

LES CORDES STEPHEN PAULELLO



Remplacer les cordes d'un piano lorsque que celles-ci sont absentes, cassées, fortement oxydées ou inadaptées appartient au quotidien du technicien-restaurateur.

Afin que cette délicate intervention apporte une réelle amélioration de la stabilité, de la longévité et de la sonorité d'un piano, nous proposons **4 types** de fils, qui se différencient par les caractéristiques de leurs alliages et les méthodes de leur tréfilage :

Type M, Type 0, Type 1 et Type 2.

Comment choisir le ou les types les mieux adaptés à un piano?

Le choix entre plusieurs types de fils donne au montage en cordes une portée nouvelle car le restaurateur peut désormais orienter son travail vers la reconstitution fidèle du cordage d'origine et/ou vers son optimisation.

Pour faire bon usage des cordes Paulello, il est conseillé de relever les longueurs vibrantes et les diamètres existants, puis de saisir ces données dans les colonnes d'un programme Excel, qui vous sera adressé sur simple demande. Vous obtiendrez ainsi le **taux de sollicitation** des cordes, note par note, et pourrez simuler un montage en **Type M, 0, 1, 2** ou mixte, observer la répartition des tensions, modifier éventuellement certains diamètres, et déterminer le type de fil offrant les meilleurs résultats.

Qu'est-ce qu'un taux de sollicitation optimal pour une corde ?

Le *taux de sollicitation* détermine le choix du type de corde.

Le **comportement mécanique** du cordage, c'est-à-dire la manière dont celui-ci se déforme physiquement lors de la mise en tension, est étroitement lié au niveau de sollicitation du matériau. On a pu observer l'existence d'un **optimum** réduisant le temps de stabilisation, améliorant la tenue d'accord et limitant le risque de casse. En choisissant le type **M, 0, 1 ou 2**, vous pourrez doser le taux de sollicitation et approcher cette valeur optimale.

Le **comportement acoustique** de la corde vibrante dépend aussi d'un taux de sollicitation **idéal** qui permet à celle-ci de donner la plénitude de son potentiel vibratoire. En utilisant le type de fil approprié vous pourrez atteindre des taux de sollicitation proches de cet optimum et tirer le meilleur parti du cordage : gain de puissance, de longueur de son et plus grande richesse de timbre. En outre, ce travail permet de gommer de façon très significative certaines faiblesses, notamment au passage et dans les basses qui gagneront en profondeur et en lisibilité.

Qu'il concerne le comportement mécanique ou le comportement acoustique des cordes, **le taux de sollicitation optimal est le même**, ce qui donne à ce critère toute sa pertinence.

Bien que ce procédé soit tout à fait inédit dans l'histoire de la facture instrumentale, vous serez souvent amenés à associer plusieurs types de fils au sein d'un même piano. Cette pratique, immédiatement adoptée aujourd'hui par les fabricants et les techniciens qui l'ont expérimentée, devient un nouveau standard. Il s'agit d'un tournant dans la manière de penser le cordage du piano.

Mieux comprendre la notion de taux de sollicitation et interpréter sa valeur nécessite une initiation au vocabulaire propre aux phénomènes de déformation d'un matériau soumis à une force de traction : phase élastique, phase plastique, limite élastique, charge de rupture théorique, charge de rupture pratique. Ces précisions sont données en annexe.

Pour vous procurer la feuille Excel permettant de choisir le type de corde Paulello, il suffit d'en faire la demande en écrivant à l'adresse suivante : info@stephenpaulello.com

Un mode d'emploi très simple vous guide, depuis le relevé des mesures sur le piano jusqu'à la simulation de la mise en tension des cordes et de leur taux de sollicitation. Vous visualiserez également la courbe des tensions et aurez la possibilité de la rendre plus harmonieuse en modifiant les diamètres.

Si vous rencontrez des difficultés lors de votre première utilisation ou n'êtes pas certain de votre choix, vous pouvez envoyer la feuille Excel telle que vous l'avez remplie à Stephen Paulello pour qu'il effectue d'éventuelles corrections ou confirmations.

Où se procurer les cordes Stephen Paulello ?

