

## CÂBLES DE PYROMÉTRIE

### CÂBLES DE THERMOCOUPLE

#### Effet thermoélectrique (Seebeck)

La production d'une force électromotrice créée par la différence de température entre les deux jonctions de métaux ou d'alliages différents constituant un même circuit.

#### Couple thermoélectrique (ou thermocouple) selon IEC 60584-1

Paire de conducteurs de matériaux différents assemblés à l'une de leurs extrémités, afin de former un ensemble utilisable pour la mesure de température par effet thermoélectrique.

#### Principe de l'effet thermoélectrique

Une force électromotrice est observée au sein d'un circuit composé de deux métaux distincts A et B lorsque les deux jonctions sont portées à des températures différentes. La valeur de cette force électromotrice est directement proportionnelle à la nature entre les deux jonctions. C'est l'effet thermoélectrique, découvert en 1821 par SEEBECK, qui est composé des effets Peltier et Thomson.

Les couples thermoélectriques sont très employés pour la mesure des températures, car ils sont de mise en œuvre aisée et peu perturbateurs de la grandeur à mesurer. Un choix judicieux des métaux permet de couvrir un large éventail des températures.

Les thermocouples se présentent sous différentes formes :

- a) les fils nus
- b) les sondes à couples thermoélectriques
- c) les bobines d'une ou plusieurs paires de conducteurs isolés

Les matériaux qui constituent les thermocouples sont d'une grande homogénéité afin d'assurer la meilleure précision possible. Les métaux utilisés peuvent être des métaux précieux ou des alliages dont la composition doit être constante. Enfin, ces couples thermoélectriques permettent la mesure de températures en milieux extrêmes (hautes températures jusqu'à +2.800°C), les gaines isolantes sont donc faites en matériaux ayant des caractéristiques adéquates. Toutes ces particularités font des câbles thermocouples des produits onéreux.

Aussi, pour réduire les coûts, il est possible dans certaines applications où la distance entre l'appareil de mesure et le thermocouple est grande, d'utiliser des câbles d'extension ou de compensation.

Selon la norme IEC 60584-3, les câbles d'extension et de compensation servent à relier électriquement les extrémités non actives des fils d'un couple thermoélectrique à la jonction de soudure froide, dans le cas où les fils de ce couple ne rejoindraient pas cette jonction de soudure froide.

### CÂBLES D'EXTENSION

Les câbles d'extension sont fabriqués avec des fils de même composition que les fils des couples correspondants. Ils sont repérés par la lettre 'X' placée après le code du couple thermoélectrique, par exemple 'KX.'

Ils permettent d'obtenir la même tolérance sur la force électromotrice qu'un thermocouple sur une plage de température restreinte. Il est donc possible d'utiliser directement les câbles d'extension pour mesurer une température sur cette plage.

De ce fait, les matériaux utilisés pour former la gaine de ce câble ont des caractéristiques adaptées à ces températures d'utilisation. Le câble d'extension revient donc en général moins cher qu'un thermocouple tout en offrant la même précision.

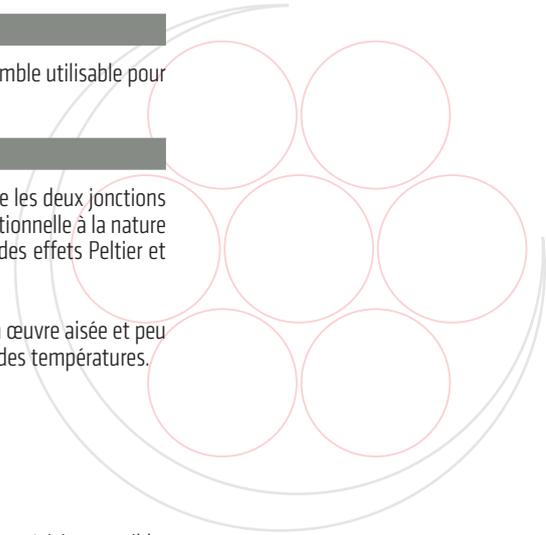
### CÂBLES DE COMPENSATION

Les câbles de compensation sont fabriqués avec des fils de composition différente des fils de thermocouples correspondants. Ils sont repérés par la lettre 'C' placée après le code du couple thermoélectrique, par exemple 'SC.'

Différents alliages peuvent être utilisés pour le même type de couple thermoélectrique. Ils se distinguent par des lettres supplémentaires, par exemple 'KCA' et 'KCB'.

