

# Mode d'emploi du thermomètre

## Branchement :

Le thermomètre doit être branché à un générateur capable de délivrer des tensions de sortie de + 12 V et – 12V simultanément. Il est possible de le brancher à deux générateurs simultanément l'un délivrant +12V et l'autre –12V.

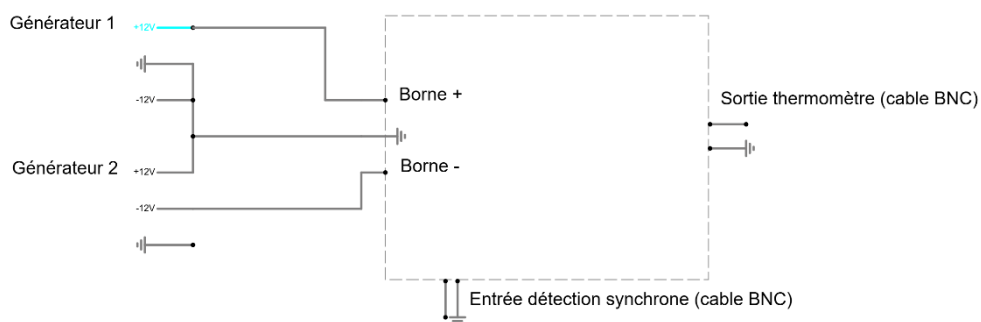


Figure 1 Branchement avec 2 générateurs

## Calibrage du zéro :

Les résistances du pont de Wheatstone n'étant totalement identiques il y a donc une tension de sortie non nulle et donc un « offset » à la mesure via Latispro.

Le thermomètre est équipé d'un premier potentiomètre permettant d'ajuster le zéro. Le potentiomètre est réglable avec un tournevis via un trou circulaire sur le côté de la boîte contenant le thermomètre.

Dans un premier temps il faut lancer une acquisition en plaçant les capteurs sur une surface dont la température est supposée homogène et stable afin de simplifier le réglage. Il faut ensuite utiliser le tournevis pour faire augmenter ou diminuer l'offset pour atteindre une valeur stable proche de zéro.

## Détermination de la sensibilité

Le thermomètre différentiel est équipé d'un second potentiomètre permettant de régler le gain de l'amplificateur variable (de 1 à 1000 fois). Lorsqu'il est réglé au minimum, il n'y a pas d'amplification supplémentaire.

Dans les autres cas, il peut être difficile de savoir précisément la sensibilité. Aussi le thermomètre possède un switch permettant de faire varier de  $100\ \Omega$  une branche du pont de Wheatstone.

Pour déterminer la sensibilité expérimentale, il faut brancher le thermomètre à la carte afin de faire une acquisition via Latispro. Il est préférable de faire une acquisition longue (100s) afin de pouvoir le maximum de valeur et de pouvoir faire une moyenne par la suite. Une fois l'acquisition lancée, utilisez le switch pendant 3 à 5 secondes afin d'obtenir un plateau stable puis relâchez le. Répétez le processus un maximum de fois pendant l'acquisition. Vous obtiendrez une figure similaire à celle-ci :

