



MANUEL D'INSTRUCTIONS

CAPTEUR DE DÉPLACEMENT À CORDE VIBRANTE

Série JM

© Roctest Limitée, 2014, 2023. 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 au dommage qui pourrait 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

F1057C-030223

NX NOVA
METRIX

TABLE DES MATIÈRES

1	DESCRIPTION GÉNÉRALE	1
2	INSTALLATION	1
2.1	Vérifications préliminaires	1
2.2	Installation du capteur de déplacement	2
2.2.1	Fissuromètre de surface JM-S	2
2.2.2	Mesureur de joint enfoui JM-E	3
2.2.3	Capteur de déplacement JM-T	3
2.2.4	Dimensions	4
2.3	Câbles et épissures.....	4
3	PROCÉDURE DE LECTURE	5
4	DÉPANNAGE	8
4.1	Lecture instable.....	8
4.2	Aucune lecture	8
5	TABLE DE CONVERSION (TEMPÉRATURE)	10

1 DESCRIPTION GÉNÉRALE

Les capteurs de déplacement à corde vibrante de la série JM servent à mesurer les mouvements tels que :

- l'ouverture ou la fermeture des fissures dans les barrages, les ponts, etc.
- l'ouverture des joints et des fissures dans le roc et les masses de béton, ou aux interfaces entre le roc et le béton

Le capteur, selon le modèle choisi, peut être soit enfoui, soit monté en surface, ou soit intégré à un extensomètre de forage.

L'assemblage du JM comprend les éléments suivants :

- un capteur de déplacements à corde vibrante
- un tube de protection télescopique
- deux ancrages (JM-S)
- un boîtier de protection permettant l'enfouissement (JM-E)
- une thermistance
- un câble électrique

Afin de pouvoir mesurer des déplacements, l'une des extrémités du capteur à corde vibrante est rattachée à un ressort et l'autre à une tige. Un déplacement entraînant un accroissement de distances entre les ancrages provoquera un allongement du ressort et accroîtra la tension de la corde vibrante. Ce mouvement est mesuré par le poste de lecture.

2 INSTALLATION

2.1 VÉRIFICATIONS PRÉLIMINAIRES

Dès la réception du capteur, son état général doit être vérifié et une lecture de vérification doit être prise avec la tige extensible déployée à environ 20 % de l'étendue de mesure de l'instrument. Se référer au certificat de calibration fourni avec chaque capteur. On doit pouvoir obtenir une lecture stable lorsque la tige est immobile. Il peut être difficile d'obtenir des lectures stables lorsque le JM n'est pas fixé à la structure à ausculter. Pour vérifier les lectures, suivre les instructions présentées plus loin.

AVERTISSEMENT : ÉVITER DE FAIRE TOURNER LA TIGE EXTENSIBLE DU FISSUROMÈTRE. CECI POURRAIT CAUSER DES DOMMAGES IRRÉPARABLES À L'INSTRUMENT. LA GOUPILLE SUR LA TIGE EXTENSIBLE ET LA FENTE SUR LE TUBE DE PROTECTION DU FISSUROMÈTRE SERVENT DE GUIDE POUR L'ALIGNEMENT DU CAPTEUR.

