

1. Mesure par contact ou sans contact?

Fondamentalement, deux méthodes se sont imposées pour mesurer la température sur des objets.

Pour

- les mesures par pénétration/immersion et
- la mesure de la température de l'air,

La mesure n'est possible qu'à l'aide de sondes par contact. Par saisie de températures de surface, il existe des applications pour lesquelles la mesure par contact convient ou des applications pour lesquelles la mesure sans contact de la température a particulièrement bien fait ses preuves dans la pratique. La combinaison des deux méthodes dans un seul appareil est souvent idéale.

Applications classiques par contact

1. Objets avec capacité calorifique élevée

- Métaux
- Grandes masses métalliques

2. Objets à surfaces lisses

- Plaques d'acier polies
- Canalisations nues de chauffage

2. Choix des sondes de température

Le type de mesure définira le type de sonde. Le choix de la sonde adéquate dépend de différents critères:

- l'étendue de mesure
- la précision
- le temps de réponse
- la robustesse
- sa forme

www.imlab.com
imlab@wanadoo.fr

Afin de vous proposer la sonde la plus adaptée à vos besoins, Testo a conçu de nombreux capteurs et thermomètres:

- thermocouple
- capteur à résistance métallique (PT 100)
- thermistance (CTN)

Thermocouple

La mesure de température à l'aide de thermocouple provient de l'effet thermo-électrique. Le thermocouple se compose de deux fils métalliques de natures différentes, soudés à leurs extrémités.

Les valeurs nominales de la tension thermique ainsi que la tolérance permise sont précisées par la norme DIN IEC 584.

Le thermocouple le plus largement répandu est le thermocouple NiCr-Ni (Type K) (Nickel Chrome-Nickel).

Capteur à résistance métallique (Pt100)

Pour la mesure de température à l'aide de résistance, on utilise la sensibilité thermique du platine. La résistance est alimentée par un courant constant et la tension relative à la température est ainsi mesurée.

Les valeurs nominales et les tolérances sont précisées dans la norme DIN IEC 751 (Pt 100 = 100 ohms à 0°C).

Thermistance (CTN)

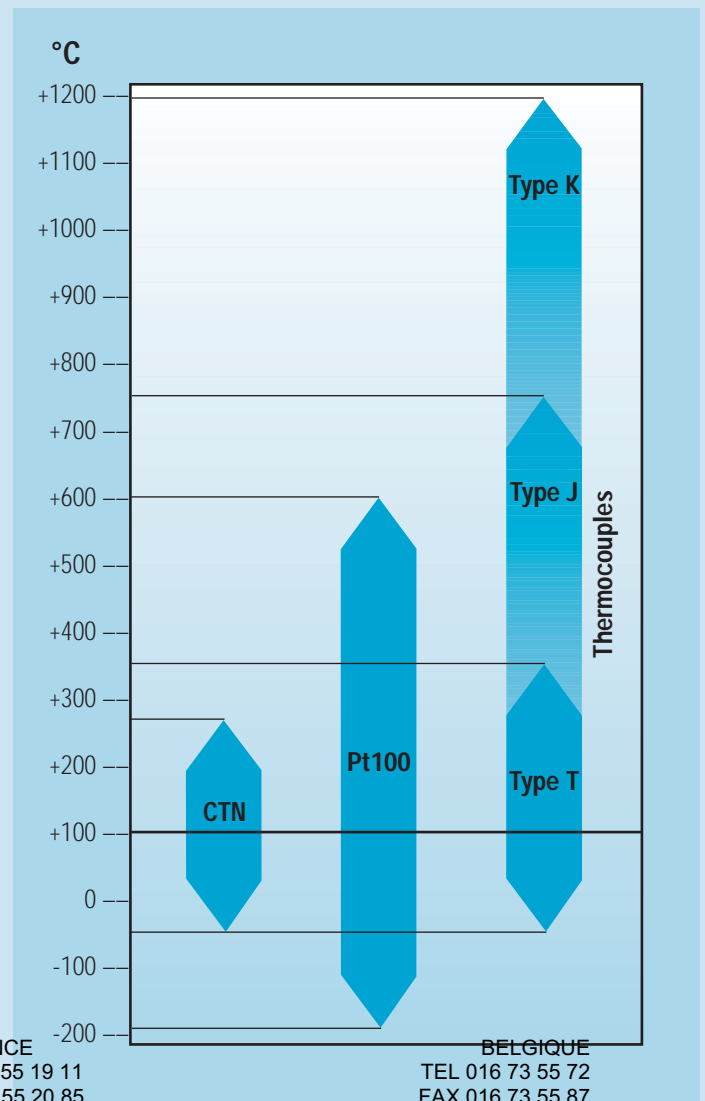
La mesure de température, grâce aux thermistances, est toujours basée sur la sensibilité thermique résistive de l'élément sensible. Contrairement aux Pt 100, les CTN ont un coefficient de température négatif. La résistance augmente lorsque la température diminue.

