

THERMOCOUPLE

GENERALITE

Un couple thermo-électrique doit satisfaire aux conditions suivantes pour permettre une utilisation industrielle:

- Développer des forces électromotrices qui ne diffèrent que de très peu de celles figurant dans la table de correspondance température- force électromotrice adoptée pour chaque nature du couple.
- Etre exploitable dans les tolérances définies aussi longtemps que possible.
- Etre interchangeable, c'est à dire pouvoir être remplacé par un couple de même nature fournissant les mêmes performances sans réétalonnage de l'appareil de mesure récepteur. Pour ces raisons les fils doivent présenter au maximum des qualités de pureté, d'homogénéité et de non écrouissage.

FABRICATION

Nos thermocouples sont fabriqués avec des matériaux de la plus haute qualité.

Les fils sont sélectionnés et contrôlés individuellement selon les normes en vigueur.

Ils peuvent être utilisés avec des appareils récepteurs de toutes marques.

Ils sont construits selon des spécifications très strictes pour obtenir les propriétés physiques et électriques désirées.

REETALONNAGE

Il doit être fait de bains thermostatiques ou de fours en opérant soit par comparaison avec thermocouple étalon, soit par la méthode des points de fusion ou d'ébullition.

CHOIX D'UN THERMOCOUPLE THERMO-ELECTRIQUE

Il dépend tout d'abord de la température maximum à mesurer, ensuite de la précision demandée à la mesure.

En service continu, nous conseillons l'emploi des fils thermocouples suivants:

ETENDUES D'EMPLOI	NATURE
- 200 + 300°C + 700°C +1100°C +1100°C +1500°C	Cuivre-Constantan Fer- Constantan Chromel Alumel Nickel chrome-Nickel allié Platine-Platine rhodié 10%

En service intermittent, il est possible d'augmenter la température maximale d'utilisation de 5% à 20%

SYMBOLES ET COULEURS D'IDENTIFICATION

Conformément aux règles de codification, nos couples sont identifiés par les symboles ou couleurs conventionnels ci-dessous.

NATURE DU COUPLE	SYMBOLE	COULEURS D'IDENTIFICATION
Cuivre Constantan	T	Bleu
Fer Constantan	J	Noir
Chromel Alumel	K	Rouge
Nickel Chrome Nickel allié	N	Rouge
Platine Platine rhodié 10%	S	Vert

TOLERANCES NORMALISEES- TOLERANCES BERGER

NATURE DES FILS	NORME NF C 42322		STANDARD BERGER		
	Temperature	Accuracy	Temperature	Standard	Tolerancespeciale
Cuivre /Constantan	-100°C -40°C -40°C +100°C +100°C +350°C	+/- 2 % +/- 0,8°C +/-0,75%	-180°C -40°C - 40°C +100°C +100°C +350°C	+/- 2 % +/- 0,8°C +/- 0,75%	+/- 1% +/- 0,40°C +/- 0,40%
Fer/Constantan	0°C +400°C +400°C +800°C	+/- 3°C +/-0,75%	0°C +400°C +400°C +800°C	+/- 3°C +/- 0,75%	+/- 2°C +/- 0,50%
Nickel-chrome/Nickel allié ou Chromel Alumel	0°C + 400°C +400°C +1250°C	+/- 3°C +/- 0,40%	0°C +275°C +275°C +1250°C	+/-2,20°C +/- 0,75%	+/- 1,50°C +/- 0,50%
Platine Rhodié 10/ Platine	0°C +600°C +600°C +1600°C	+/- 2,5°C +/- 0,40%	0°C +600°C +600°C +1600°C	+/- 2,50°C +/- 0,40%	+/- 2°C +/- 0,30%

Résistance à la corrosion chimique des fils de thermocouple:

Un thermocouple peut être employé protégé ou fils nus. Dans ce dernier cas, nous donnons dans le tableau ci-après quelques indications à ce sujet.