- Commander par internet (info@stephenpaulello.com) ou laisser un message au 03.86.66.11.81. Une facture pro forma vous sera adressée. Les rouleaux de cordes seront envoyés dès réception du chèque ou virement correspondant.
- Ets Manceaux-Guillemenot : 85 rue Pascal, 75013 PARIS Tel : 01 43 31 03 47
- Alfred Jahn (Allemagne)
- B. & K. Baumgärtel (Allemagne)
- Arno Patin (Etats-Unis)

Fileurs de cordes sur aciers Paulello :

- Patrice Carrère
- Cédric Cardot
- Bernard Pellerin
- Philippe Jacquemot
- Gregor Heller (Allemagne)
- Peter Kelemen (Allemagne)
- B & K. Baumgärtel (Allemagne)
- J.D. Grandt (Canada)

Commander un plan de cordes calculé par Stephen Paulello :

Envoyez un relevé des longueurs vibrantes de l'instrument par la poste ou par internet (si possible un tableau Excel). Vous bénéficierez d'un calcul tenant compte de paramètres plus complexes et de l'expérience de musicien de Stephen Paulello. Coût de ce service : 300 € HT pour un calcul complet, 100 € pour les cordes blanches seules.

Cordes Nickelées

Les types **M** et **0** sont également disponibles en version nickelée. Le **nickelage** préserve le cordage de la corrosion, et apporte d'autres qualités tout à fait perceptibles : renforcement de la vibration fondamentale, richesse harmonique.

Des cordes filées en **fer doux nickelé**, exclusivité « Stephen Paulello » peuvent être réalisées sur commande. Les qualités acoustiques obtenues sont sans comparaison avec les cordes filées en cuivre...



Tarifs 2010

Une réduction spéciale "jeu complet" de 5 % est appliquée pour l'achat de 23 rouleaux d'un même type.

	250g	500g	2 Kg	Calibres disponibles	Charge de Rupture (Newton / mm²)	Recommandé pour : (à confirmer par le taux de sollicitation)
Type M « Moderne »	/	10 € Soit 20 €/Kg	26 € Soit 13 €/Kg	12 à 27 Soit 0,725 à 1,7 mm	2 000 à 2 500	Instruments de 1880 à nos jours
Type M <i>Nickelé</i>	/	21 € Soit 42 €/Kg	52 € Soit 26 €/Kg	13½ à 26 in 2 Kg Soit 0,8 à 1,6 mm 13½ à 16½ in 500g Soit 0,8 to 0,95 mm	2 000 à 2 500	<ul style="list-style-type: none"> • Protection contre l'oxydation, • Son plus long, plus pur, avec plus de fondamentale • Bel aspect
Type 0 « Post romantique »	/	13 € Soit 26 €/Kg	28 € Soit 14 €/Kg	12 à 27 Soit 0,725 à 1,7 mm	1 700 à 2 200	<ul style="list-style-type: none"> • Instruments autour de 1880 jusqu'à 1890 environ (Equivalent des cordes Firminy) • Ou pour les instruments modernes, associé à du type M
Type 0 <i>Nickelé</i>	/	/	55 € 22,50 €/Kg	17 à 26 Soit 0,975 à 1,6 mm	1 700 à 2 200	En association avec du Type M nickelé
Type 1 « Romantique 1 »	/	17 € Soit 34 €/Kg	/	9 à 26 Soit 0,575 à 1,6 mm	1 400 à 1 800	<ul style="list-style-type: none"> • Instruments de 1840 jusqu'à 1870 environ • Ou pour les instruments modernes, associé à du type M et du type 0.
Type 2 « Romantique 2 »	A venir en 2011	20 € Soit 40 €/Kg	/	5 à 24 Soit 0,4 à 1,4 mm	1 000 à 1 400	Instruments de 1820 jusqu'à 1840 environ

Annexe : Pourquoi s'intéresser au taux de sollicitation ? Quelles en sont les valeurs critiques ?

Lorsqu'il s'agit de déterminer le matériau de remplacement des cordes d'un piano, *la marque, la date et le lieu* de fabrication de l'instrument sont loin d'être des informations suffisantes.

La valeur du *poinds spécifique* de l'acier n'a pas non plus une importance majeure : selon les alliages, le poids spécifique oscille en effet entre les valeurs minimales de 7,65 g/cm³ pour le fer et maximales de 7,95 g/cm³ pour certains aciers. Sachant qu'entre ces extrêmes, on obtient une différence de force de traction de l'ordre de 4 % seulement, on peut considérer que ce facteur est négligeable.

Le *module d'élasticité*, qui intervient dans le calcul de l'inharmonicité d'une corde vibrante, est en revanche un élément intéressant ; grâce à d'innombrables relevés pratiqués sur des cordages d'époque en excellent état, nous avons pu reconstituer des fils aux caractéristiques élastiques très proches de celles des cordages anciens. Cela permet de conserver les niveaux d'inharmonicité d'origine et de respecter le timbre de l'instrument tout en limitant le risque de fentes aux pointes de chevalets et de sillons des pianofortes.

