



MANUEL D'INSTRUCTIONS

JAUGE DE DÉFORMATION À CORDE VIBRANTE

Modèle SM-5A

© Roctest Limitée, 2012. Tous droits réservés.

L'installation et l'utilisation de ce produit peuvent parfois s'avérer dangereuses; elles doivent être faites par du personnel qualifié seulement. Les instructions contenues dans ce manuel sont fournies à titre indicatif et sont sous réserve de modifications. La Société n'assume aucune responsabilité quant aux dommages qui pourraient résulter de l'installation ou de l'utilisation de ce produit.

Tél. : 1.450.465.1113 • 1.877.ROCTEST (Canada, États-Unis) • 33.1.64.06.40.80 (France) • 41.91.610.1800 (Suisse)

www.roctest.com

F1114A-120607

NX NOVA
METRIX

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	DESCRIPTION	1
2.1	ÉTENDUE DE MESURE	1
2.2	POSTE DE LECTURE	2
3	PROCÉDURE D'INSTALLATION	2
3.1	FIXATION DES BLOCS D'ANCRAGE.....	4
3.1.1	BLOCS D'ANCRAGE SOUDÉS	4
3.1.2	BLOCS D'ANCRAGE VISSÉS	5
3.1.3	BLOCS D'ANCRAGE CIMENTÉS.....	5
3.1.4	BLOCS D'ANCRAGE COLLÉS	5
3.2	INSTALLATION DE LA JAUGE.....	7
3.3	PROTECTION DE LA JAUGE ET DES CÂBLES	8
4	LECTURES DU MB-6T(/TL)	8
4.1	LECTURES EN MODE NORMAL (N)	8
4.2	LECTURES EN MODE «LINEAR» (L)	9
5	CARACTÉRISTIQUES	10
6	DIVERS	11
6.1	TABLE DE CONVERSION (TEMPÉRATURE~RÉSISTANCE)	11

1 INTRODUCTION

La jauge de déformation (jauge extensométrique) de surface à corde vibrante SM-5A est conçue pour les mesures à long terme des variations de déformations de surface sur les structures d'acier, telles que les ponts, les pieux, les arches, les solives et les revêtements de tunnels préfabriqués. Elle peut également être utilisée pour mesurer les variations de déformations à la surface du béton.

La jauge SM-5A se compose de deux pièces terminales reliées par un tube qui sustend une corde en acier de haute résistance, traitée thermiquement. La corde est scellée par deux joints toriques montés à chaque extrémité du tube. Un assemblage bobine/aimant monté à l'intérieur d'un boîtier étanche amovible est installé au centre du tube qui contient la corde. Une thermistance est incorporée à l'intérieur de l'assemblage électroaimant. En opération, la corde est tendue entre les pièces terminales de la jauge, qui sont serrées sur deux plots d'ancrage fixés à la structure instrumentée. Les variations de longueur entre les plots d'ancrage vont modifier la tension dans la corde et, conséquemment, la fréquence de résonance. Les postes de lecture (modèles MB-6T, MB-6TL, PALMETO VW) génèrent des impulsions en voltage à diverses fréquences dans l'assemblage électroaimant, forçant ainsi la corde à vibrer. Ces vibrations induisent des voltages CA dans les bobines. Le poste de lecture sélectionne ensuite la fréquence correspondant au pic de voltage généré, soit la fréquence de résonance de la corde. Le poste affiche ensuite la période de vibration ou la valeur linéarisée en microdéformations. La figure ci-dessous montre la jauge SM-5A fixée aux plots et donne les dimensions principales.

2 DESCRIPTION

Pour installer la jauge sur les structures d'acier, les plots d'ancrage sont placés sur un gabarit de montage (décrit plus loin) afin de déterminer l'espacement requis avant que ces derniers soient soudés à la structure en question. Après la soudure, le gabarit est enlevé et remplacé par une jauge munie de son boîtier, lequel comprend l'assemblage électroaimant qui sert à exciter et à mesurer la fréquence de vibration de la corde. La corde est ensuite tendue à la valeur exigée en tirant et en fixant la jauge aux plots d'ancrage. Les plots d'ancrage peuvent aussi être boulonnés à la structure d'acier ou encore soudés à des tiges d'armature insérées avec un coulis de ciment dans des trous de forage peu profonds, lorsque la jauge est fixée au roc ou au béton.