NATURE DES FILS	TENUE EN FONCTION DE LA NATURE DU MILIEU				OBSERVATIONS
	Oxydante	Réductrice	Neutre	Vide	
Cuivre/Constantan	Moyenne				très utilisé en basse température
Fer/Constantan	Moyenne	Très bonne	Très bonne	Très bonne	Utilisation générale, le Fer non protégé s' oxydant
Nickel- chrome/Nickel allié ou Chromel Alumel	Très bonne	Moyenne	Très bonne	Très bonne	Utilisation générale, sauf en atmosphère réductrice où il doit être protégé obligatoirement
Platine Rhodié 10/ Platine	Très bonne	Médiocre	Très bonne	Médiocre (évaporation)	Utilisation en haute température

Caractéristiques thermoélectriques des couples usuels FEM en millivolts en fonction de la température en degrés C.
(Echelle Internationale 1948) Junction de référence à 0°C

COUPLE CUIVRE -CONSTANTAN-T

° Celsius	- 100*	-0*	+0	+100	+200	+300
0	3,349	0,000	0,000	4,277	9,288	14,864
10	3,624	0,380	0,389	4,749	9,823	15,447
20	3,887	0,751	0,787	5,227	10,363	16,035
30	4,138	1,112	1,194	5,712	10,909	16,626
40	4,377	1,463	1,610	6,204	11,459	17,222
50	4,603	1,804	2,035	6,703	12,015	17,821
60	4,817	2,135	2,467	7,208	12,575	18,425
70	5,018	2,455	2,908	7,719	13,140	19,032
80	5,205	2,764	3,357	8,236	13,710	19,642
90	5,379	3,062	3,813	8,759	14,285	20,257
100		3,349	4,277	9,288	14,864	

*Les f.é.m. continues dans ces colonnes sont négatives.

COUPLE PLATINE RHODIE 10%- PLATINE

Degrés Celsius	0	100	200	300	400	500	600	700	800
0	0,000	0,643	1,436	2,316	3,251	4,221	5,224	6,260	7,329
10	0,056	0,717	1,521	2,408	3,347	4,319	5,326	6,365	7,438
20	0,113	0,792	1,607	2,499	3,442	4,419	5,429	6,471	7,547
30	0,173	0,869	1,693	2,592	3,539	4,518	5,532	6,577	7,656
40	0,235	0,946	1,780	2,685	3,635	4,618	5,635	6,683	7,766
50	0,299	1,025	1,868	2,778	3,732	4,718	5,738	6,790	7,876
60	0,364	1,106	1,956	2,872	3,829	4,818	5,842	6,897	7,987
70	0,431	1,187	2,045	2,966	3,926	4,919	5,946	7,005	8,098
80	0,500	1,269	2,135	3,061	4,024	5,020	6,050	7,112	8,209
90	0,571	1,352	2,225	3,156	4,122	5,122	6,155	7,220	8,320
100	0,643	1,436	2,316	3,251	4,221	5,224	6,260	7,329	8,432

Degrés Celsius	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
0	8,432	9,570	10,741	11,935	13,138	14,337	15,530	16,716	17,891
10	8,545	9,686	10,860	12,055	13,258	14,457	15,649	16,834	18,008
20	8,657	9,802	10,979	12,175	13,378	14,576	15,768	16,952	18,124
30	8,770	9,918	11,098	12,296	13,498	14,696	15,887	17,069	18,241
40	8,883	10,035	11,217	12,416	13,618	14,815	16,006	17,187	18,358
50	8,997	10,152	11,336	12,536	13,738	14,935	16,124	17,305	18,474
60	9,111	10,269	11,456	12,657	13,858	15,054	16,243	17,422	18,590
70	9,225	10,387	11,575	12,777	13,978	15,173	16,361	17,539	----
80	9,340	10,505	11,695	12,897	14,098	15,292	16,479	17,657	----
90	9,455	10,623	11,815	13,018	14,217	15,411	16,597	17,774	----
100	9,570	10,741	11,935	13,138	14,337	15,530	16,716	17,891	----

