



Les sondes de température

Préambule

Les sondes de température sont des éléments, une fois associés à un système de mesure (thermomètre portatif, centrale d'acquisition, transmetteur, etc....), qui permettent des mesures de température. Selon le type de sonde (à la fois la technologie de construction, la forme du capteur ainsi que les dimensions de la sonde, ou encore les conditions de mesure....) il sera possible d'effectuer des mesures plus ou moins précises. Bien que certaines sondes sont plus ou moins universelles, d'autres sont très spécifiques, ainsi, il est primordial de bien choisir la sonde en fonction de son application.

Pour les plus pressés, vous trouverez en fin de guide un tableau récapitulant les plages d'utilisation et tolérances normalisées, les avantages/inconvénients ainsi que les domaines d'applications de chaque type de sonde. Une fois identifiée la technologie à utiliser selon votre besoin, il suffira ensuite simplement de bien choisir la forme de la sonde (voir le paragraphe « les formes de sonde »).

Les types ("technologie") de sonde

Il existe 2 grandes familles de capteurs de température :

- Ceux utilisant le principe thermo-électrique (génération d'une force électromotrice, et donc génération d'une différence de potentiel (tension) en fonction de la température) : Les thermocouples.
- Ceux utilisant un principe thermo-résistif (génération d'une résistance en fonction de la température) : Thermistances de type CT ou résistances de platine PT.

Thermocouples

Les thermocouples sont divisés en 8 types normalisés + 3 types non normalisés. La différence entre chaque sonde se situe dans les matériaux utilisés pour leur fabrication. Chaque matériau supportant des conditions physiques différentes (plage de température, résistance à la corrosion/oxydation, etc...).

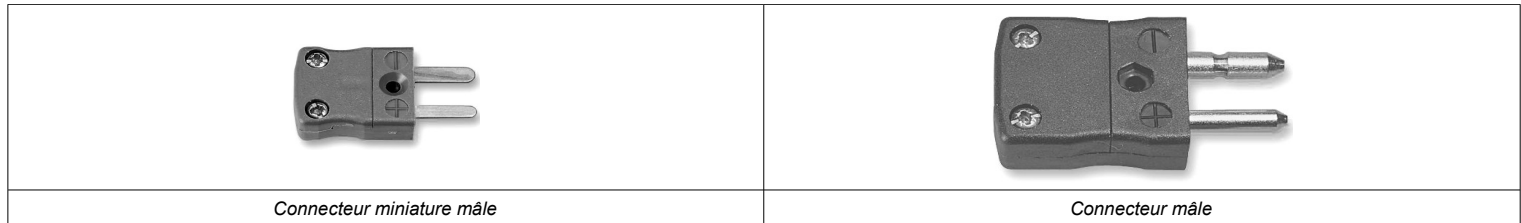
Bien que peu précises pour la plupart, les sondes de type thermocouple permettent des plages d'utilisation très grandes.

Le type le plus courant est le thermocouple K, le plus précis est le T, les autres types sont moins présents.

Le principe de fonctionnement du thermocouple impose que le système de mesure utilisé avec la sonde possède un élément interne servant de température de référence (presque toujours 0°C, « jonction froide ») afin de mesurer la différence de température avec la « jonction chaude » (la partie en contact avec l'élément à mesurer), donnant ainsi la mesure de température (« réelle » si référence = 0°C, relative si référence ≠ 0°C).

Cela implique également que si l'on rajoute un câble d'extension/compensation, il faudra prendre en compte la tolérance de ce câble dans l'incertitude de mesure. Les câbles d'extension/compensation sont également normalisés.

Le connecteur de liaison au système de mesure est normalisé, la couleur variant selon le type de thermocouple. Le plus répandu est le miniature car c'est celui présent sur tous les thermomètres portatifs pour thermocouples.