La plage de températures dans laquelle ces câbles peuvent être utilisés est la même que celle des câbles d'extension. Cependant, comme ces câbles sont composés de métaux différents des thermocouples correspondants, ils peuvent introduire une plus grande erreur dans la mesure de la force électromotrice au sein du montage dans lequel ils sont utilisés.

La conception de ces câbles fait qu'ils sont généralement moins chers que les câbles d'extension et donc plus fréquemment utilisés.

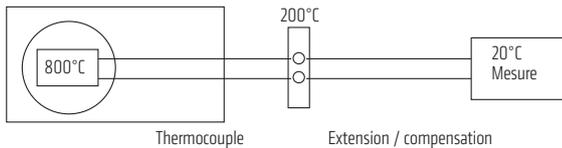


## CÂBLE DE PYROMÉTRIE

## EXEMPLE D'UTILISATION

Mesure et régulation de la température à l'intérieur d'un four.

Admettons que la température à l'intérieur du four soit de 800°C, et que l'appareil de mesure et de régulation se trouve à plus de 100 mètres du four. La mesure de la température se fait à l'aide d'un thermocouple. Il suffira de quelques mètres de celui-ci pour parvenir à une zone où la température est relativement faible (<+200°C).



A partir de ce point, pour réduire les coûts, il est possible d'utiliser soit un câble d'extension, soit un câble de compensation pour relier le thermocouple à l'appareil de mesure. Un montage utilisant un câble de compensation peut présenter un plus grand degré d'incertitude sur la température mesurée que celui utilisant un câble d'extension.

## NORMES

Pratiquement tous les grands pays industrialisés ont leurs propres normes en ce qui concerne les câbles de pyrométrie. Cependant, dans un souci d'unification et de standardisation, ces pays se sont regroupés au sein de la Commission Électrotechnique Internationale (CEI) et ont édité des normes communes concernant les câbles de pyrométrie.

Ce sont les normes IEC 60584 partie 1, 2 et 3.

**IEC 60584-1** : Définit les différentes combinaisons de couples thermoélectriques

**IEC 60584-2** : Définit les tolérances sur les valeurs de force électromotrice obtenues en fonction de la température pour tous les types de thermocouples.

**IEC 60584-3** : Concerne les câbles d'extension et de compensation. Elle définit les tolérances et le système d'identification pour ces câbles.

Ces différents câbles thermocouple, extension, compensation sont disponibles sur demande.

Différents types d'isolation sont possibles permettant ainsi une plage de température en service continu de -190°C à +1.400°C. De plus, différentes protections sont réalisables : électromagnétique par tresse de fils de cuivre ou feuilles ALU/PET, mécanique par tresse de fils d'acier galvanisé ou inoxydable ou par tresse de fibre de verre.

**NOTE** : Il est également possible d'obtenir des câbles de liaison de sondes thermorésistantes au platine.

Thermocouples				extension - compensation					
symbole	nature des métaux		t° d'utilisation	symbole		nature des métaux		code couleurs	
	+	-		extension classe 1	extension classe 2 ou compensation	+	-	IEC (EU)	ANSI (USA)
T	Cuivre	Cuivre-Nickel T	-200°C → +350°C	TX1	TX2 TC	Cuivre	Cuivre-Nickel T		
J	Fer	Cuivre-Nickel J	-40°C → +750°C	JX1	JX2 JC	Fer	Cuivre-Nickel J		
E	Nickel-Chrome	Cuivre-Nickel E	-150°C → +800°C	EX1	EX2 EC	Nickel-Chrome	Cuivre-Nickel E		
K	Nickel-Chrome	Nickel-Allié	-150°C → +1.100°C	KX1	KX2	Nickel-Chrome	Nickel-Aluminium		
					KC				
					KCA	Fer	Cuivre-Nickel KCA		
N	Nickel-Chrome Silicium	Nickel-silicium	-150°C → +1.100°C	NX1	NX2	Nickel-Chrome Silicium	Nickel-silicium		
					NC				
R	Platine 13% Rhodium	Platine	0°C → +1.600°C		RCA	Cuivre	Cuivre-Nickel R		
					RCB				
S	Platine 10% Rhodium	Platine	0°C → +1.550°C		SCA	Cuivre	Cuivre-Nickel S		
					SCB				
B	Platine 30% Rhodium	Platine 6% Rhodium	-600°C → +1.700°C		BC	Cuivre Allié	Cuivre		