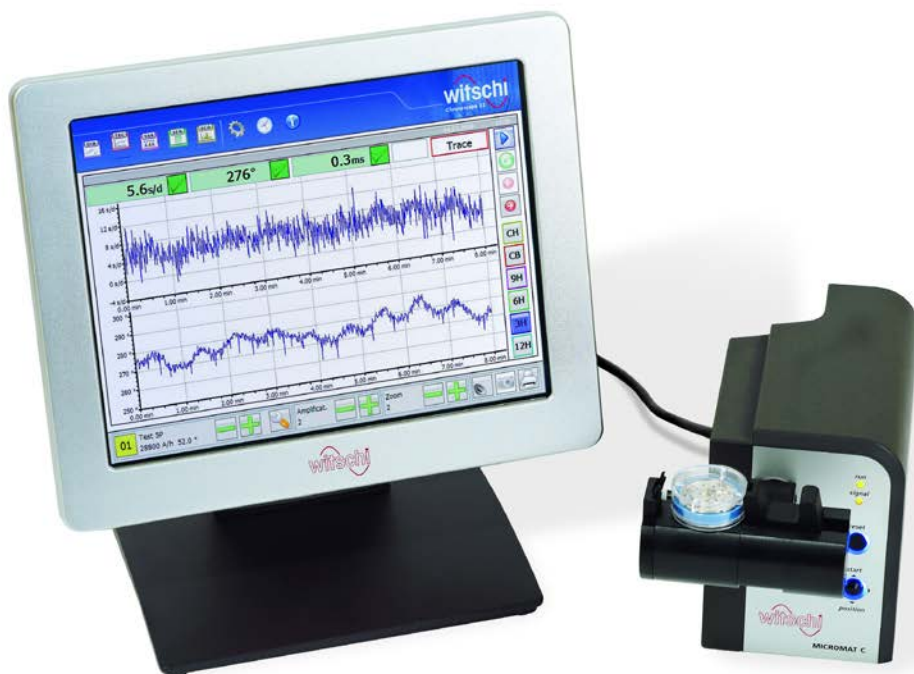


Certified Management System

**SQS**  
ISO 9001:2000  
Reg.Nr. 12228

# TECHNIQUE DE MESURE POUR MONTRES MÉCANIQUES



Release 1.1  
Septembre 2011

**Witschi Electronic SA**  
CH 3294 Büren a.A  
Tél. +41 (0)32 - 352 05 00  
Fax +41 (0)32 - 351 32 92  
[www.witschi.com](http://www.witschi.com)  
[welcome@witschi.com](mailto:welcome@witschi.com)

**witschi**

# Table des matières

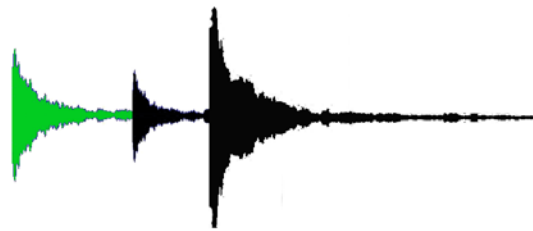
<b>1</b>	<b>Fonctionnement du système réglant</b> .....	<b>3</b>
1.1	Bruits de battement de l'échappement à ancre Suisse .....	3
1.2	Évaluation du bruit de battement .....	4
1.2.1	Variation de la marche .....	5
1.2.2	Repère .....	5
1.2.3	Principe de fonction amplitude-angle de levée .....	5
1.2.4	Amplitude.....	6
1.3	Alternance et fréquence du balancier .....	7
1.3.1	Oscillation .....	7
1.3.2	Alternance .....	7
1.3.3	Fréquence du balancier .....	7
<b>2</b>	<b>Tester avec le Chronoscope X1 (G2)</b> .....	<b>8</b>
2.1	Paramètre Temps.....	8
2.1.1	Temps d'intégration .....	8
2.1.2	Temps de mesure .....	8
2.1.3	Intervalle .....	8
2.2	Exemples de mesure.....	9
2.2.1	Traçage du diagramme .....	9
2.2.2	Mode d'affichage Trace .....	9
2.2.3	Mode d'affichage Vario.....	10
2.2.4	Mode d'affichage Sequence.....	11
2.2.5	Mode d'affichage Scope.....	11
<b>3</b>	<b>Calcul des résultats</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Technologie Witschi de mesure et de contrôle</b> .....	<b>14</b>

# 1 Fonctionnement du système réglant

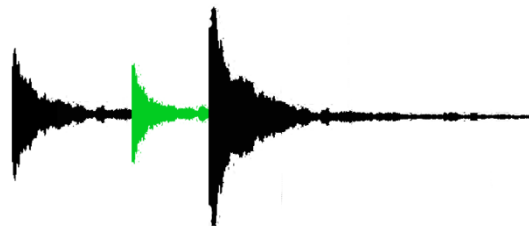
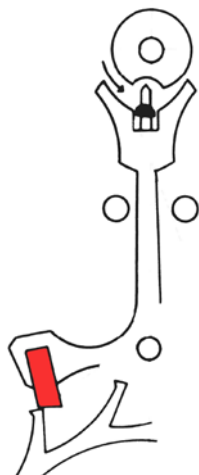
## 1.1 Bruits de battement de l'échappement à ancre Suisse

Le bruit de battement est normalement composé de trois bruits différents.