2.1 ÉTENDUE DE MESURE

L'étendue de mesure des déformations nominale de la jauge SM-5A est de 3000 microdéformations. La corde est fixée aux deux extrémités par sertissage hydraulique, ce qui équivaut à une soudure, mais n'affecte pas les propriétés élastiques de la corde. Le graphique ci-dessous illustre, dans le cas de la gamme de déformations typique de la jauge

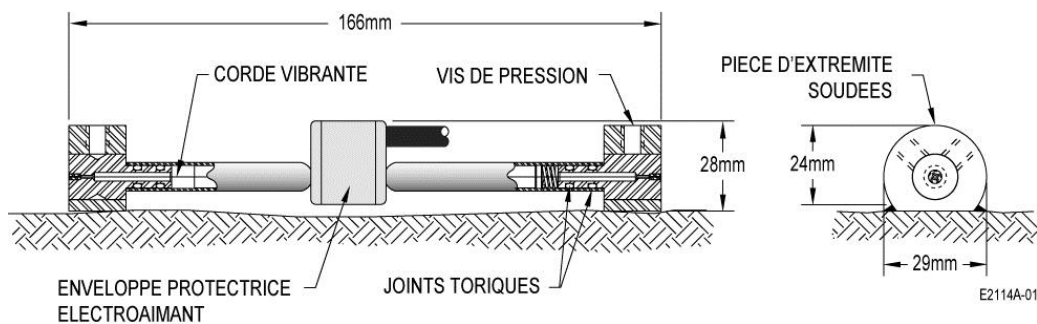
SM-5A, la lecture en microdéformations en fonction de la période lue en microsecondes.

2.2 POSTE DE LECTURE

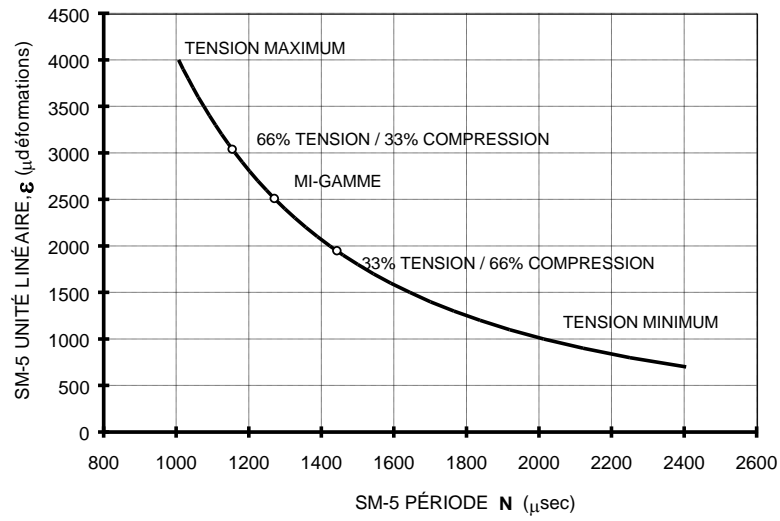
La jauge SM-5A est lue au moyen des postes portatifs MB-6T, MB-6TL, PALMETO VW, ou encore du système d'acquisition de données, modèle SENSLOG.

3 PROCÉDURE D'INSTALLATION

La jauge SM-5A est livrée scellée, la corde pré-tensionnée et montée avec son aimant. L'assemblage bobine/aimant de la SM-5A contient aussi une thermistance qui peut être lue à l'aide du poste de lecture MB-6T. Une lecture de la jauge et de la thermistance préalable à l'installation peut s'avérer avantageuse.