Éléments résistifs

Comme pour les thermocouples, les éléments résistifs sont normalisés, on peut les diviser en 2 types :

Les résistances de platine

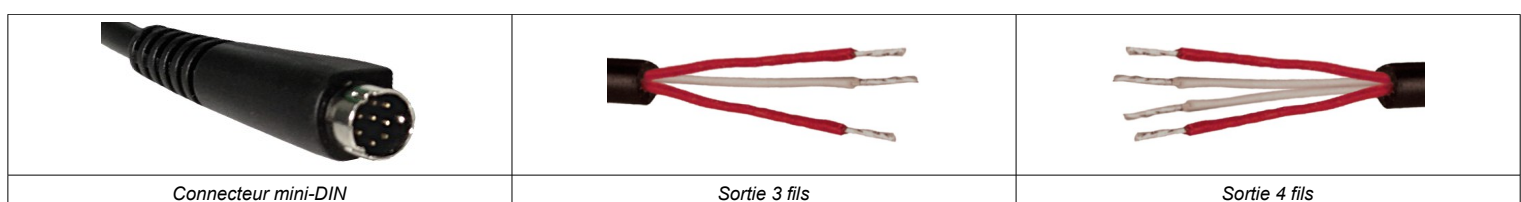
Ce sont les sondes les plus précises. Les PT100 sont les plus répandues et servent, si l'on peut dire, de « référence » (la normalisation des PT est faite sur ce type). Leur résistance vaut 100Ohm à 0°C, puis évolue en fonction de la température. Les autres types (PT1000, PT25, ...) ont une valeur différente en Ohm à 0°C et donc aux autres valeurs de température, il suffira simplement d'appliquer un coefficient multiplicateur pour retrouver les tolérances en Ohm. Les tolérances en °C sont strictement identiques.

Ex. : PT1000, sa résistance vaut 1kOhm à 0°C, donc $PT1000 = 10 \times PT100$.

Les thermistances

Les CTN (la résistance diminue si la température augmente et vice-versa) sont les plus courantes, sa résistance vaut 10kOhm à 25°C. Mais il existe aussi des CTP (la résistance augmente fortement en fonction de la température, dans une plage d'utilisation très restreinte). Les CTP ne sont pas utilisés comme sondes de température, on les retrouve plutôt comme détecteurs. Les CTN sont intéressantes car assez stables et précises, mais ont une plage d'utilisation plus restreinte que les autres types de sonde (thermocouples et PT).

La connexion au système de mesure se fait soit via un connecteur propriétaire (généralement du Din ou mini-DIN à connexion spéciale, il faudra dans ce cas obligatoirement un système de mesure possédant cette connectique et de la même marque que la sonde), soit par fils nus (Par 2, 3 ou 4 fils). Dans ce dernier cas, « n'importe quel système de mesure » conviendra, cependant, la liaison 2 fils est fortement déconseillée. En effet, un élément résistif transforme la température en valeur de résistance, comme le câble de liaison possède également sa propre valeur de résistance, il faut que le système de mesure compense ce câble et pour cela il faut obligatoirement une connexion en 3 fils minimum, 4 étant l'idéal. Cela dit, un capteur avec une résistance élevée permet de s'affranchir de cette compensation (ex. : PT1000 et CTN).



Incertitudes/erreurs de mesure

L'incertitude de mesure de la chaîne complète de mesure (système de mesure + sonde de température + autres éléments) est dépendante de nombreux éléments dont :




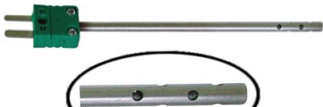
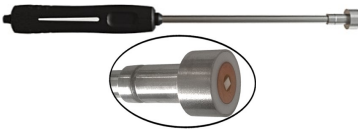
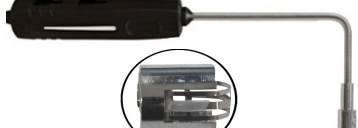
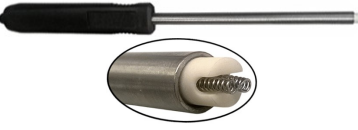


- La tolérance du capteur : Normalisée il s'agit de la précision du capteur de température seul (sans le système de mesure).
- La précision du système de mesure : Il s'agit de la précision à la fois de l'électronique et de l'affichage du système de mesure seul (sans la sonde).
- L'inertie & le temps de réponse de la sonde : La capacité de la sonde à atteindre la température de l'élément à mesurer plus ou moins rapidement. Le temps de réponse est parfois donné dans les spécifications des sondes, car dépendant uniquement du type de sonde ainsi que de sa forme, l'inertie ne peut être déterminée car elle est principalement liée à la différence d'ambiance au moment où l'on va mesurer (ambiance de la pièce, et température à laquelle était la sonde juste avant d'effectuer la mesure) ainsi qu'aux variations de température pendant les mesures.
- Les conditions de mesure : Différences entre la température de l'élément à mesurer et la température ambiante, niveau d'humidité ambiant, présence ou non d'éléments acides/corrosifs sur la sonde, vieillissement/état du capteur et de l'isolant du câble, etc.....
- Etalonnage : Bien que les tolérances des capteurs soient normalisées, il est possible via un étalonnage/ajustage de la chaîne complète de réduire l'incertitude de mesure globale et donc d'améliorer la précision.