Comme évoqué plus haut, le critère le plus pertinent est toutefois le *taux de sollicitation* du matériau.

La charge de rupture théorique des cordes Paulello s'étend de 1000 pour le type **2** à 2600 Newtons par mm² pour le type **M**. Les divers coudages, bouclettes et ergots fragilisant le fil sur certaines portions, il est prudent de réduire ces valeurs théoriques de 25 % pour les types **M**, **0** et **1** et de 15 % pour le type **2**. On appelle **charge de rupture pratique (CRP)** la charge de rupture théorique du métal, minorée de cette marge de sécurité. La limite élastique d'un fil d'acier se situe à 80 % environ de sa charge de rupture pratique. Cela signifie que lors de la mise en tension d'une corde, celle-ci s'allonge (**phase élastique**), puis, à partir d'une sollicitation de 80 %, ne retrouve plus sa taille initiale lorsque cesse la traction; elle passe en **phase plastique** et la déformation est irréversible. Une corde ayant subi une sollicitation dépassant sa limite élastique ne tient plus l'accord, devient très inharmonique puis se rompt.

Tout en se situant à des taux de sollicitation en deçà du seuil d'élasticité, il est intéressant cependant, de solliciter les cordes à un niveau proche de cette limite. C'est **en fin de phase élastique** en effet que le matériau recompose le plus rapidement sa structure interne et que le cordage se stabilise le plus vite. Plus tard, si vous entretenez l'instrument, vous constaterez qu'il tient mieux l'accord et que les cordes cassent moins souvent.

Par ailleurs, depuis les écrits de Mersenne (au sujet des cordes en boyau) jusqu'aux récentes recherches de Claude Valette et Christian Cuesta dans leur ouvrage sur les cordes vibrantes, il est unanimement admis qu'une corde fournit toute sa puissance vibratoire lorsqu'elle est contrainte autour de **60 à 75% de sa charge de rupture pratique**, c'est à dire **proche de sa limite élastique (Re)**. La solliciter de la sorte limite en effet l'amortissement interne et offre le meilleur équilibre entre la fréquence fondamentale et les partiels de rangs plus élevés.

Caractéristiques Mécaniques

TYPE M

Poids spécifique moyen (ρ moyen) = 7,85 gr/cm³
Module élastique (E) = 202 Gpa

N°	Ø (mm)	Rm / mm ²	Rm	CRP- 25 %	Re
12	0,725	2462	1016,37	762,281	632,7
12,5	0,75	2447	1081,05	810,789	664,8
13	0,775	2437	1149,61	862,204	698,4
13,5	0,8	2427	1219,94	914,957	732
14	0,825	2417,5	1292,30	969,227	765,7
14,5	0,85	2398,5	1361,03	1020,77	796,2
15	0,875	2388,5	1436,25	1077,19	829,4
15,5	0,9	2378,5	1513,14	1134,85	862,5
16	0,925	2369	1591,98	1193,99	895,5
16,5	0,95	2364	1675,65	1256,74	930
17	0,975	2349,5	1754,18	1315,64	960,4
17,5	1	2339,5	1837,44	1378,08	992,2
18	1,025	2329,5	1922,21	1441,66	1024
18,5	1,05	2320	2008,89	1506,67	1055
19	1,075	2310,5	2097,07	1572,8	1101
19,5	1,1	2310,5	2195,74	1646,81	1153
20	1,125	2300,5	2286,74	1715,06	1201
20,5	1,15	2300,5	2389,50	1792,13	1254
21	1,175	2280,5	2472,84	1854,63	1298
21,5	1,2	2280,5	2579,18	1934,39	1354
22	1,225	2271	2676,57	2007,43	1405
22,5	1,25	2261,5	2775,28	2081,46	1457
23	1,3	2246,5	2981,83	2236,37	1565
23,5	1,35	2232	3194,86	2396,14	1677
24	1,4	2217	3412,81	2559,6	1792
24,5	1,45	2207,5	3645,24	2733,93	1914
25	1,5	2192,5	3874,47	2905,85	2034
25,5	1,55	2168	4090,84	3068,13	2148
26	1,6	2158	4338,92	3254,19	2278
27	1,7	2133,5	4842,62	3631,96	2542