Description et dimensions de la jauge SM-5A



Unités linéaires en fonction de la période pour la SM-5A

Brancher les conducteurs du câble au poste de lecture de la façon suivante :

Câble IRC-41A	Câble du MB-6T
Rouge	Corde HI
Noir	Corde LO
Vert	Thermistance HI
Blanc	Thermistance LO
Blindage	Blindage

La description complète de la prise de lectures est présentée dans le manuel d'instructions des postes de lecture modèle MB-6T ou MB-6TL. En aucun cas, la jauge ne doit être utilisée ou vérifiée à des valeurs dépassant celles de la figure ci-dessus.

La lecture initiale N «NORMAL» d'une jauge avec la corde prétensionnée doit se situer entre 1200 et 1300 microsecondes, ce qui correspond au point milieu de l'étendue de mesure. Au moment de l'installation, la tension de la corde vibrante peut être modifiée pour satisfaire, en grandeur et en direction, au changement de déformation présumé.

Les lectures de résistance exactes entre les conducteurs du câble sont :

Conducteur	Résistance
Noir	140 ±10 Ω
Rouge	
Vert	3000 Ω à 25 °C (77 °F) (varie avec la température)
Blanc	

Si la valeur de la résistance est inexacte, vérifier les raccords ou inspecter le câble afin de retracer tout dommage. Au besoin, consulter ROCTEST TELEMAC pour toute réparation ou procédure de remplacement.

3.1 FIXATION DES BLOCS D'ANCRAGE

La jauge SM-5A est attachée à des blocs d'ancrage, qui peuvent être fixés à la structure étudiée de diverses façons. Dans le cas des structures en acier, la soudure est recommandée.

3.1.1 BLOCS D'ANCRAGE SOUDÉS

La soudure des blocs d'ancrage constitue la technique standard pour l'installation de la jauge. Le port de lunettes protectrices est obligatoire pendant l'installation de la jauge, pour protéger les yeux contre les particules métalliques pouvant provenir du soudage. Pour souder les blocs d'ancrage directement sur une structure d'acier, il est nécessaire d'utiliser

un gabarit, qui sert à positionner la jauge adéquatement.

Les blocs d'ancrage sont fixés aux extrémités d'une barre d'espacement. Un gabarit d'aluminium est ensuite utilisé pour obtenir l'espacement et l'orientation précise avant de serrer les vis de pression sur les embouts de la jauge. Les vis de pression doivent être serrées modérément pour éviter de déformer la barre d'espacement.

Lorsque les vis de pression sont serrées, les blocs d'ancrage sont ensuite maintenus fermement contre la surface où ils doivent être installés. D'abord, souder légèrement les quatre extrémités en évitant le surchauffage, puis souder les arêtes latérales des blocs d'ancrage selon la séquence illustrée à la figure ci-dessous.

Une fois l'assemblage refroidi, desserrer les vis de pression et retirer la barre d'espacement. Frapper délicatement les blocs avant d'installer la jauge.

3.1.2 BLOCS D'ANCRAGE VISSÉS

Les blocs d'ancrage peuvent être fixés à la structure d'acier à l'aide de boulons soudés dans les blocs d'ancrage et serrés sous la structure. Des gabarits spéciaux sont fournis pour assurer l'espacement entre les trous.