Les formes de sonde

Il existe nombres de formes de sonde diverses et variées. L'adaptation de la forme au contact de l'élément à mesurer est sans doute l'un des paramètres les plus importants, car il conditionne la qualité du contact et donc la précision de la mesure, l'inertie thermique, le temps de réponse, etc.....

Par exemple, si l'on utilise une sonde de température prévue pour la mesure de la température ambiante (donc avec plongeur inox ajouré) pour effectuer une mesure de sur un mur, la mesure effectuée sera alors la température ambiante proche du mur, et non la température du mur en lui-même qui sera sensiblement différente.

Afin de vous aider au choix de la forme selon votre application, vous trouverez ci-dessous quelques exemples de formes de sonde existantes.

| | Type | Usage |
|---|---|---|
|  | Capteur ouvert | Contact sur des solides |
|  | Plongeur inox ² fermé | Contact sur des solides et liquides Idéal pour l'immersion dans un bain, une cuve..... |
|  | Plongeur inox ² fermé & pointu | Piquage dans les éléments semi-solides (aliments.....) |
|  | Plongeur inox ajouré | Spécifique pour la mesure d'ambiance |
|  | Plongeur inox avec contact par pastille | Contact sur les solides ayants une surface plane |
|  | Plongeur inox avec contact par lamelle | Contact sur les solides ayants une surface plane à légèrement irrégulière |
|  | Plongeur inox avec contact par ressort | Contact sur les solides ayants une surface plane à irrégulière |
|  | Velcro ³ | Contact sur élément cylindrique (tuyaux, etc...) ou autre (partout où le velcro sera assez grand) |
|  | Pince | Contact sur élément cylindrique (tuyaux, etc...) ou autre (partout où la pince pourra se fixer) |

² Les plongeurs en inox conviendront pour des températures « classiques ». Pour les hautes températures, les mêmes types de sonde existent mais on remplace l'inox par de l'inconel qui supporte de plus hautes températures.

³Température max. autour des 90-100°C.

Enfin, pour les capteurs à plongeur (inox ou inconel), il faut également faire attention à la longueur et au diamètre de celui-ci. Une sonde longue permettra par exemple d'effectuer des mesures « à distance » dans le but par exemple d'éloigner le câble de liaison ou même la main de l'utilisateur de la zone à mesurer (dans le cas de très basses ou très hautes températures par exemple). Le diamètre conditionnera directement la résistance du plongeur à la température à mesurer. Pour les hautes températures il faut un diamètre plus important que pour les basses températures, etc..... Le diamètre est également important d'un point de vue inertie/temps de réponse : Si un plongeur fin permet une inertie thermique faible et un temps de réponse rapide (jusqu'à 2 secondes au mieux pour les plus fins) il ne permettra en revanche pas d'effectuer des mesures de hautes températures. A l'inverse, un plongeur large pourra effectuer sans problème des mesures de très hautes températures, mais l'inertie thermique sera très importante et le temps de réponse très long (on peut atteindre jusqu'à quelques centaines de secondes selon les cas).

Conclusion

TESTOON propose un large choix de sondes de température et de thermomètres. Les modèles les plus « standards » sont visibles et commandables directement sur notre site internet (En cliquant sur les liens ci-dessous). Afin de choisir la sonde appropriée à un système de mesure (thermomètre, enregistreurs, ou autres...) et à votre besoin nous espérons que ce guide vous aura été utile. Pour de plus amples informations sur le sujet ou pour des besoins plus particuliers notamment des sondes sur mesure, n'hésitez pas à nous contacter.