A savoir:

Les sondes thermocouples sont très rapides et ont une large étendue de mesure. Les thermistances sont moins rapides mais plus précises. Plus l'étendue de mesure est vaste, plus les champs d'applications sont grands. Les figures ci-dessous nous renseignent sur le type de sondes en fonction de l'étendue de mesure.

Etendue de mesure

Ignorez d'abord le type de sonde non conçu pour votre étendue de mesure. La figure ci-dessous montre le domaine d'utilisation des différentes sondes de température.



Mesure par contact

Précisions

Sur le diagramme ou dans le tableau, sélectionnez la sonde avec la précision suffisante, nécessaire pour votre application.

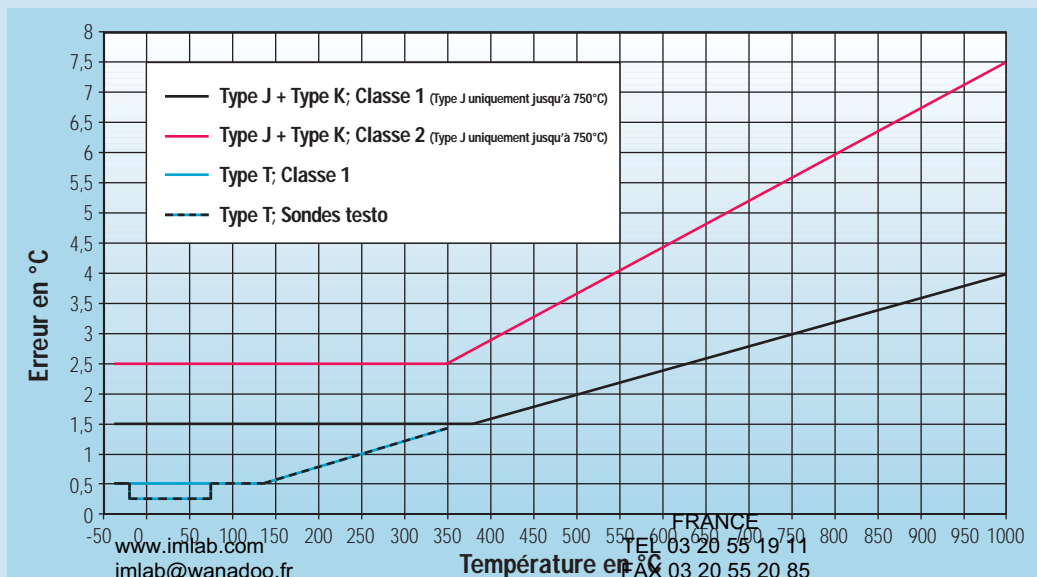
Précision des sondes				
Capteurs	Etendue de température	Classe	Tolérance permise	
			valeur fixe	en fonction de la température
Thermocouple Type K (NiCr-Ni)	-40...+1200 °C	2	±2,5 °C	±0,0075 x ITI
	-40...+1000 °C	1	±1,5 °C	±0,004 x ITI
Type T	-40...+350 °C	1	±0,5 °C	±0,001 x ITI
Type J	-40...+750 °C	1	±1,5 °C	±0,004 x ITI
Pt100	-100...+200 °C	B	± (0,3 + 0,005 • ITI)	
	-200...+600 °C	A	± (0,15 + 0,002 • ITI)	
CTN (standard)	-50...-25,1 °C	-	±0,4 °C	
	-25...+74,9 °C		±0,2 °C	
	+75...+150 °C		±0,5 % de la mesure	
CTN (temp.. élevée)	-30...-20,1 °C	-	±1 °C	
	-20...0 °C		±0,6 °C	
	+0,1...+75 °C	- °C	±0,5 °C	
	+75,1...+275 °C		±0,5 °C ±0,5 % de la mesure	

ITI = valeur absolue de la température

Les données techniques pour les thermocouples sont données dans la norme EN 60584-1 (anciennement IEC 584-1). Il y a deux grandeurs énoncées: une grandeur exacte en °C et une valeur définie par le calcul.