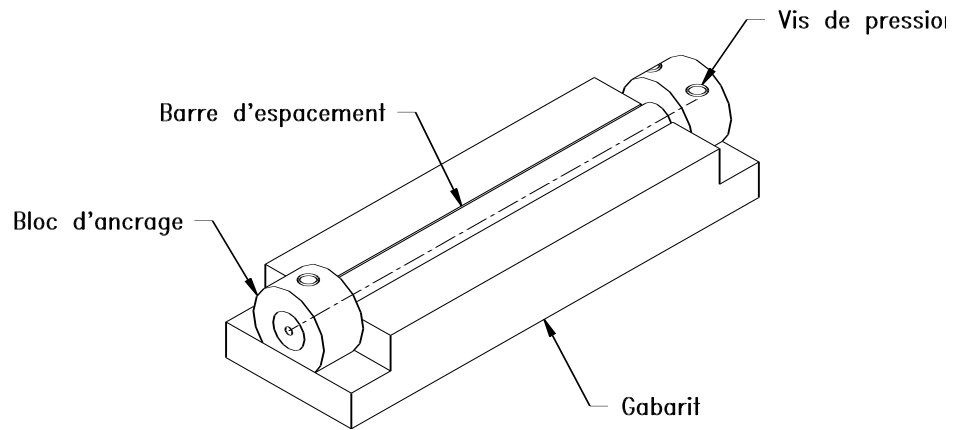
3.1.3 BLOCS D'ANCRAGE CIMENTÉS

La meilleure technique consiste à placer les blocs d'ancrage directement dans le béton avant la prise. Pour stabiliser les ancrages, de courtes barres d'armature sont fixées aux blocs. Si les blocs d'ancrage ne peuvent pas être placés directement dans le matériau, comme dans le cas de la roche, il devient nécessaire de forer des trous peu profonds. Remplir les trous de mortier ou de résine et mettre en place les blocs d'ancrage maintenus par le gabarit. Le gabarit qui sert à la soudure peut également être utilisé pour assurer l'espacement adéquat entre les blocs d'ancrage.

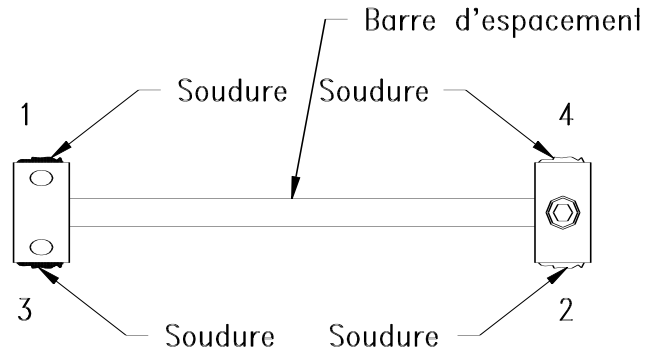
3.1.4 BLOCS D'ANCRAGE COLLÉS

Dans les cas où aucune des techniques décrites plus haut ne s'applique, il est possible de coller les ancrages à la structure, puisque la force maximale exercée sur cette dernière par les ancrages n'excède pas 3,2 kg.

Les blocs d'ancrage peuvent être collés sur tout type de surface (métal, béton, roc, etc.) Les surfaces à coller doivent être préparées selon les instructions fournies avec l'adhésif. En général, les surfaces doivent être rugueuses, propres et exemptes de graisse. Les blocs d'ancrage doivent être dégraissés avec de l'acétone (ou un solvant équivalent) et poncés pour enlever le placage de la surface inférieure. Les poids ou colliers de serrage peuvent être utilisés pour maintenir les blocs d'ancrage en place jusqu'à ce que la colle durcisse.