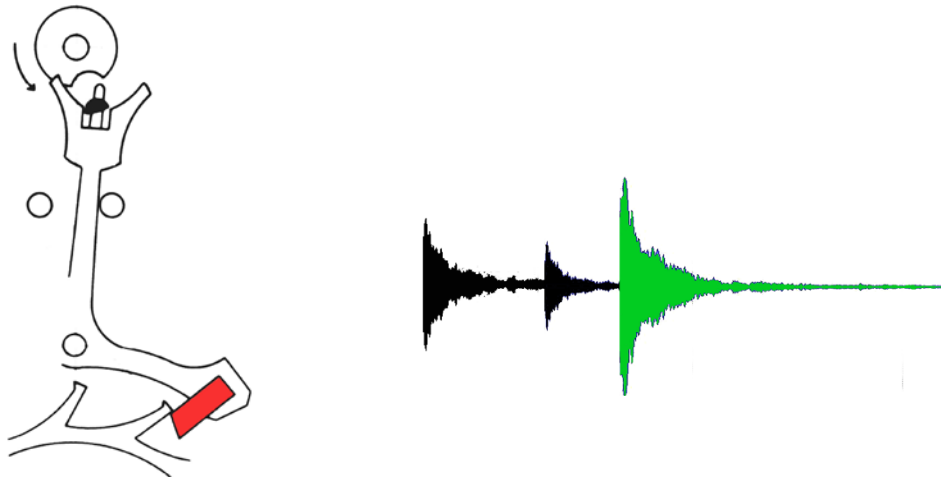
Le **premier** bruit se fait quand l'ellipse du balancier touche la fourchette de l'ancre. Ce bruit se répète dans des intervalles de temps très précis et est donc utilisé pour le traçage du diagramme et pour calculer la marche et le repère.



Un **deuxième** bruit provient lorsque la palette se détache de la roue d'ancre. Ce bruit est très irrégulier et n'est pas utilisée pour l'évaluation.



Le **troisième** et plus fort bruit est produit lorsque la roue d'ancre tombe sur la palette de l'ancre et la baguette de fourchette frappe contre une goupille de limitation. Ce bruit est utilisé pour calculer l'amplitude.



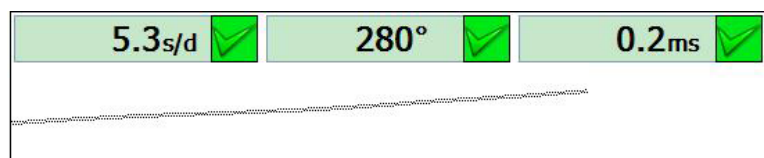
En plus des impulsions décrites auparavant, des bruits supplémentaires de frottement et parasites plus ou moins fort sont possibles.

## 1.2 Évaluation du bruit de battement

Pour l'évaluation du bruit de battement, un instrument de mesure avec une fréquence de référence très précise et stable est nécessaire. Il est aussi très important à ce que le début du premier des bruits soit capté. Si ce premier bruit est trop faible ou si la montre émet de forts bruits parasites, l'amplification doit être corrigée en conséquence.

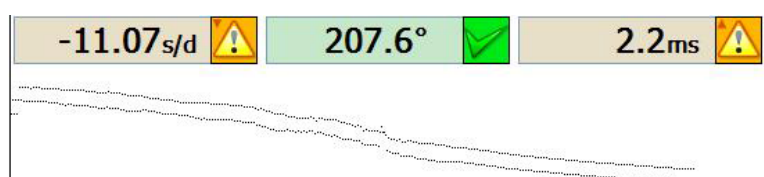
Pour le traçage du diagramme, le temps entre deux battements suivis (durée de période) est mesuré et comparé avec la valeur effective d'une marche nulle. Si le temps mesuré correspond exactement à la valeur nulle, le point suivant sur le diagramme sera placé exactement à côté du point précédent. Si le nouveau battement arrive un peu trop tôt ou trop tard, le nouveau point sera déplacé vers le haut ou vers le bas, correspondant à la différence de temps par rapport à la valeur nulle. La rangée des points sur l'affichage forme une ligne droite ou une ligne inclinée vers le haut ou vers le bas, selon la variation de la marche.

**Exemple 1:** Diagramme régulier



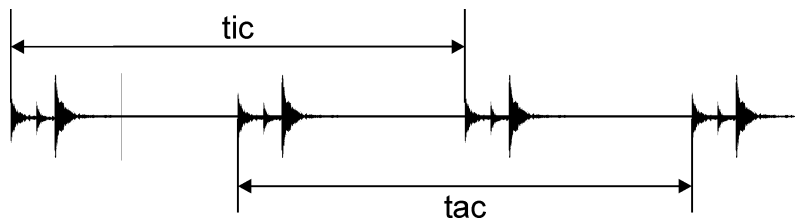
Le diagramme ne montre pas seulement la variation de la marche, mais également d'autres irrégularités temporaires, comme défauts de repère, dents défectueuses à la roue d'échappement etc.

**Exemple 2:** Diagramme irrégulier



### 1.2.1 Variation de la marche

Pour calculer la marche, les différences entre la durée de période mesurée et la valeur prescrite sont moyennée sur le temps de mesure, converties en s/24h et affichés sur l'écran.



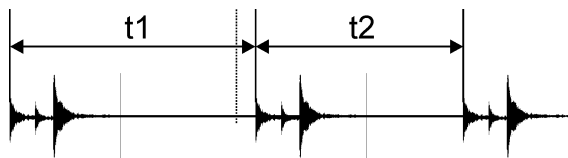
$$\text{Marche} = \frac{\text{marche tic} + \text{marche tac}}{2}$$

### 1.2.2 Repère

Oscillation asymétrique du balancier. Le mouvement oscillatoire du balancier peut être décrit à l'aide de l'angle de rotation. Si la montre est arrêtée, la position du balancier définit le point de repos. Sous un «repère» (toujours existants) on comprend que l'oscillation rotative n'est pas tout à fait symétriquement autour du point de repos dans toutes les positions de mesure, c.-à-d. que le balancier oscille plus loin dans une direction que dans l'opposée. Cette asymétrie peut être rendue visible sur un chrono comparateur.