2.2 INSTALLATION DU CAPTEUR DE DÉPLACEMENT

2.2.1 FISSUROMÈTRE DE SURFACE JM-S

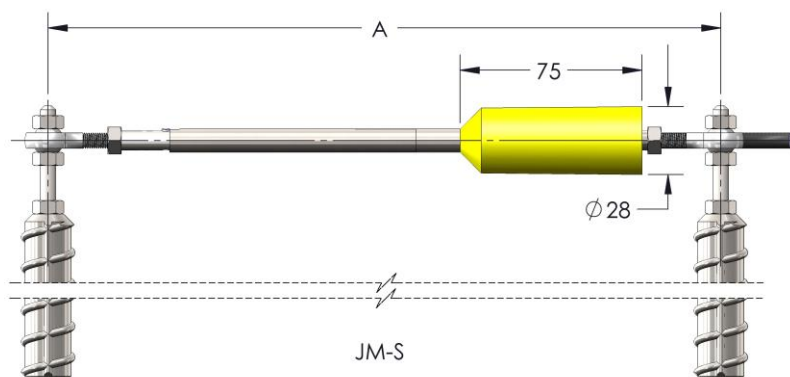
Les tiges filetées à chaque extrémité du JM peuvent être raccordées à des barres d'armature pour fixation par injection ou à des ancrages à coquilles expansibles. Les tiges filetées peuvent même être directement utilisées pour fixer le JM à une structure métallique dans laquelle 2 trous auront préalablement été faits.

Avant d'installer le fissuromètre, il est important de déterminer le point de départ de la mesure initiale: soit au centre de l'étendue de mesure ou soit principalement en compression ou en tension. Le fissuromètre lui-même peut servir de gabarit d'installation. Lire le capteur à l'aide d'un poste de lecture afin de déterminer ce point de départ et ainsi localiser les trous sur la structure. Se référer au certificat de calibration.

Les 2 barres d'armature (19 x 150 mm) peuvent être injectées dans le béton ou le rocher, après quoi les tiges de bout filetées pourront y être vissées. Dans ce cas, percer 2 trous d'une profondeur minimale de 50 mm et d'un diamètre suffisant à l'endroit approprié. Sceller la barre d'armature (en maintenant le bout fileté vers le haut) avec du ciment à prise rapide ou de la résine époxy. Puis fixer le capteur en place.

Pour installation sur une structure métallique, percer des trous (¼-28-UNF / 6.35 mm) de 25 mm de profondeur, et tarauder au besoin sur 20 mm. Détacher une des tiges filetées du JM et la visser sur la structure à la profondeur désirée en utilisant les écrous de blocage. Ajuster le fissuromètre à l'inclinaison et à la hauteur désirée, puis répéter l'opération pour l'autre extrémité du JM.

Après installation des ancrages, un ajustement final de la position du capteur est possible. Pour ce faire : fixer le bout du capteur comportant la bobine à l'ancrage, dévisser quelque peu l'écrou de blocage situé à l'autre bout du capteur, **(tout en tenant la tige du capteur pour éviter qu'elle ne tourne)** dévisser ou visser la tige filetée de la rotule afin de changer sa position relativement au capteur, resserrer l'écrou de blocage et fixer le capteur à l'ancrage.

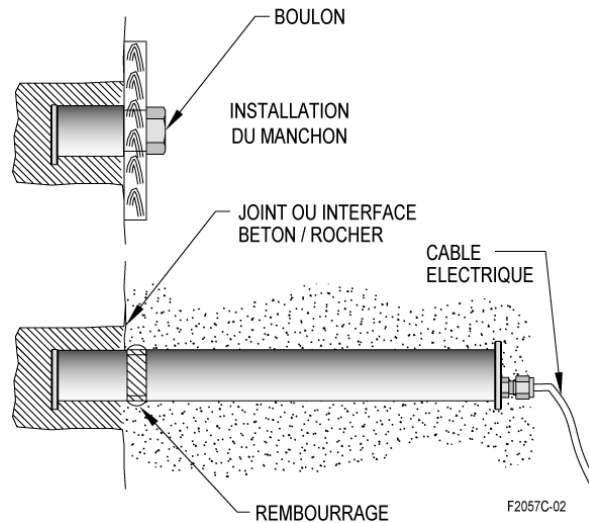


(Dimensions en mm)

2.2.2 MESUREUR DE JOINT ENFOUI JM-E

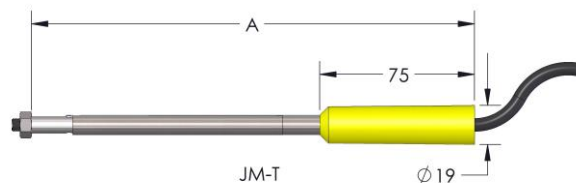
Tel qu'illustré ci-dessous, le JM-E est constitué de 2 sections : le manchon, installé en premier, et le capteur en tant que tel. Le manchon est installé dans la première section (coulée) de béton. La surface finie du manchon doit être accessible et permettre l'installation de la jauge dans la deuxième section. Il y a un connecteur de protection muni d'un filetage de 5/16-18.