[Voir les sondes de température](#)

[Voir les thermomètres](#)

| | |
|----------------------|---------------------------------|
| Normes de références | Thermocouples CEI & NF EN 60584 |
| | IEC 60751 BS1904 DIN43760 |

| Type | Plage d'utilisation Normalisée* (°C) | | Tolérance normalisée* (°C) | | | Avantages | Inconvénients | Applications | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|------------------------------------|----------|----------|---|---|--|--|
| | Min | Max | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | | | | |
| Thermocouples | | | | | | | | | |
| K | Min | +1200 | Dépend de la valeur de température | | | Peu sensible à l'oxydation Compatible avec tous les thermomètres pour thermocouples | Instable dans le temps Dérive très rapide à T>+800°C | | |
| | Max | | ≥ +1,5 | ≥ +2,5 | ≥ +2,5 | | | | |
| T | -200 | +350 | ≥ +0,5 | ≥ +1 | ≥ +1 | Bonne précision Adapté aux basses températures | Limité en haute température Fuite thermique due au cuivre | | |
| E | -200 | +900 | ≥ +1,5 | ≥ +2,5 | ≥ +2,5 | Idem type K Mais plage inférieure | | | |
| J | -40 | +750 | ≥ +1,5 | ≥ +2,5 | n/a | Bonne tenue en milieu "normal" | Fragile à basse température Se dégrade en milieu oxydant >+400°C Sensible à l'humidité | | |
| N | -200 | +1200 | ≥ +1,5 | ≥ +2,5 | ≥ +2,5 | Idem type K avec en + Stabilité à haute température Bonne tenue aux cycles thermiques | | Toute application où les températures varient beaucoup ou dont les températures sont très élevées et dont la précision n'est pas primordiale | |
| S | 0 | +1600 | ≥ +1 | ≥ +1,5 | n/a | Résiste bien à l'oxydation Bonne tenue à haute température | Facilement contaminé Nécessite souvent une protection Limité aux températures positives | | |
| R | 0 | +1600 | ≥ +1 | ≥ +1,5 | n/a | Idem type S avec en plus: - f.e.m. plus élevée - Meilleure stabilité | | | |
| B | +600 | +1700 | n/a | ≥ +1,5 | ≥ +4 | Idem S & R | Idem S & R f.e.m. plus basse que S & R Pour T>+600°C, sinon tension instable | | |
| C ¹ | +20 ¹ | +2300 ¹ | n/a | | | | | | |
| G ¹ | 0 ¹ | +2600 ¹ | n/a | | | | | | |
| D ¹ | 0 ¹ | +2600 ¹ | n/a | | | | | | |
| Éléments résistifs | | | | | | | | | |
| Classes | | | | | | | | | |
| PT100 | Min | Max | B | A | 1/3 DIN | 1/5 DIN | 1/10 DIN | Précision, stabilité Affranchissement des "fils" de liaisons (si sortie >3 fils) | |
| | | | Dépend de la valeur de température | | | | | | |
| | | | Min | +0,3 | +0,15 | +0,1 | +0,06 | | |
| | | +650 | Max | +3,6 | +1,45 | +1,2 | +0,72 | | |
| | -200 | | Min | +0,3 | n/a | n/a | n/a | | |
| | | | Max | +4,6 | n/a | n/a | n/a | n/a | |
| CTN | Min | Max | Dépend de la valeur de température | | | | | + précis & stable qu'un thermocouple A plage équivalente | Tout domaine de températures variant peu Idéal dans le bâtiment par exemple |
| | | | | | | | | | |
| | | +100 ^{**} | +0,2 à +0,5 | | | | | Limité en gamme de mesures | |

* Dépend des conditions d'utilisations et des matériaux utilisés pour la fabrication de la sonde. Selon la qualité de fabrication la plage de mesure peut donc être diminuée ou augmentée (jusqu'à quelques centaines de °C parfois). Mais les tolérances indiquées ne sont donc plus valables. Notamment, il est possible de fabriquer des thermocouples pouvant aller jusqu'à -270°C par exemple.

¹ Les thermocouples C, G et D ne sont pas normalisés et sont utilisés presque exclusivement pour les très hautes températures.

² PT1000 a les mêmes niveaux de précision que PT100, mais la valeur de résistance est 10xPT100. Il existe aussi d'autres types comme PT25, PT50, PT200, PT500, NI, etc.... la aussi les tolérances sont les mêmes, seuls les valeurs de résistances changent.

PT100 & PT1000 sont les plus usuelles.

** La plage d'utilisation pour les CTN peut être plus large (généralement -40 à +120°C), mais les tolérances ne sont normalisées que pour la plage -20 à +100°C.