COUPLE FER-CONSTANTAN-J

Degrés Celsius	0	100	200	300	400	500	600	700	800
0	0,00	5,27	10,78	16,33	21,85	27,39	33,11	39,15	45,53
10	0,50	5,81	11,34	16,88	22,40	27,95	33,70	39,78	46,18
20	1,02	6,36	11,89	17,43	22,95	28,52	34,29	40,41	46,82
30	1,54	6,90	12,45	17,98	23,50	29,08	34,88	41,05	47,46
40	2,06	7,45	13,01	18,54	24,06	29,65	35,48	41,68	48,09
50	2,58	8,00	13,56	19,09	24,61	30,22	36,08	42,32	48,73
60	3,11	8,56	14,12	19,64	25,16	30,80	36,69	42,96	49,36
70	3,65	9,11	14,67	20,20	25,72	31,37	37,30	43,60	49,98
80	4,19	9,67	15,22	20,75	26,27	31,95	37,91	44,25	----
90	4,73	10,22	15,77	21,30	16,83	32,53	38,53	44,89	----
100	5,27	10,78	16,33	21,85	27,39	33,11	39,15	45,53	----

COUPLE NICKEL CHROME-NICKEL ALLIE-N, OU CHROMEL-ALUMEL-K

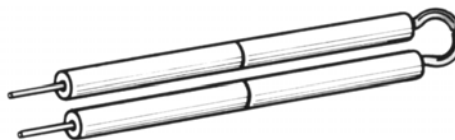
Degrés Celsius	-100*	-0*	+0	100	200	300	400	500
0	3,49	0,00	0,00	4,10	8,13	12,21	16,40	20,65
10	3,78	0,39	0,40	4,51	8,54	12,63	16,82	21,07
20	4,06	0,77	0,80	4,92	8,94	13,04	17,24	21,50
30	4,32	1,14	1,20	5,33	9,34	13,46	17,67	21,92
40	4,58	1,50	1,61	5,73	9,75	13,88	18,09	22,35
50	4,81	1,86	2,02	6,13	10,16	14,29	18,09	22,35
60	5,03	2,20	2,43	6,53	10,57	14,71	18,94	23,20
70	5,24	2,54	2,85	6,93	10,98	15,13	19,36	23,63
80	5,43	2,87	3,26	7,23	11,39	15,55	19,79	24,06
90	5,60	3,19	3,68	7,73	11,80	15,98	20,22	24,49
100	5,75	3,49	4,10	8,13	12,21	16,40	20,65	24,91

Degrés Celsius	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
0	24,91	29,14	33,30	37,36	41,31	45,16	48,89	52,46
10	25,34	29,56	33,71	37,76	41,70	45,54	49,25	52,81
20	25,76	29,97	34,12	38,16	42,09	45,92	49,62	53,16
30	26,19	30,39	34,53	38,56	42,48	46,29	49,98	53,51
40	26,61	30,81	34,93	38,95	42,87	46,67	50,34	53,85
50	27,03	31,23	35,34	39,95	43,25	47,04	50,69	54,20
60	27,45	31,65	35,75	39,75	43,63	47,41	51,05	54,54
70	27,87	32,06	36,15	40,14	44,02	47,78	51,41	54,88
80	28,29	32,48	36,55	40,53	44,40	48,15	51,76	----
90	28,72	32,89	36,96	40,92	44,78	48,52	52,11	----
100	29,14	33,30	37,36	41,31	45,16	48,89	52,46	---

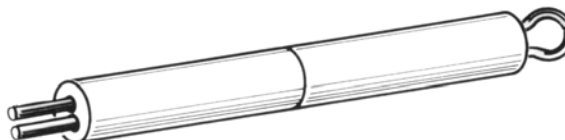
*Les f.é.m. contenues dans ces colonnes sont négatives