Une fois que le coffrage de la première section est démonté, le manchon est exposé. Le bouchon est alors retiré et une graisse doit être appliquée sur le filetage du manchon pour faciliter l'installation du capteur. Appliquer un adhésif de blocage des filets (locktite), puis visser le capteur sur le manchon. Protéger le capteur et le câble en vue de la prochaine coulée de béton. Ajuster le capteur pour permettre un plus grand déplacement en compression. Éviter de verser le béton directement sur l'instrument ou le câble. Ne pas utiliser de vibreurs mécaniques près du fissuromètre ou du câble. Si nécessaire, appliquer le béton manuellement autour du JM-E. Prendre une lecture avant et après la coulée du béton.



2.2.3 CAPTEUR DE DÉPLACEMENT JM-T

Le capteur de déplacement JM peut être configuré pour être installé dans un extensomètre de forage, auquel cas il est désigné JM-T.



(Dimensions en mm)

2.2.4 DIMENSIONS

Les dimensions à prendre en considérations lors de l'installation des JM sont indiquées au tableau ci-dessous :

Modèle		Position	Étendue de mesure en mm						
			25	50	100	150	200	250	300
JM-T (sans rotule)	Longueur (A) (mm)	Départ	214.5	270	388	514	634	746	864
		Mi-course	227	295	438	589	734	871	1014
		Pleine course	239.5	320	488	664	834	996	1164
JM-S (avec rotule)	Longueur (A) (mm)	Départ	277	332	450	576	697	808	926
		Mi-course	289.5	357	500	651	797	933	1076
		Pleine course	302	382	550	726	897	1058	1226
JM-E	Longueur (A) (mm)	Départ	383	432	602	772	S/O	S/O	S/O
		Mi-course	N/D	N/D	N/D	N/D	S/O	S/O	S/O
		Pleine course	N/D	N/D	N/D	N/D	S/O	S/O	S/O

Pleine course 

Mi-course 

Départ 

2.3 CÂBLES ET ÉPISSURES

Pendant toute l'installation, les câbles doivent être protégés contre les bris mécaniques et contre la foudre. Il est possible de placer, au-dessus des câbles, une cage métallique reliée à la terre, et relier à la terre tous les conducteurs et protecteurs. Il est recommandé d'éviter d'épisser les câbles. Au besoin, n'utiliser que la trousse d'épissure standard ou à haute pression du fabricant, qui comprend les instructions de soudure.

3 PROCÉDURE DE LECTURE

Les lectures manuelles des déformations et de la température peuvent être prises soit directement à l'extrémité du câble, soit au moyen d'un panneau de commutation, en utilisant le poste de lecture MB-3TL.

Le poste de lecture est fourni avec un cordon qui possède 4 pinces crocodile à une de ses extrémités. Relier les pinces crocodile à la jauge selon le tableau qui suit.

Câbles IRC-41A et IRC-390	Couleur de la pince	Câble du capteur
Excitation de la corde (+)	Rouge	Rouge
Excitation de la corde (-)	Noir	Noir
Température (-)	Blanc	Blanc
Température (+)	Vert	Vert
Blindage (drain)	Aucune	Fil nu

Code de couleur

Les cordes vibrantes et les thermistances sont normalement insensibles aux changements de polarité, mais si des difficultés sont rencontrées lors de la lecture de la jauge, vérifier si la polarité est conforme à la légende de raccordement.