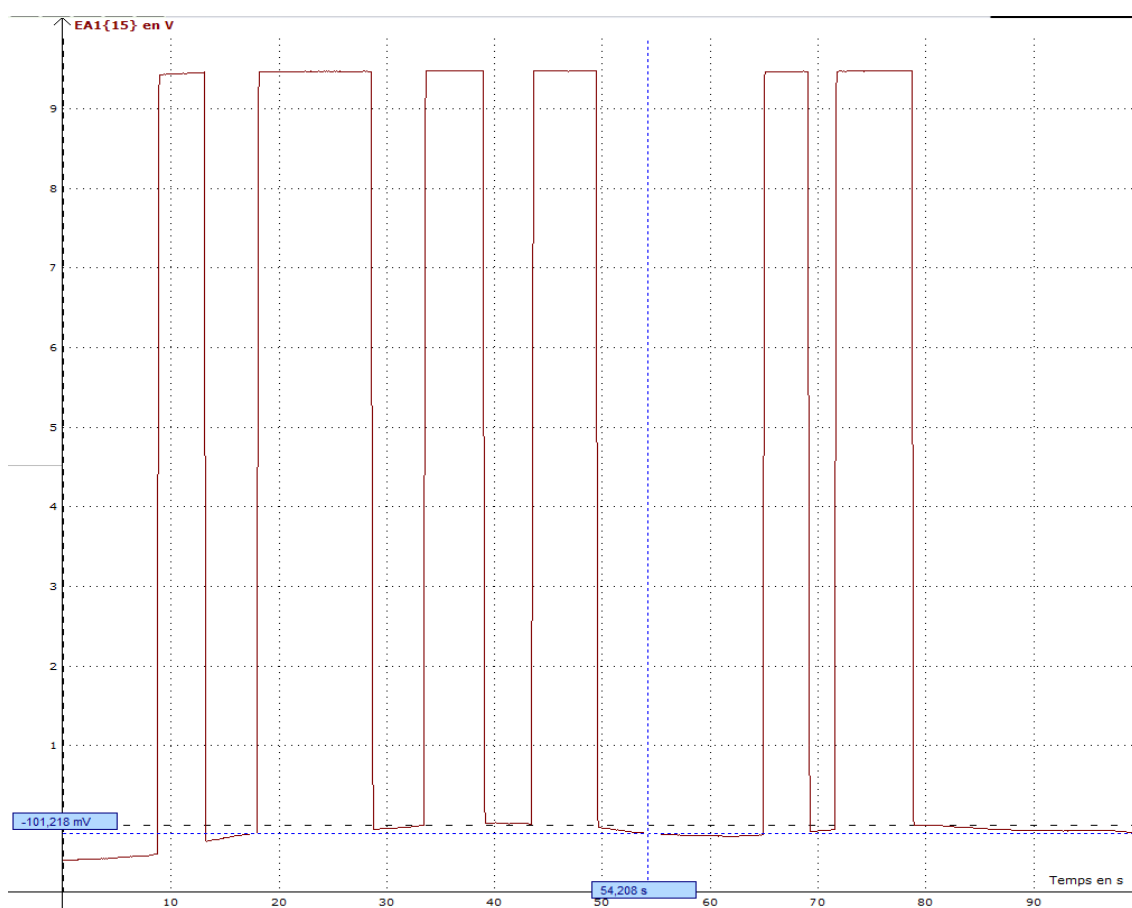


Figure 2 Exemple de courbe de détermination de la sensibilité

**Attention : Il faut régler le potentiomètre afin d'éviter la saturation de la carte d'acquisition ce qui fausserait vos valeurs.**

A présent, il y a deux méthodes pour déterminer la sensibilité :

- Sur Latispro directement, vous utilisez le curseur et le placez juste avant et juste après chaque variation.
- Vous transférez les données sur un tableur et repérez les changements abruptes correspondant à l'utilisation du switch.

Dans les deux cas, vous devez faire la différence à chaque variation puis la moyenne de celles-ci afin d'obtenir la différence moyenne.

Vous obtenez la sensibilité en divisant la valeur moyenne calculée par les 100  $\Omega$  pour obtenir une sensibilité  $S_v$  en  $V.\Omega^{-1}$ .

Nous avons déterminé antérieurement que la variation de résistance en fonction de la température était  $S_R = 444.4 \Omega.K^{-1}$ .

Vous pouvez donc déterminer votre sensibilité expérimentale (variation de la tension en fonction de la température) avec la formule suivante :

$$S_T = S_v \cdot S_R$$

Avec  $S_T$  en  $V.K^{-1}$ .

Pouvez donc en déduire pour une certaine variation de tension, le différentiel de température entre les capteurs.

## Limites de plage de mesure et conseils de mesure

### Limites de plage de mesure

Selon le choix de sensibilité et de calibre sur Latispro (+10/-10V ou +0.2/-0.2V), la carte d'acquisition va saturer avec une différence de température plus ou moins grande.