THERMOCOUPLES ET ISOLATEURS

Couple **simple** , isolateurs réfractaires à un trou



Couple **simple** isolateurs réfractaire à deux trous



Couples **simple** ,isolateur réfractaire baguette

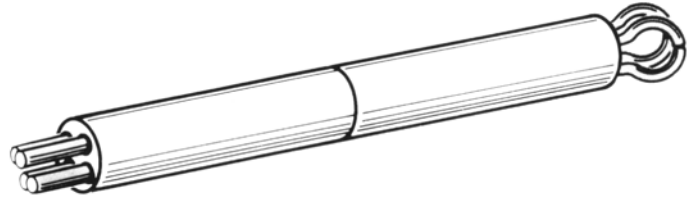


DIMENSIONS COURANTES DES FILS

Positif +	Negatif -	Symbole	Diamètres		Température limite d'utilisation en service continu en°C	
			mm	BS gauge	Nu	Avec gaine de protection
Cuivre	Constantan	T	0,10	38	150	200
			0,20	32	150	200
			0,51	24	200	250
			0,81	20	250	300
			1,02	18	250	300
			1,62	14	315	370
Fer	Constantan	J	0,10	38	200	250
			0,20	32	250	300
			0,51	24	450	500
			0,81	20	550	600
			1,02	18	550	600
			1,62	14	650	750
			3,26	8	700	800
Nickel-Chrome ou Chromel	Nickel allié ou Alumel	N	0,10	38	650	750
			0,20	32	650	750
			0,51	24	800	900
		K	0,81	20	900	1000
			1,02	18	900	1000
			1,62	14	1000	1100
3,26	8	1100	1200			
Platine- Rhodié 10%	Platine	S	0,51	24	1300	1500

THERMOCOUPLE ET ISOLATEURS

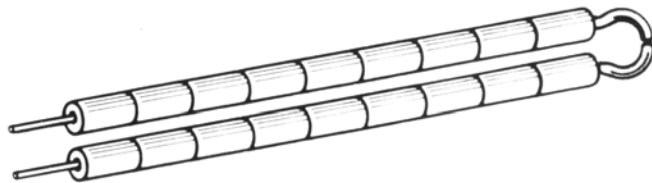
Couple **duplex**, isolateurs réfractaires quatre trous



Couple **duplex**, isolateur réfractaire baguette



Couple **simple**, isolateurs réfractaires à rotule



*

Particulièrement recommandé pour des températures à 1200 °C et jusqu'à 1750°C, notamment pour les thermocouples chromel-alumel au-dessus de 1100/1200°C et pour les thermocouples platine/platine rhodié.

Le Pythagoras peut également être utilisé comme gaine de protection.

Principales propriétés

- Étanche au gaz jusqu'à 1750°C (en atmosphère neutre).
- Bonne résistance aux chocs thermiques.
- Aucun acide ne l'attaque dans la masse même à température d'ébullition sauf l'acide fluorhydrique).
- Résistance exceptionnelle à chaud au contact des sels ou des métaux en fusion (éviter le choc thermique).
- Ne contient pas de silice soluble et n'attaque pas les alliages au nickel-chrome.

Dimensions standards

Type	Caractéristiques	Ø ext. (en mm)	Ø int. (en mm)	Longueurs standard (en mm)
A	Tube fermé à une extrémité	16	12	300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500, 1650, 2000
B	Tube fermé à un bout collerette à l'autre extrémité	26	20	

Sillimantin 60

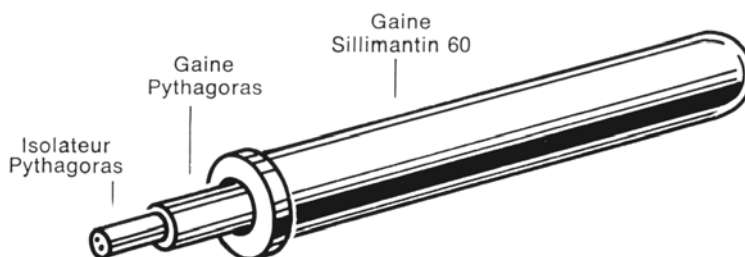
Les gaines en SILLILANTIN 60 sont utilisables comme double protecteur, partout où les gaines Pythagoras doivent être protégées contre les chocs thermiques et mécaniques.