POUR PRENDRE UNE LECTURE AVEC LE MB-3TL, SÉLECTIONNER LE TYPE DE JAUGE 'HZ² + THERMISTOR' ET LA POSITION C OU B (BALAYAGE EN FRÉQUENCE). POUR OBTENIR PLUS D'INFORMATION, CONSULTER LE MANUEL D'UTILISATION DU POSTE MB-3TL.

Le MB-3TL excite le capteur à intervalles de deux secondes et affiche la lecture du capteur et de la température (en degrés Celsius). Pour mesurer les déplacements, appliquer l'équation suivante, basée sur les unités linéaires affichées sur le MB-3TL :

$$D = AL^2 + BL + C$$

Où :

- D = déplacement en mm
- A, B, C = facteurs de calibration
- L = lecture en unités linéaires (LU)

Exemple:

Soient:

- L = 6 000 LU
- A = -1.0839E-08 mm/LU²
- B = 4.6608E-03 mm/LU
- C = -1.4810E+01 mm

Alors:

- D = 12.76 mm

Noter qu'un accroissement de D équivaut à une ouverture du capteur. Afin d'obtenir un déplacement relatif, simplement soustraire la lecture initiale de la lecture courante.

$$D_r = D - D_0$$

Avec : D_r = déplacement relatif en mm
 D = lecture courante en mm
 D_0 = lecture initiale en mm

Pour convertir une lecture en fréquence en unités linéaires (LU), utiliser la formule suivante :

$$L = k (F^2 / 1000)$$

Avec: L = lecture en LU
 k = constant de jauge du JM en $\text{sec}^2 = 1.00$
 F = fréquence en Hz

Exemple: Si : $F = 1\,739$ Hz,
 Alors: $L = 1.0 (1739^2 / 1000) = 3\,024.1$ LU

FEUILLE D'ÉTALONNAGE		
CAPTEUR DE DÉPLACEMENT À CORDE VIBRANTE		
<i>Modèle:</i>	JM-T	
<i>Numéro de série:</i>	057C12909	
<i>Gamme:</i>	200 mm	
<i>Type de thermistance:</i>	3 kohms	
<i>Type de câble:</i>	IRC-41A	
<i>Longueur du câble:</i>	10 ft	
<i>Code de couleur:</i>	rouge & noir (bobine)	vert & blanc (thermistance)
Déplacement mm	Lecture LU	Erreur P.E. %
50,00	3579,9	0,01
100,00	5209,7	-0,02
150,00	6822,2	0,02
200,00	8427,4	-0,01
Erreur maximum (%):		0,02
A:	7,2933E-08	mm/LU ²
B:	3,0074E-02	mm/LU
C:	-5,8612E+01	mm
<i>Le déplacement est calculé avec l'équation suivante:</i>		
$D = AL^2 + BL + C$		
D : Déplacement en mm		
A,B,C : Facteurs d'étalonnage		
L : Lecture actuelle en unité linéaire (LU)		

Certificat de Calibration Typique

Effet de la température:

Chaque JM est muni d'une thermistance.

Les changements de température influencent les lectures du capteur. Tenir compte des effets de température durant la surveillance de la structure est critique pour l'interprétation des données. Il est important de noter que l'effet de température s'applique aussi sur la structure sur laquelle est installé le capteur. Il est donc recommandé d'installer le capteur à l'avance pour accumuler les données sur l'effet de température sans autres influences. Il est ensuite plus facile de déterminer l'influence de la température sur l'ensemble structure-capteur.

Si l'objectif est la surveillance de l'effet de température sur la structure, il faut alors déduire l'effet de température sur le capteur. Il est possible d'utiliser la formule de compensation en température du capteur (pour obtenir un estimé de l'effet de celle-ci) avec les considérations suivantes :

- La compensation en température ne tient pas compte de l'influence de la température sur la structure. Cette formule a été développée en plaçant le capteur seul dans une chambre environnementale.
- Le coefficient a été déterminé à la mi-course du capteur.