Blocs positionnés sur le gabarit

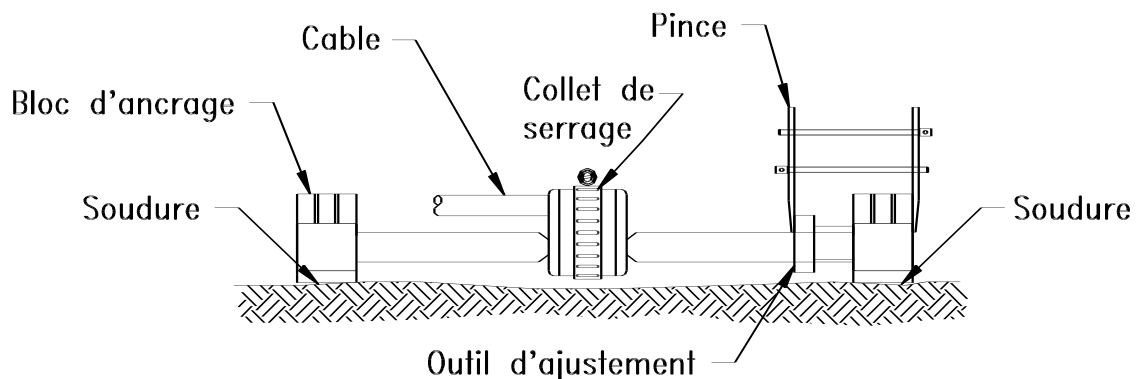


Séquence de soudure pour les blocs d'ancrage

3.2 INSTALLATION DE LA JAUGE

Après la mise en place des blocs d'ancrage, la jauge y est insérée par l'une des extrémités. L'un des embouts de la jauge est muni d'une encavure en «V», qui doit être insérée dans le bloc d'ancrage n'ayant qu'une vis de pression. Cette vis de pression possède une pointe conique qui doit être placée dans l'encavure. L'assemblage électroaimant est fait de deux parties qui s'emboîtent l'une dans l'autre autour de la section aplatie de la jauge. La partie la plus mince est placée en-dessous de la jauge, soit du côté où la jauge est placée sur la structure. Cette partie doit être placée en-dessous de la jauge avant que celle-ci ne soit insérée dans le deuxième bloc d'ancrage.

1. Glisser le côté sans encavure de la jauge par le trou dans le bloc d'ancrage, avec une vis de pression. Arrêter à mi-chemin et placer la partie mince de l'assemblage électroaimant. Continuer de glisser la jauge jusqu'à ce que le côté avec l'encavure soit sous la vis de pression. Serrer fortement la vis de pression.
2. Glisser la deuxième partie de l'assemblage bobine/aimant sur la jauge et la fixer à l'aide du collet. Raccorder ensuite le câble au poste de lecture.
3. Positionner la pince et l'outil d'ajustement selon la figure ci-dessous. La SM-5A est déjà ajustée au point milieu de l'étendue de mesure. Tendre la jauge aura pour effet de faire décroître les lectures «NORMAL», et la relâcher fera augmenter les lectures «NORMAL». La lecture initiale sera ajustée en fonction des déformations (tension ou compression) prévues. En cas de doute, régler la jauge à mi-course.
4. Une fois la lecture initiale réglée, serrer les 2 vis de pression sur l'embout de la jauge. La lecture peut alors varier de ± 50 unités, durant le serrage. Réajuster au besoin.



Installation de la SM-5A

3.3 PROTECTION DE LA JAUGE ET DES CÂBLES

La protection à assurer dépend du type d'installation et des conditions environnementales. ROCTEST TELEMATAC peut fournir une gamme complète d'accessoires pour ces situations.

La jauge peut être protégée par des couvercles pouvant être boulonnés, collés, cimentés ou soudés à la surface instrumentée. Dans les cas de boulonnage des couvercles, ces derniers ne doivent pas être serrés trop fermement ni placés dans un rayon de 160 mm de la jauge, afin d'éviter d'induire des contraintes non uniformes.

De façon générale, les câbles de plusieurs jauges sont amenés à un poste de mesure central, tel que le système d'acquisition de données SENSLOG, et ils sont raccordés à un panneau de commutation afin de faciliter la prise de lectures. Au besoin, les câbles doivent être protégés par un tube flexible blindé, notamment lors de l'application du béton projeté.

4 LECTURES DU MB-6T(/TL)

La jauge est soumise à une tension initiale réglée au moment de l'installation. Cette valeur initiale doit être soustraite des lectures subséquentes pour permettre de déterminer les contraintes dans l'élément structural instrumenté. Pour lire la SM-5A, suivre les instructions données dans les manuels d'instructions des postes MB-6T ou MB-6TL. Le poste de lecture affichera les 2 valeurs suivantes : la lecture en mode «NORMAL» et la lecture en mode «LINEAR».

4.1 LECTURES EN MODE NORMAL (N)

Le changement de contrainte sur la surface où la SM-5A est installée est exprimé par l'équation suivante :

$$\Delta\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = K \times 10^9 \left[\frac{1}{N_1^2} - \frac{1}{N_0^2} \right]$$

où :	$\Delta\varepsilon$	=	le changement de déformation sur la surface étudiée
	K	=	la constante de jauge = 4,0624
	N_0	=	la lecture initiale en mode « NORMAL » (en μ secondes)
	N_1	=	la lecture courante en mode « NORMAL » (en μ secondes)
	ε_1	=	la déformation correspondant à N_1
	ε_0	=	la déformation correspondant à N_0 .