Le repère est mesuré en millisecondes (ms). Des montres de haute qualité possèdent un dispositif particulier pour l'ajustage du repère.

Le diagramme ci-dessous montre un repère typique. Pour un repère non existant, t1 et t2 devraient montrer des valeurs identiques.



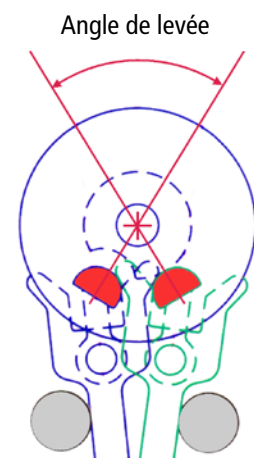
$$\text{Repère} = \frac{t1 - t2}{2}$$

### 1.2.3 Principe de fonction amplitude-angle de levée

La vitesse d'angle du système d'oscillation (balancier avec spirale) dépend de son amplitude en passant le point zéro. On détermine cette vitesse au moyen d'un chronométrage entre le signal de déclenchement et signal de la chute de l'échappement.

Ce temps est nommé *temps de levée du balancier* et l'angle parcouru du balancier pendant cette période, *l'angle de levée*. Pendant le passage de cette angle, la cheville de plateau reste en contact avec la fourchette de l'ancre.

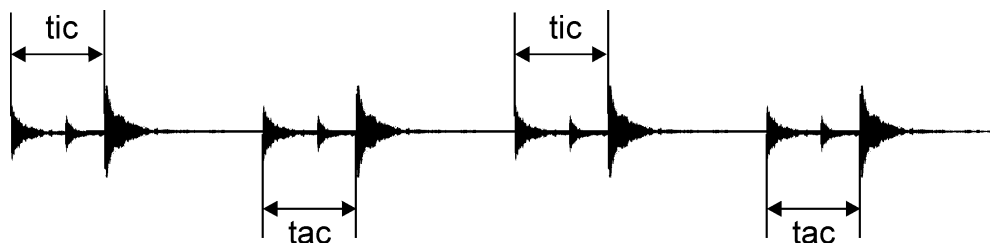
L'angle de levée se trouve autour de 51° pour la plupart des mouvements standards.



## 1.2.4 Amplitude

L'amplitude correspond à l'angle entre la position d'équilibre (position de repos du balancier) et la distance maximale (point de retour). Les valeurs d'amplitudes de montres actuelles se trouvent entre  $270^\circ$  -  $310^\circ$ . Avec le vieillissement croissant des huiles, cette valeur diminue progressivement.

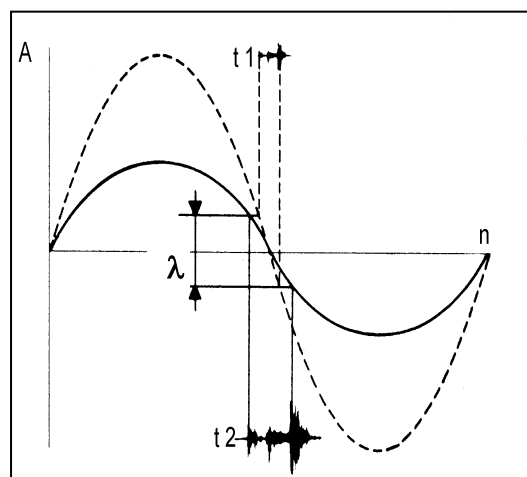
Pour calculer l'amplitude, le temps entre la **première** impulsion et la **troisième** impulsion dans le bruit de battement est mesurée.



Entre ces deux impulsions le balancier tourne autour d'un certain angle. L'angle de levée, déterminé par la construction du mouvement, est entré comme paramètre. Plus l'amplitude du balancier est grande, plus la vitesse est grande avec laquelle il parcourt l'angle de levée et plus le temps est court pour parcourir cet angle.

L'amplitude peut être calculée par le temps écoulé entre la **première** et **troisième** impulsion dans le bruit de battement, compte tenu du nombre d'alternance et de l'angle de levée.

La distance parcourue pendant une période du balancier en oscillation est une fonction de sinus. La ligne pleine correspond à une faible amplitude et la ligne interrompue à une grande amplitude. Les horizontales de l'angle de levée constant coupent les deux sinusoïdes à différentes places. Une faible amplitude en résulte pour un long temps d'impulsion (levée) ( $t_2$ ) et une haute amplitude pour court un temps d'impulsion ( $t_1$ ).



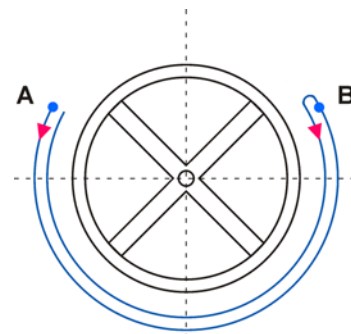
### REMARQUE

Tous les appareils Witschi sont équipés de modes de test spéciaux. Ceux-ci permettent la mesure d'amplitude précise pour des montres avec des échappements spéciaux, comme coaxial, AP et autres.

### 1.3 Alternance et fréquence du balancier

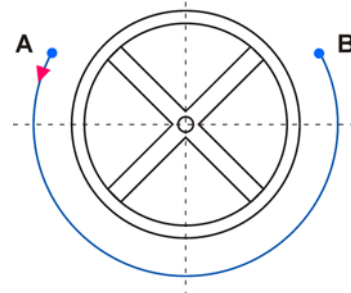
#### 1.3.1 Oscillation

L'**oscillation** est le chemin parcouru d'un point à partir d'un point de retour à l'autre, et retour (**A – B – A**).



#### 1.3.2 Alternance

Une demi-oscillation du balancier est une **alternance** (**A – B**).