La formule pour l'effet de la température sur le capteur sans égard à la structure:

$$D_r = (D - D_0) - K(T - T_0)$$

Où:

- D_r = déplacement relative en mm
- D = lecture actuelle en mm
- D_0 = lecture initiale en mm
- K = coefficient thermique du capteur à mi-course en mm/°C
- T = température actuelle en °C
- T_0 = température initiale en °C

Étendue de mesure du JM (mm)	K (mm/°C) à mi-course	(%PE/°C) à mi-course
25	-0.00825	-0.033
50	-0.016	-0.032
100	-0.026	-0.026
200	-0.044	-0.022
300	-0.057	-0.019

4 DÉPANNAGE

Une maintenance occasionnelle des capteurs à corde vibrante est souhaitable. Vérifier régulièrement l'état des câbles et les connexions des fils. Les capteurs eux-mêmes sont scellés et ne peuvent être ouverts pour inspection.

4.1 LECTURE INSTABLE

- Vérifier si les mêmes symptômes apparaissent avec d'autres capteurs. Si c'est le cas, comparer les trajets des câbles ou vérifier le poste de lecture.
- Le blindage du câble du capteur est-il bien connecté au poste de lecture?
- Isoler le poste de lecture du sol en le plaçant sur une planche de bois ou un matériau non conducteur similaire.
- Vérifier la charge des batteries du poste de lecture.
- Rechercher les sources de bruit électrique comme les moteurs, les générateurs, les câbles électriques ou les antennes. Si elles sont proches des câbles, les blinder ou les changer de place.
- Si un système d'acquisition automatique est utilisé pour prendre des lectures, est-ce que les paramètres du balayage en fréquence sont bien configurés? Utiliser la feuille d'étalonnage et la relation fréquence - LU pour vérifier la plage de fréquences
- Le capteur peut être hors gamme. Se référer aux mesures antérieures.
- Mesurer la résistance entre le corps du capteur et le blindage de son câble. Celle-ci devrait être infinie.
- Vérifier l'intégrité du câble.
- Le capteur a peut-être été endommagé par des chocs.

4.2 AUCUNE LECTURE

- Vérifier la charge des batteries du poste de lecture.
- Vérifier si les mêmes symptômes apparaissent avec d'autres capteurs. Si c'est le cas, le poste de lecture est peut-être défectueux. Contacter Roctest.
- Si un système d'acquisition automatique est utilisé pour prendre des lectures, est-ce que les paramètres du balayage en fréquence sont bien configurés? Utiliser la feuille d'étalonnage et la relation LU vs fréquences et vérifier que la lecture n'excède pas la plage du capteur.
- Le capteur peut être hors gamme. Se référer aux mesures antérieures.
- Vérifier la résistance du câble. La résistance normale des bobines est de $190\Omega \pm 10\Omega$, à laquelle il faut ajouter deux fois la résistance du câble ($0.07\Omega/m$ environ pour un câble en cuivre de calibre 22).
 - Si la résistance est très élevée ou infinie, le câble est probablement coupé.
 - Si la résistance est proche de zéro, les conducteurs sont court-circuités.

- Si la résistance est proche de la normale, le capteur est peut-être endommagé. Contacter Roctest.
- Si des coupures ou des court-circuits sont localisés, des épissures peuvent être pratiquées selon les procédures recommandées par Roctest.
- Le capteur a peut-être été endommagé par des chocs ou de l'eau s'y est infiltré. Il n'existe pas de moyen pour corriger ce problème.

Si les variations de lectures sont inhabituelles, rechercher si elles sont corrélées à celles de la température. Vérifier ensuite si les corrections sont bien appliquées.

5 TABLE DE CONVERSION (TEMPÉRATURE)

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