Principales propriétés

- Gaine non étanche aux gaz
- Résistance au four 1800°C
- Insensible aux chocs thermiques.
- Aucun acide n'attaque le Sillimantin 60, excepté l'acide fluorhydrique.
- En atmosphère oxydante, emploi jusqu'à 1700°C.
- Ne contient pas de silice soluble et n'attaque pas les alliages nickel chrome.
- Montage recommandé :

Il est conseillé, dans les cas suivants:

- . Atmosphère très oxydante.
- . Efforts mécaniques.
- . Jets de flamme
- . Jet de cendres



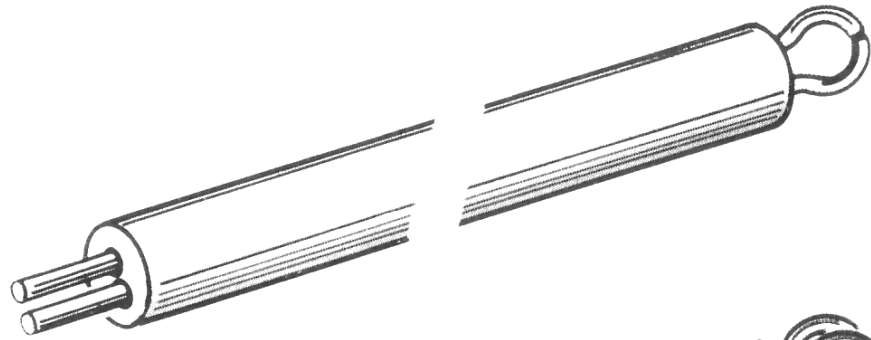
Type	Caractéristiques	Ø ext. (en mm)	Ø int. (en mm)	Longueurs standard (en mm)
C	Tube fermé à une extrémité	26	18	300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1500, 1650, 2000
D	Tube fermé à un bout collerette à l'autre extrémité	26	18	

Remarque: Ces gaines sont utilisées couramment pour la protection extérieure des gaines Pythagoras type A

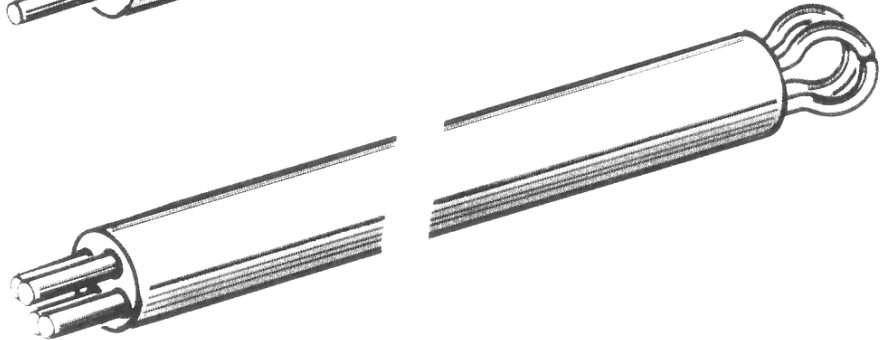
Nous rappelons que "Pythagoras" et "Sillimantin 60" sont des marques commerciales de "HANDELWANGER BERLIN".

THERMOCOUPLES CHEMISES

Couple simple



Couple duplex



Les thermocouples chemisés sont constitués d'âmes (fils) centrés dans un isolant minéral (oxyde magnésie ou alumine) hautement comprimé à l'intérieur d'un fourreau métallique continu.

Ils présentent entr'autres les avantages suivants:

- Ø extérieur réduit permettant l'utilisation où, pour des raisons d'encombrement, les cannes classiques sont inutilisables.
- Temps de réponse rapide dû à une bonne conductibilité de l'isolant minéral.