#### 1.3.3 Fréquence du balancier

La fréquence du balancier (nombre d'oscillations par seconde) est calculée selon la formule suivante:

$$F = \frac{A/h}{2 \cdot 3600}$$

**F** Fréquence (Hz)

**A/h** Nombre d'alternances par heure

Exemples:

18'000 A/h ► 2.5 Hz

21'600 A/h ► 3 Hz

28'800 A/h ► 4 Hz

36'000 A/h ► 5 Hz

## 2 Tester avec le Chronoscope X1 (G2)

Par la suite sont décrit les possibilités de test et de mesure d'un instrument moderne. Les descriptions et les exemples se réfèrent au Chronoscope X1 (G2) de Witschi, et sont un supplément au mode d'emploi existant.

### 2.1 Paramètre Temps

#### 2.1.1 Temps d'intégration

Temps pendant lequel les résultats de mesure numérique sont calculés et affichés.

Les résultats numériques sont calculés et affichés sur le temps d'intégration. Jusqu'à l'expiration du cycle de mesure, les résultats sont actualisés dans le rythme du temps d'intégration. Dans le mode diagramme aussi longtemps, jusqu'à ce que le traçage du diagramme soit arrêté manuellement.

Pour le mode d'affichage "**Diagramme**" seulement le temps d'intégration peut être choisi. À l'échéance du premier temps d'intégration les résultats numériques sont renouvelés continuellement tous les 2 secondes. 3A est aussi éligible.

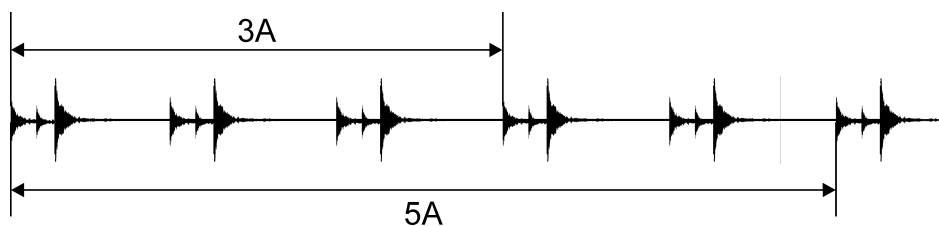
#### Exemple

Temps d'intégration sélectionné: **10 s**

Alternance : 28'800 A/h

Nombre alternances pour calculer la moyenne:  $28800 : 3600 * 10 = 80 A$

Selon le mode d'affichage, un temps d'intégration de 3A, 5A, 7A et 9A peut également être choisi (A = alternances).



Les temps d'intégration très court sont recommandables pour des mesures laboratoires. Des petites fluctuations des valeurs d'amplitude et de la marche seront présentées avec plus de détails .

#### Exemple

Temps d'intégration sélectionné:

**3A**

Alternance :

28'800 A/h

Temps de renouvellement pour l'affichage des valeurs de mesure:

**0.375 s**

#### 2.1.2 Temps de mesure

Pour quelques modes d'affichages outre le temps d'intégration le temps de mesure est également choisi, cependant le temps de mesure sera plus long que le temps d'intégration.

Pour les modes de test "**Trace et Vario**" le temps d'intégration est ajusté automatiquement, conformément au temps de mesure choisi. Les valeurs de mesures sont affichées après l'expiration du premier temps d'intégration, ensuite les résultats sont continuellement actualisés dans le rythme du temps d'intégration.

Ces modes sont utilisés surtout pour des mesures de laboratoire sur une plus longue période (jusqu'à 100 heures). Le temps d'intégration de 3A peut également être choisi ; le temps de mesure est limité à 8 min.

Dans le mode d'affichage "**Sequence**" on peut choisir un temps de mesure de jusqu'à 10 minutes, avec un temps d'intégration fixe de 2 secondes.

#### 2.1.3 Intervalle

Seulement pour le mode "**Scope**". Permet de choisir l'intervalle d'actualisation de l'affichage : 3A, 5A, 7A, 9A ou 2 s. Outre la présentation graphique du bruit de battement, la valeur mesurée de l'amplitude est également indiquée.