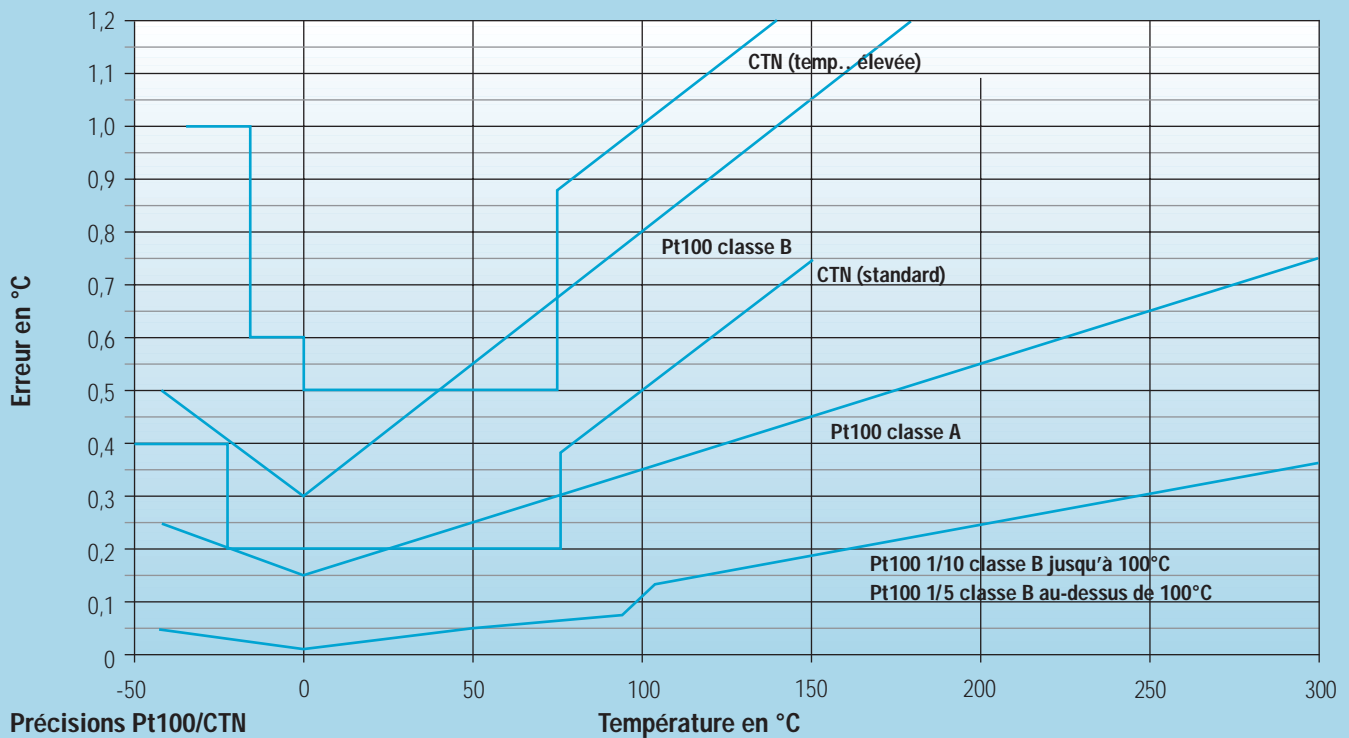
La plus grande valeur fera foi. Les données techniques pour le Pt 100 sont conformes à la norme EN 60751 (anciennement IEC 751).

Pour les CTN, il n'existe pas de norme.



Précision élevée même avec des thermocouples

Pour les thermocouples type T, Testo fait appel dans l'étendue -20...70 °C à des matériaux spécialement choisis, pour atteindre une précision élevée de ± 0,2 °C sur cette échelle.



Précision optimale

Le testo 950 propose, en complément d'une grande simplicité d'utilisation, un système de mesure de très grande précision. En parallèle de sondes en thermocouple très

rapides et fiables, vous trouverez des sondes Pt100 conformément à l'EN 60751 (anciennement IEC 751) ou des sondes sélectionnées Pt100 à 1/10 de précision.

Ces sondes, en complément des sondes Pt100 sus-mentionnées, vous donneront une précision accrue d'un facteur 10. Rapportée à une sonde de classe B, dont la pré-

cision se situe à $\pm 0,3 + (0,005 \times | \text{Température} |)$ °C, la précision est alors de $\pm 0,03 + (0,0005 \times | \text{Température} |)$.

3. Quelle sonde pour quel appareil de mesure?

En sélectionnant le type de sonde approprié à partir de l'étendue de mesure et de la précision, vous pouvez déjà choisir les appareils

pouvant encore être utilisés pour votre application. En fonction du modèle, les appareils testo offrent des fonctions supplémentaires qui

en plus du simple affichage de la valeurs mesurée, vous facilitent les opérations de mesure.

Sur les pages consacrées aux produits, sélectionnez les fonctions que vous jugez importantes et l'appareil correspondant.