Par exemple avec un calibre de (+10/-10V) et une sensibilité de 40  $V.K^{-1}$  la carte d'acquisition va saturer pour une différence de température entre les capteurs de 0.25 K car correspondant à une tension de 10V.

Il est donc primordial de choisir un calibre, et une amplification (donc une sensibilité) qui correspond à ce que l'on cherche à mesurer.

Dans le cas où l'on aurait besoin de mesurer une différence de température importante avec une précision moindre, il est préférable d'utiliser le calibre (10/-10V) sans amplification pour élargir au maximum la plage de valeur possible. Dans le cas inverse où l'on cherche à être très précis sur une très faible variation de température il est préférable d'utiliser le calibre (0.2/-0.2V).

## Conseils de mesure

Les variations thermiques d'un système pouvant être lentes, nous vous conseillons de mettre un temps d'acquisition relativement lent (entre 100 et 300 secondes au minimum) afin d'obtenir la mesure entière en une seule acquisition.

En ce qui concerne le nombre de point à utiliser sur Latispro, il n'est pas nécessaire d'en avoir un toute les millisecondes, l'acquisition étant longue, nous nous intéressons en général à des fluctuations longues (optez donc un écart entre les points de 10ms à 100ms pour les système « rapide » et de 100ms à 1s pour les système « lent »).

## Attention :

Lorsque l'on met une amplification très grande sur le thermomètre, celui enregistre des très faibles variations de température due aux mouvements de l'air notamment ceux provoqués par un déplacement devant un capteur, parfois le fait de parler devant un capteur ou trop s'en approcher pendant la mesure peut conduire à des variations non souhaitées sur la mesure. Nous recommandons donc d'être ni trop proche de l'appareil, ni de se déplacer pendant une mesure.

## Mesure avec offset choisi

Lorsque l'on s'attend que la variation de la différence de température reste de même signe, on peut choisir d'effectuer une mesure avec un offset choisi.

L'idée est de calibrer le thermomètre non plus autour de zéro mais autour d'une valeur choisie permettant une plus grande amplitude sur la mesure.

Par exemple en choisissant un offset de -5V, on peut mesurer sur la plage [-5V/10V]. Cependant dans ce cas prendre en compte la valeur de l'offset lors du calcul de la différence de température (Ajouter l'offset à la valeur de la mesure en V).

## Obtention d'une mesure (Pas à pas)

Après avoir calibré l'appareil à 0 ou à un offset et en ayant déterminé sa sensibilité, on peut réaliser une mesure.

Il faut tout d'abord accrocher les deux capteurs aux deux endroits où l'on souhaite faire la mesure.

A l'aide de Latispro vous allez pouvoir avoir une première mesure de la tension en fonction du temps, vous devez ensuite soit utiliser la fonction tableur de Latispro soit passer sur un autre tableur (type Excel ou Office) pour diviser chaque valeur de tension (corrigée s'il y a un offset) par la valeur de sensibilité  $S_T$  obtenue plus tôt et avoir un tableau de valeur de température en K.

Enfin vous pouvez utiliser le tableau du temps correspondant afin de tracer la différence de température en fonction du temps.

## Méthode d'obtention du bruit et de l'écart type expérimentaux

Nous partons d'une mesure de tension au cours du temps dans le domaine temporel.

Nous devons ensuite faire la moyenne du signal au carré afin d'obtenir la variance

$$\sigma^2 = \frac{1}{nb \text{ de point}} \sum_{nb \text{ de point}} signal^2$$

On en déduit l'écart type (qui est la valeur efficace du bruit)

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

On peut vérifier en utilisant le théorème de Parseval et vérifier que dans le domaine des fréquences la variance est la même.

On fait donc la TF du signal puis on corrige les amplitudes du signal par le coefficient 1.301 (cf. Expériences). On fait ensuite le carré de chaque amplitude

puis on multiplie par notre fréquence d'acquisition ( $\frac{1}{\text{Temps d'acquisition}}$ ). Enfin on fait la somme de chaque variance ainsi obtenue pour avoir la variance totale.

Si tout se passe correctement les deux valeurs de variances sont identiques.