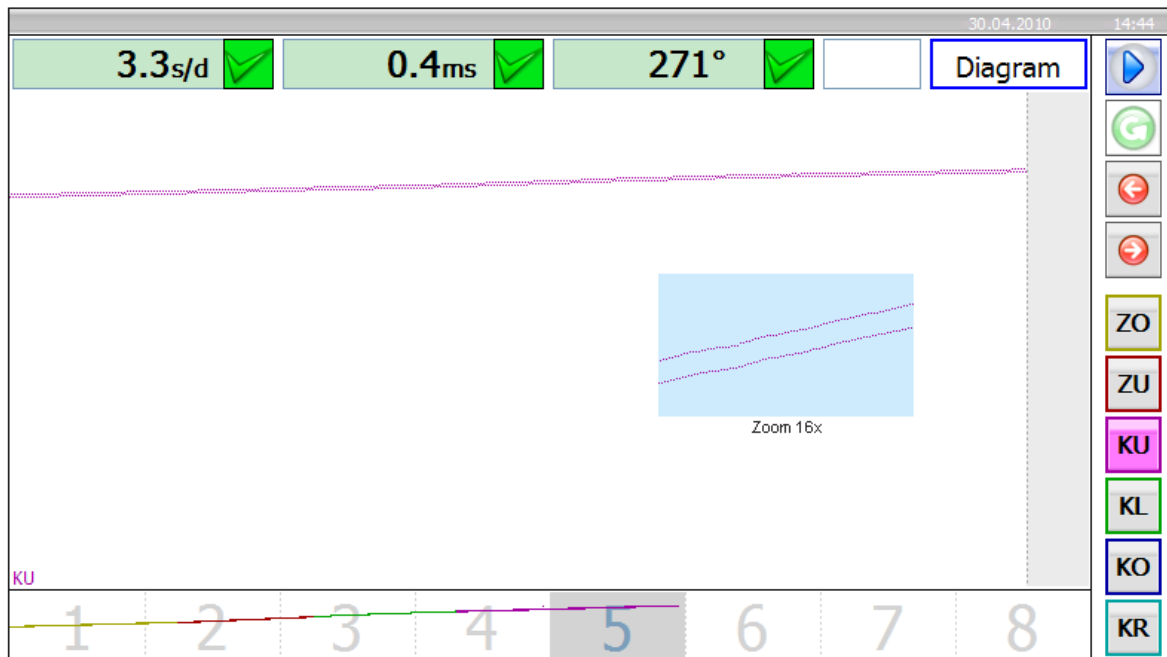


## 2.2 Exemples de mesure

### 2.2.1 Traçage du diagramme



Pendant le traçage continu du diagramme des bruits de battement apparaissent les valeurs numériques des mesures de la marche, de l'amplitude et du repère.

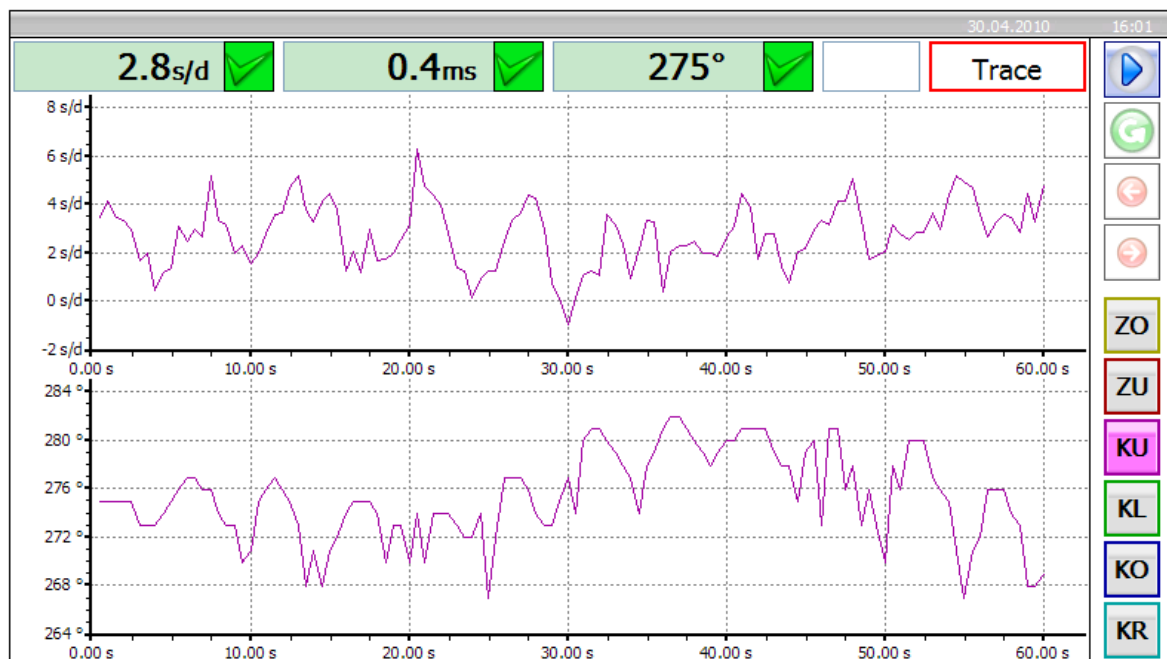


Les huit dernières pages sont présentées sous forme de bande en petit format. En plus le zoom (jusqu'à 16 fois) permet une meilleure visualisation des irrégularités.

### 2.2.2 Mode d'affichage Trace



L'exemple suivant montre le traçage avec le temps d'intégration le plus court, 3A.



Les points de valeur mesurée sont enregistrés et reliés, chaque fois après trois alternances. De cette façon le traçage les valeurs de mesure de la marche et de l'amplitude peuvent être analysées au plus petit détail. Dans ce mode la fonction zoom est aussi disponible.

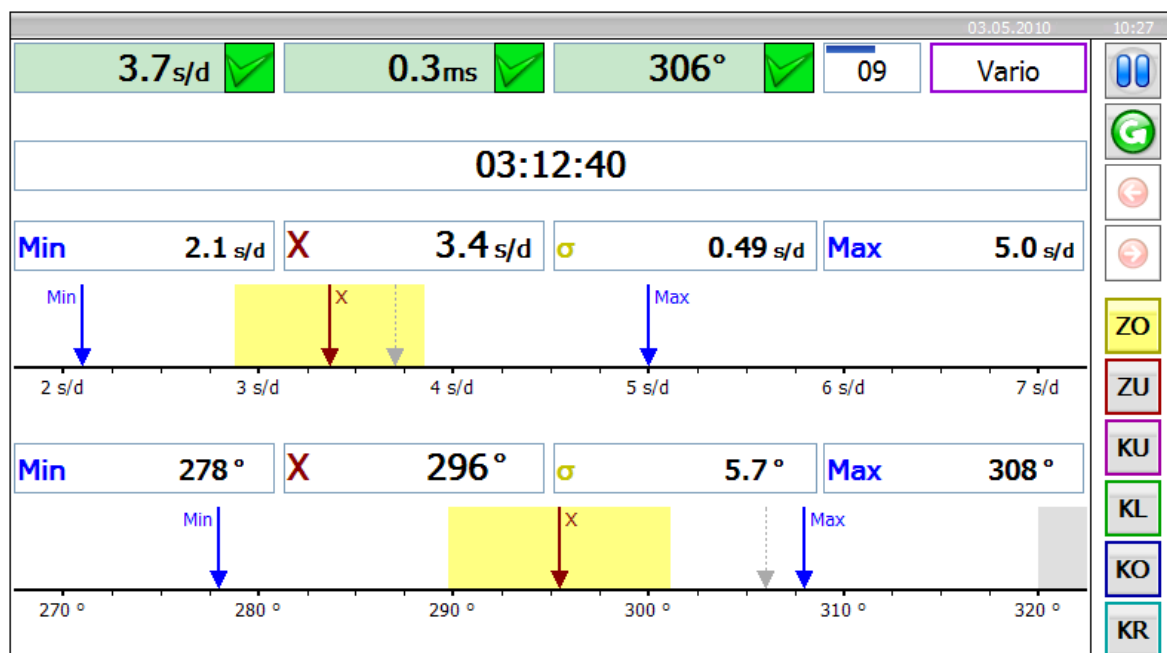
Ici, la marche et l'amplitude ont été enregistrées sur une période de 6 heures. Des enregistrements de longue durée jusqu'à 100 heures sont possibles. P.ex. l'expiration de la montre peut être poursuivie.