4.2 LECTURES EN MODE «LINEAR» (L)

Pour connaître le changement de contrainte dans la structure en mode «LINEAR», on utilise l'équation suivante :

$$\Delta\varepsilon = (L_1 - L_0)$$

où :

- $\Delta\varepsilon$ = le changement de déformation sur la surface étudiée
- L_0 = la lecture initiale en mode «LINEAR»
- L_1 = la lecture courante en mode «LINEAR».

Les lectures décroissantes de **L** correspondent à une valeur négative de $\Delta\varepsilon$ et signifient une compression de la structure.

5 CARACTÉRISTIQUES

ÉTENDUE DE MESURE (EM):	3000 $\mu\text{m/m}$
RÉSOLUTION:	- Corde vibrante: 0.01 μsec (MB-6T(L)) 0.1 $\mu\text{m/m}$ (MB-6T(L)) 0.1 Hz (PALMETO WW) - Température: 0.1°C
ÉTENDUE DE TEMPÉRATURE D'OPÉRATION:	-20°C à +80°C
FACTEUR DE LA JAUGE:	4.0624
THERMISTANCE:	- Type: 3 k Ω (2k Ω en option) - Précision: $\pm 0.5\%$ de l'E.M.
CÂBLE ÉLECTRIQUE:	- IRC-41A : 2 paires torsadées 22 AWG, blindées, \varnothing ext. 6.2 mm, gaine ext. PVC (standard) - IRC-41AP: id à l'IRC-41A sauf gaine ext. en polyéthylène (optionnel)
ACCESSOIRES :	<ul style="list-style-type: none"> • Poste de mesures portatif (MB-6T(L), PALMETO VW) • Centrale d'acquisition automatique (SENSLOG) • Outils d'installation • Boîtier de jonction et de commutation • Boîtier déporté de protection de surtension • Couvercle de protection • Trousse à épissure

6 DIVERS

6.1 TABLE DE CONVERSION (TEMPÉRATURE~RÉSISTANCE)

Temp. °C	Types de résistances			Temp. °C	Types de résistances		
	2K	3K	10K		2K	3K	10K
-50		201100	670500	1	6208	9310	31030
-49		187300	670500	2	5900	8851	29500
-48		174500	624300	3	5612	8417	28060
-47		162700	581700	4	5336	8006	26690
-46		151700	542200	5	5080	7618	25400
-45		141600	440800	6	4836	7252	24170
-44		132200	472000	7	4604	6905	23020
-43		123500	411700	8	4384	6576	21920
-42		115400	384800	9	4176	6265	20880
-41		107900	359800	10	3980	5971	19900
-40	67320	101000	336500	11	3794	5692	18970
-39	63000	94480	315000	12	3618	5427	18090
-38	59000	88460	294900	13	3452	5177	17260
-37	55280	82870	276200	14	3292	4939	16470
-36	51800	77660	258900	15	3142	4714	15710
-35	48560	72810	242700	16	3000	4500	15000
-34	45560	68300	227700	17	2864	4297	14330
-33	42760	64090	213600	18	2736	4105	13680
-32	40120	60170	200600	19	2614	3922	13070
-31	37680	56510	188400	20	2498	3748	12500
-30	35400	53100	177000	21	2388	3583	11940
-29	33280	49910	166400	22	2284	3426	11420
-28	31300	46940	156500	23	2184	3277	10920
-27	29440	44160	147200	24	2090	3135	10450
-26	27700	41560	138500	25	2000	3000	10000
-25	26080	39130	130500	26	1915	2872	9574
-24	24580	36860	122900	27	1833	2750	9165
-23	23160	34730	115800	28	1756	2633	8779
-22	21820	32740	109100	29	1682	2523	8410
-21	20580	30870	102900	30	1612	2417	8060
-20	19424	29130	97110	31	1544	2317	7722
-19	18332	27490	91650	32	1481	2221	7402
-18	17308	25950	86500	33	1420	2130	7100
-17	16344	24510	81710	34	1362	2042	6807
-16	15444	23160	77220	35	1306	1959	6532
-15	14596	21890	72960	36	1254	1880	6270
-14	13800	20700	69010	37	1203	1805	6017
-13	13052	19580	65280	38	1155	1733	5777
-12	12352	18520	61770	39	1109	1664	5546
-11	11692	17530	58440	40	1065	1598	5329
-10	11068	16600	55330	41	1024	1535	5116
-9	10484	15720	52440	42	984	1475	4916
-8	9932	14900	49690	43	945	1418	4725
-7	9416	14120	47070	44	909	1363	4543
-6	8928	13390	44630	45	874	1310	4369
-5	8468	12700	42340	46	840	1260	4202
-4	8032	12050	40170	47	808	1212	4042
-3	7624	11440	38130	48	778	1167	3889
-2	7240	10860	36190	49	748	1123	3743
-1	6876	10310	34370	50	720	1081	3603
0	6532	9796	32660	51	694	1040	3469