Aperçu de la gamme des thermomètres testo	Appareils de mesure															Enregistreurs		Appareil de référence
	Mini thermomètre	Thermomètre alarme	testo 905-T1/T2	testo 105	testo 106	testo 110/112	testo 720	testo 915	testo 922	testo 925	testo 935	testo 945	testo 926	testo 946	testo 171	testo 175	testo 950	
Thermocouple - Type K			X					X	X	X	X	X		X	X		X	
Thermocouple - Type T												X	X	X	X		X	
Thermocouple - Type J																	X	
Pt 100 /1/10 DIN																	X	
Pt 100							X					X		X			X	
Thermistance (CTN)	X	X		X	X	X						X		X	X	X	X	
*Sonde connectée fixe	X	X	X	X	X			X										
Mes. de haute précision						X	FRANCE					X		X	BELGIQUE		X	

* Pour les appareils de mesure des sondes fixes, les indications de précision sont celles de l'appareil.

4. Remarques pour la sélection de la sonde de mesure appropriée pour les appareils:

Temps de réponse:

Temps t₉₉ = Temps jusqu'à ce que la sonde affiche 99% du saut de température

t₉₉ = 4,6 x temps t 63

t₉₉ = 2 x temps t 90

Sonde d'immersion/pénétration:



Sonde d'immersion

(K, J, T, Pt100, CTN) pour des mesures dans des liquides, mais aussi pour des mesures dans des milieux poussiéreux ou dans l'air.



Sonde de pénétration

(K, J, T, Pt100, CTN) pour des mesures dans le plastique ou dans des milieux mous.

Remarques

- le temps de réponse indiqué t₉₉ est mesuré dans un liquide en mouvement (eau) à 60 °C.
- En général: une sonde est d'autant plus rapide qu'elle est fine et par conséquent elle a besoin d'être introduite moins profondément dans l'objet.
- Pour obtenir la température réelle de l'objet à mesurer, la sonde doit pénétrer au minimum dans l'objet 10x le diamètre de la sonde (mieux 15x le diamètre).
- Mais: il faut agir avec d'autant plus de précaution lorsque la sonde est plus fine.

- Les sondes à thermocouple peuvent être construites avec un diamètre très faible (0,25mm) et sont donc idéales pour les mesures rapides et pour la mesure de petits objets.
- Les sondes à résistance ne peuvent être réalisées à un prix avantageux qu'avec un diamètre de 2 mm, mais sont en règle générale plus précises que les sondes à thermocouple.

La solidité (robustesse)

Le tube de la sonde d'immersion équipée en thermocouple est constitué d'inconel (2.4816). Pour toutes les autres formes de sondes, les tubes de sondes V4A (1.4571) sont utilisés. La solidité contre les milieux agressifs est, pour une utilisation maximale du matériel, souvent suffisante. Pour une utilisation dans un milieu hautement agressif, Testo préconise les sondes pour laboratoire en verre.

Sonde d'ambiance



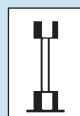
Sonde d'ambiance

(K, J, T, Pt100, CTN) Afin d'effectuer une mesure rapide, le tube est ajouré.

- Le temps de réponse indiqué t₉₉ est mesuré en soufflerie à 2 m/s et 60 °C.
- Les sondes d'immersion/pénétration peuvent aussi être utilisées pour les mesures dans l'air. Le temps de réponse est toutefois supérieur du facteur 40...60 à la valeur indiquée et mesurée dans l'eau.

Sonde de surface

Forme de construction pour NiCr-Ni, Cu-CuNi; PT100; sondes CTN.



Pour des mesures sur une surface plane et lisse avec une tête de sonde plus large. Pour

une meilleure conductibilité de la chaleur, nous vous conseillons une pâte conductrice au silicone (T_{max} 260 °C).

- Avantages:
- construction robuste
 - précision plus élevée de la sonde
- Inconvénients:
- long temps de réponse
 - manement exact nécessaire

Convient uniquement pour les surfaces lisses et les objets à mesurer de capacité calorifique élevée, par ex. les objets métalliques de grandes dimensions.

Recommandation Testo

Forme de construction des sondes NiCr-Ni



Pour les mesures rapides également sur des surfaces non planes: utilisez la tête de mesure à lamelles croisées avec bande thermocouple souple, brevetée. En quelques secondes, les lamelles croisées adoptent la température réelle de l'objet à mesurer:

- manement simple (sans pâte conductrice au silicone)
- résultat de mesure rapide

Remarques

- Les temps de réponse indiqués t₉₉ sont mesurés à 60 °C sur des plaques d'acier polies.
- Les précisions indiquées sont les précisions de la sonde.
- La précision dans votre application dépend de l'état de surface (rugosité), du matériau de l'objet à mesurer (capacité calorifique et conductibilité thermique) ainsi que de la précision de la sonde. Si vous voulez connaître les écarts de votre système de mesure dans votre application, demandez un certificat d'étalonnage correspondant auprès de Testo. A cet effet, Testo a développé, conjointement avec le PTB, un banc d'essai de surface.

Ainsi, comptant parmi les constructeurs les plus importants, Testo est également en mesure de délivrer des certificats DKD et ISO, relatifs à votre application (voir la page 240 pour la demande du certificat correspondant).