### 2.2.3 Mode d'affichage Vario



Dans ce mode la stabilité de la marche et de l'amplitude peut être surveillée sur une période étendue. Pendant la mesure les valeurs de mesure sont constamment actualisées pendant toute la durée des mesures. Affiché sont les valeurs min. et max., les valeurs moyennes, l'écart type, le temps de mesure écoulé et les valeurs de mesure actuelles.

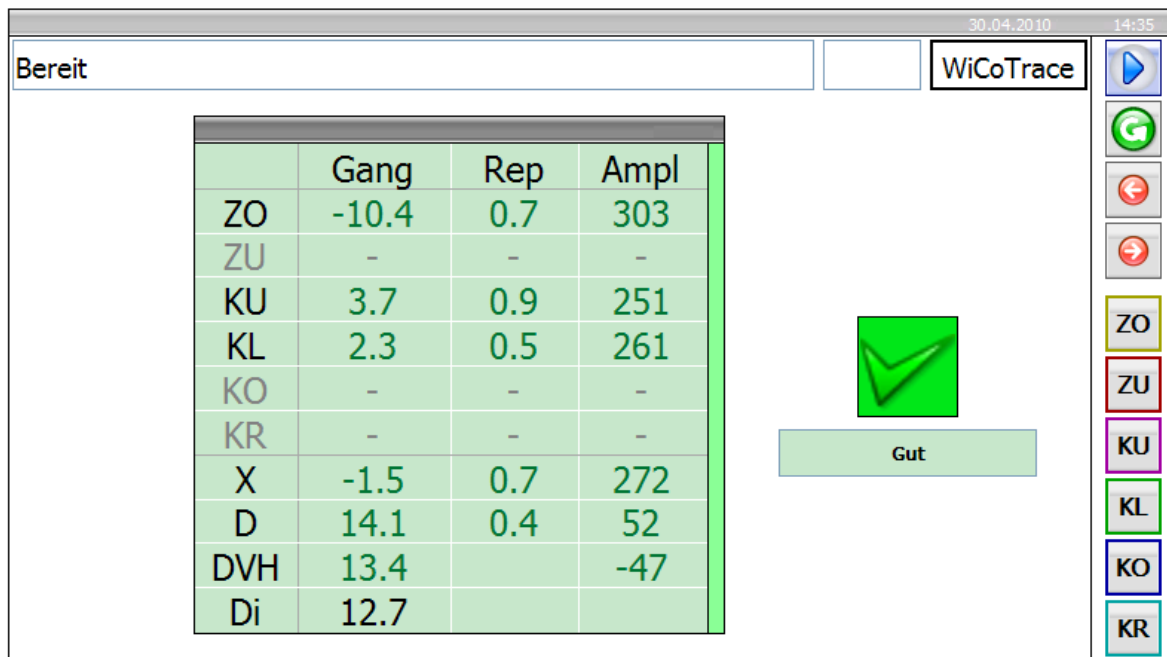


- Min** La plus petite valeur mesurée depuis le début de mesure
- Max** La plus grande valeur mesurée depuis le début de mesure
- X** Valeur moyenne depuis le début de mesure
- $\sigma$**  Écart type depuis le début de mesure

## 2.2.4 Mode d'affichage Sequence



À l'échéance d'une séquence de test les résultats des positions de mesure différentes sont affichés dans un tableau clairement disposé. Lors de l'établissement de programme, jusqu'à 6 positions de test peuvent être définies, y compris le temps de stabilisation et de mesure.