Temp. °C	Types de résistances			Temp. °C	Types de résistances		
	2K	3K	10K		2K	3K	10K
52	668	1002	3340	102	128	192.2	640.3
53	643	965.0	3217	103	125	186.8	622.1
54	620	929.6	3099	104	121	181.5	604.4
55	597	895.8	2986	105	118	176.4	587.5
56	576	863.3	2878	106	114	171.4	571.0
57	555	832.2	2774	107	111	166.7	555.1
58	535	802.3	2675	108	108	162.0	540.0
59	516	773.7	2580	109	105	157.6	524.9
60	498	746.3	2488	110	102	153.2	510.7
61	480	719.9	2400	111	99	149.0	496.4
62	463	694.7	2316	112	97	145.0	483.1
63	447	670.4	2235	113	94	141.1	469.8
64	432	647.1	2157	114	91	137.2	457.4
65	416	624.7	2083	115	89	133.6	444.9
66	402	603.3	2011	116	87	130.0	433.4
67	388	582.6	1942	117	84	126.5	421.8
68	375	562.8	1876	118	82	123.2	410.7
69	363	543.7	1813	119	80	119.9	399.6
70	350	525.4	1752	120	78	116.8	389.4
71	339	507.8	1693	121	76	113.8	379.2
72	327	490.9	1636	122	74	110.8	369.4
73	316	474.7	1582	123	72	107.9	360.1
74	306	459.0	1530	124	70	105.2	350.8
75	296	444.0	1479	125	68	102.5	341.9
76	286	429.5	1431	126	67	99.9	333.0
77	277	415.6	1385	127	65	97.3	324.6
78	268	402.2	1340	128	63	94.9	316.6
79	260	389.3	1297	129	62	92.5	308.6
80	251	376.9	1255	130	60	90.2	301.1
81	243	364.9	1215	131	59	87.9	293.5
82	236	353.4	1177	132	57	85.7	286.0
83	228	342.2	1140	133	56	83.6	279.3
84	221	331.5	1104	134	54	81.6	272.2
85	214	321.2	1070	135	53	79.6	265.5
86	208	311.3	1036	136	52	77.6	259.3
87	201	301.7	1004	137	51	75.8	253.1
88	195	292.4	973.8	138	49	73.9	246.9
89	189	283.5	944.1	139	48	72.2	241.1
90	183	274.9	915.2	140	47	70.4	235.3
91	178	266.6	887.7	141	46	68.8	229.6
92	172	258.6	861.0	142	45	67.1	224.2
93	167	250.9	835.3	143	44	65.5	218.9
94	162	243.4	810.4	144	43	64.0	214.0
95	157	236.2	786.4	145	42	62.5	208.7
96	153	229.3	763.3	146	41	61.1	203.8
97	148	222.6	741.1	147	40	59.6	199.4
98	144	216.1	719.4	148	39	58.3	194.5
99	140	209.8	698.5	149	38	56.8	190.1
100	136	203.8	678.5	150	37	55.6	185.9
101	132	197.9	659.0				

Conversion température~résistance