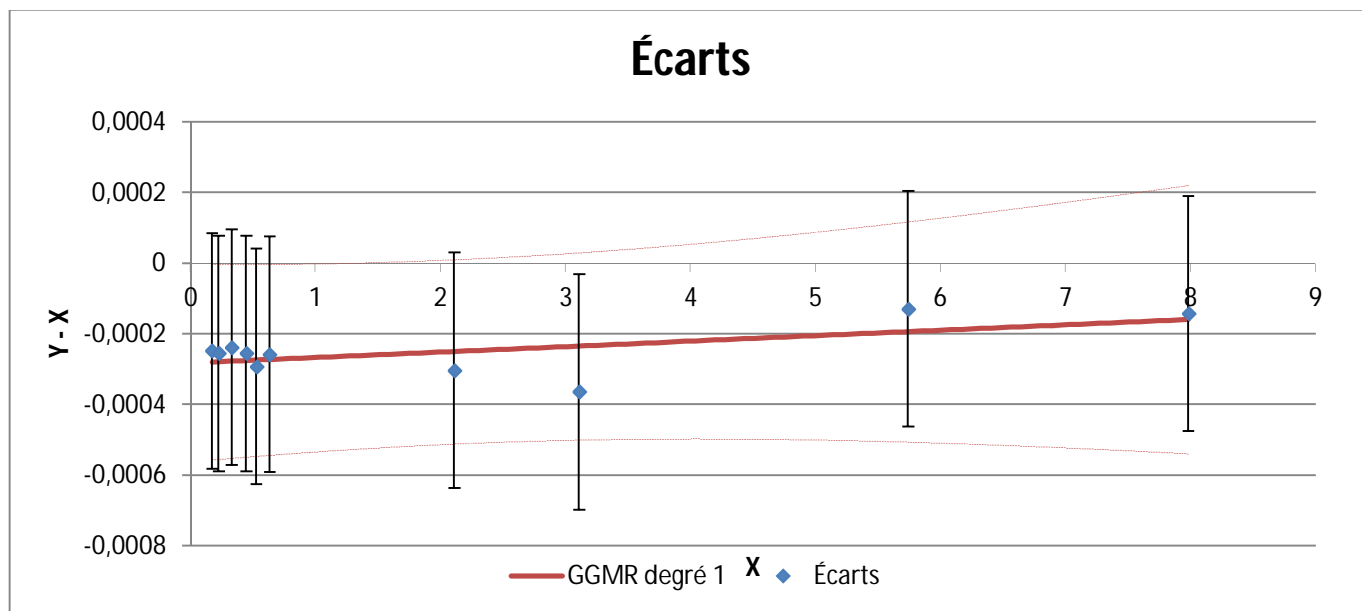


Figure 2 : Visualisation des écarts du banc TRIMOS

La courbe montre un léger biais d'environ -0,0002 mm sur toutes les mesures faites avec le banc. Cependant, l'élément intéressant de cet étalonnage est de montrer que le banc TRIMOS ne montre pas de défaut de linéarité, c'est-à-dire un biais dépendant de la valeur mesurée. Cette caractéristique est représentée par la pente de la courbe. Le logiciel M-CARE montre que cette pente b1 calculée est dans l'incertitude de mesure d'une

pende  $b_1=0$  (c'est à dire aucun défaut de linéarité). Cela confirme la conclusion de la signature du processus d'étalonnage.

Le biais constaté est dans l'incertitude de mesure. Il peut être dû à un mauvais réglage du 0 associé à la méconnaissance de la cale étalon ayant servi à faire ce 0. En tout état de cause, il concerne la mise en œuvre du moyen et non pas le moyen lui-même.

## 4 Conclusion

Etant donné les résultats de l'étude présentée au paragraphe précédent, **le banc TRIMOS ne nécessite donc d'ajustage.**