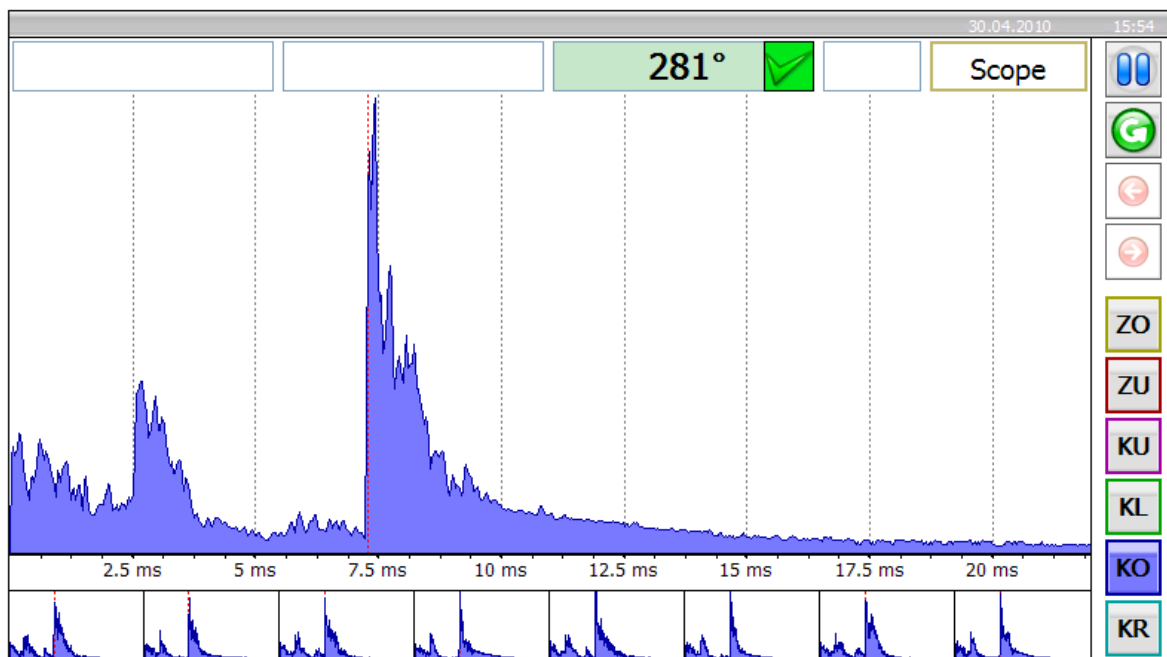


Un mode idéal visant le test de petites séries, pour le contrôle final dans les centres de service horloger, pour le contrôle à l'entrée etc.

## 2.2.5 Mode d'affichage Scope

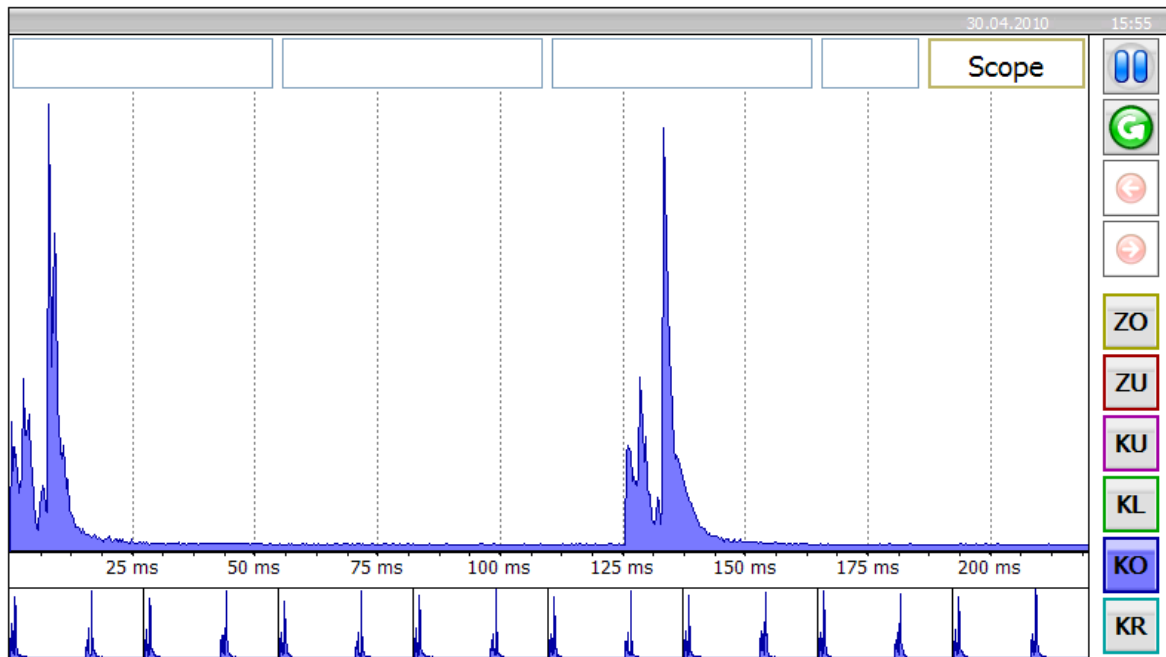


La représentation graphique des bruits de battement permet l'analyse détaillée sur l'état de l'échappement.