Ils peuvent être :

- Ceintrés pour atteindre le point à contrôler
 - Soudés à une paroi
 - Livrés en grande longueur.
 - Montés directement dans le produit ou le milieu ambiant dans certains cas.
- La soudure chaude (isolée ou à la masse) est exécutée sous plasma, le fourreau ne présente pas de surépaisseur à son extrémité.
- Ils sont livrés avec une terminaison spéciale simple ou duplex permettant de garantir une parfaite étanchéité.
- L'installation de ce type de thermocouple peut permettre un gain de temps de montage pouvant atteindre jusqu'à 75% par rapport au matériel traditionnel

DIMENSIONS STANDARDS DES COUPLES CHEMISES

T Y P E	T° max. à mesurer	Nature couples	Ø des âmes en mm	Ø ext. fourreau en mm	Cuivre	Référence et nature des fourreaux				
						Acier Inox. AISI 304 L	Acier inox. AISI 316L	Acier inox 310 AISI	Inconel 600	inconel 800
S I M P L E	350° C	Cuivre/ Constantan T	0,20	1	3 TC 4,5 TC 6 TC 8 TC	1 TI				
			0,30	1,5		1,5 TI				
			0,46	2		2 TI				
			0,70	3		3 TI				
			1,03	4,5		4,5 TI				
			1,38	6		6 TI				
1,84	8	8 TI								
800° C	Fer/ Cons tantan J	0,20	1		1 JI	1 JI 316L				
		0,30	1,5		1,5 JI	1,5 JI 316L				
		0,46	2		2 JI	2 JI 316L				
		0,70	3		3 JI	3 JI 316L				
		1,03	4,5		4,5 JI	4,5 JI 316L				
		1,38	6		6 JI	6 JI 316L				
1,84	8	8 JI	8 JI 316L							
1.250°C	Chromel/Alumel K	0,20	1		1 NI	1 NI 316L	1 NR	1 NINC	1 NY	
		0,30	1,5		1,5 NI	1,5 NI 316L	1,5 NR	1,5 NINC	1,5 NY	
		0,46	2		2 NI	2 NI 316 L	2 NR	2 NINC	2 NY	
		0,70	3		3 NI	3 NI 316 L	3 NR	3 NINC	3 NY	
		1,03	4,5		4,5 NI	4,5 NI 316L	4,5 NR	4,5 NINC	4,5 NY	
		1,38	6		6 NI	6 NI 316 L	6 NR	6 NINC	6 NY	
1,84	8	8 NI	8 NI 316 L	8 NR	8 NINC	8 NY				
1.500°C	Platine Platine Rhodium S	0,30	1,5		Fourreau en nickel pur ou en platine Exécution sur demande					
		0,50	3							
D U P L E X	350°C	Cuivre/ Constantan T	0,8	4,5	D 4,5 TC D 6 TC D 8 TC	D 4,5 TI				
			1,07	6		D 6 TI				
			1,42	8		D 8 TI				
	800°C	Acier/ Constantan J	0,5	3		D 3 JI	D 3 JI 316L			
			0,8	4,5		D 4,5 JI	D 4,5 JI 316L			
			1,07	6		D 6 JI	D 6 JI 316L			
1,42	8	D 8 JI	D 8 JI 316L							
1.250°C	Chromel/Alumel K	0,5	3		D 3 NI	D 3 NI 316L	D 3 NR	D 3 NINC	D 3 NY	
		0,8	4,5		D 4,5 NI	D 4,5 NI 316L	D 4,5 NR	D 4,5 NINC	D 4,5 NY	
		1,07	6		D 6 NI	D 6 NI 316L	D 6 NR	D 6 NINC	D 6 NY	
1,42	8	D 8 NI	D 8 NI 316L	D 8 NR	D 8 NINC	D 8 NY				

Toute exécution spéciale sur demande