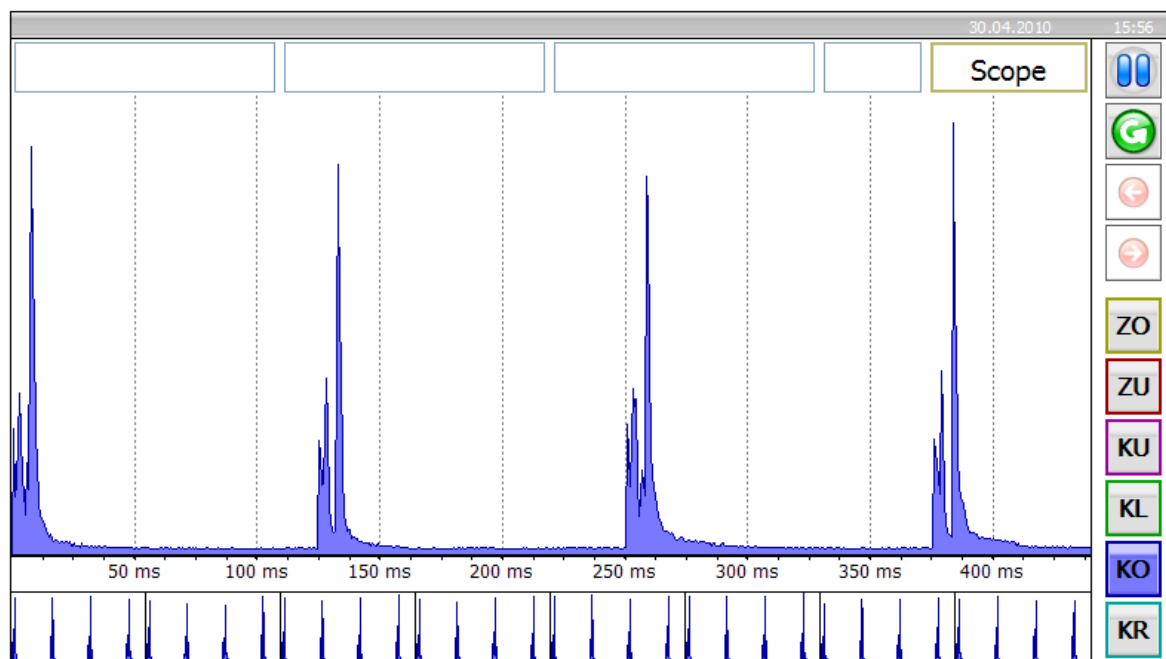


Exemple avec le temps d'intégration **3A** et le temps de traçage de **20 ms**. Un **Tic** et un **Tac** sont représentés alternativement, y compris la valeur de l'amplitude. Pour une montre à 28'800 a/h, le changement d'affichage a lieu toutes les **0.375** secondes.

## Temps d'intégration 3A et temps de traçage de 200 ms



## Temps d'intégration 3A et temps de traçage de 400 ms



Selon le nombre d'alternances et le temps de traçage, trois à cinq bruits de battements successifs sont visualisés sur l'écran.

Les huit derniers bruits de battement sont représentés sous le bruit de battement actuel sous forme de bande en petit format. Une pression directe sur le petit format désiré permet d'afficher le bruit de battement en grand format.

### 3 Calcul des résultats

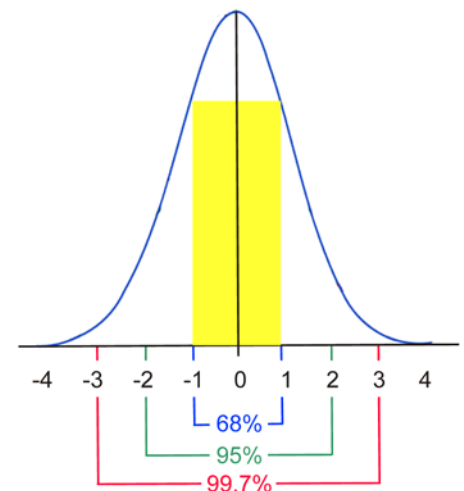
Dans le mode de test Sequence:

- X** Le total de valeurs mesurées divisé par nombre des positions de test.
- D** Différence entre la plus grande et la plus petite valeur mesurée.
- DVH** Différence entre les valeurs moyennes des positions de test verticales et horizontales.
- Di** Différence de la marche entre les positions VG et HH (6H et CH).

	Gang	Rep	Ampl
ZO	-10.4	0.7	303
ZU	-	-	-
KU	3.7	0.9	251
KL	2.3	0.5	261
KO	-	-	-
KR	-	-	-
X	-1.5	0.7	272
D	14.1	0.4	52
DVH	13.4		-47
Di	12.7		

Dans le mode de test Vario:

- $\sigma$**  **Écart standard.** Il est la mesure pour la dispersion des valeurs autour de sa moyenne. **68,27 %** de toutes les valeurs mesurées ont une déviation de la valeur moyenne, qui correspond au maximum à la valeur de l'écart standard ( $X \pm 1 \sigma$ ).



#### Exemple

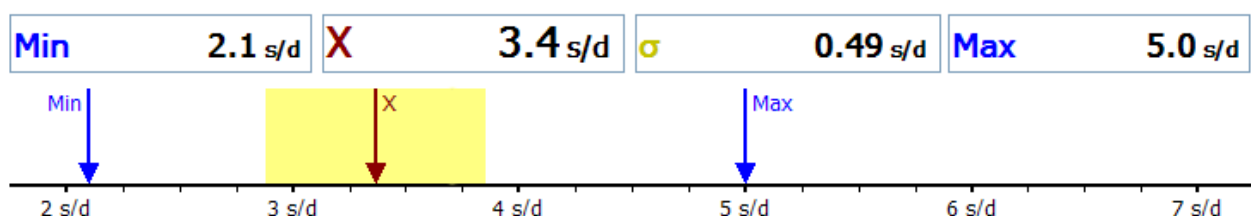
Après un temps de mesure de plus de 3 heures résulte pour la mesure de la marche un  $\sigma$  de **0.49s/d** et une valeur moyenne de **3.4s/d**.

#### Calcul

Valeur moyenne  $X$  moins l'écart standard  $\sigma$        $3.4 - 0.49 = 2.91s/d$

Valeur moyenne  $X$  plus l'écart standard  $\sigma$        $3.4 + 0.49 = 3.98 s/d$

**68,27 %** (zone jaune) de toutes les valeurs mesurées se trouvent dans notre exemple dans une plage de **2,91 à 3.98 s/d**.



La même procédure est aussi valable pour la mesure de l'amplitude.

Plus l'écart standard n'est petit, d'autant meilleure est la stabilité de la marche et de l'amplitude.

#### 4 Technologie Witschi de mesure et de contrôle

Witschi Electronic SA est un leader mondial en technologie de mesure et test de montres et de produits - relevant de la microtechnique.

Nos produits améliorent l'efficacité du SAV et permettent d'effectuer un contrôle de qualité professionnel lors de la fabrication de montres.

Nous poursuivons la vision d'être et de rester le leader mondial dans le domaine de la technologie de test pour les montres.

Nous mettons à disposition des produits innovateurs avec un rapport qualité-prix avantageux.

Vous trouverez des informations supplémentaires sur notre site Web [www.witschi.com](http://www.witschi.com)