TYPE 0

Poids spécifique moyen (ρ moyen) = 7,81 gr/cm³
Module élastique (E) = 202 Gpa

N°	Ø (mm)	Rm / mm ²	Rm	CRP- 25 %	Re
12	0,725	2179	899,5	674,659	560
12,5	0,75	2163	955,6	716,688	587,7
13	0,775	2147	1013	759,603	615,3
13,5	0,8	2131	1071	803,368	642,7
14	0,825	2115	1131	847,948	669,9
14,5	0,85	2099	1191	893,308	696,8
15	0,875	2083	1253	939,413	723,3
15,5	0,9	2067	1315	986,226	749,5
16	0,925	2051	1378	1033,71	775,3
16,5	0,95	2035	1442	1081,84	800,6
17	0,975	2019	1507	1130,57	825,3
17,5	1	2003	1573	1179,86	849,5
18	1,025	1987	1640	1229,69	873,1
18,5	1,05	1971	1707	1280,02	896
19	1,075	1955	1774	1330,81	931,6
19,5	1,1	1939	1843	1382,02	967,4
20	1,125	1923	1911	1433,62	1004
20,5	1,15	1907	1981	1485,59	1040
21	1,175	1891	2050	1537,87	1077
21,5	1,2	1875	2121	1590,43	1113
22	1,225	1859	2191	1643,25	1150
22,5	1,25	1843	2262	1696,28	1187
23	1,3	1827	2425	1818,76	1273
23,5	1,35	1811	2592	1944,18	1361
24	1,4	1795	2763	2072,39	1451
24,5	1,45	1779	2938	2203,25	1542
25	1,5	1763	3115	2336,61	1636
25,5	1,55	1747	3296	2472,34	1731
26	1,6	1731	3480	2610,29	1827
27	1,7	1715	3893	2919,53	2044

TYPE 1

Poids spécifique moyen (ρ moyen) = 7,85 gr/cm³
 Module élastique (E) = 202 Gpa

N°	Ø (mm)	Rm / mm ²	Rm	CRP- 25 %	Re
9	0,575	1920	498,6	373,928	299,14
9,5	0,6	1900	537,2	402,909	322,33
10	0,625	1880	576,8	432,583	341,74
10,5	0,65	1860	617,2	462,904	365,69
11	0,675	1840	658,4	493,829	385,19
11,5	0,7	1820	700,4	525,314	409,74
12	0,725	1800	743,1	557,314	429,13
12,5	0,75	1780	786,4	589,785	454,13
13	0,775	1760	830,2	622,683	473,24
13,5	0,8	1740	874,6	655,965	498,53
14	0,825	1720	919,4	689,584	517,19
14,5	0,85	1700	964,7	723,499	542,62
15	0,875	1680	1010	757,664	560,67
15,5	0,9	1660	1056	792,035	586,11
16	0,925	1640	1102	826,568	603,39
16,5	0,95	1620	1148	861,219	628,69
17	0,975	1600	1195	895,943	645,08
17,5	1	1580	1241	930,697	670,10
18	1,025	1560	1287	965,436	685,46
18,5	1,05	1540	1333	1000,12	710,08
19	1,075	1520	1380	1034,69	724,29
19,5	1,1	1500	1425	1069,12	748,39
20	1,125	1480	1471	1103,36	772,35
20,5	1,15	1460	1516	1137,36	796,16
21	1,175	1440	1561	1171,09	819,76
21,5	1,2	1420	1606	1204,49	843,14
22	1,225	1400	1650	1237,52	866,26
22,5	1,25	1380	1694	1270,14	889,10
23	1,3	1360	1805	1353,87	947,71
23,5	1,35	1340	1918	1438,55	1006,98
24	1,4	1320	2032	1523,99	1066,79
24,5	1,45	1300	2147	1610,02	1127,01
25	1,5	1280	2262	1696,46	1187,52
25,5	1,55	1260	2378	1783,14	1248,20
26	1,6	1240	2493	1869,88	1308,91

TYPE 2

Poids spécifique moyen (ρ moyen) = 7,82 gr/cm³
 Module élastique (E) = 202 Gpa

N°	Ø	Rm / mm ²	Rm	CRP- 15 %	Re
5	0,4	1479,20	185,88	158,00	121,66
5,5	0,425	1467,87	208,24	177,00	136,29
6	0,45	1457,24	231,76	197,00	151,69
6,5	0,475	1440,67	255,29	217,00	167,09
7	0,5	1426,03	280	238,00	183,26
8	0,525	1418,45	307,06	261,00	200,97
8,5	0,55	1401,37	332,94	283,00	217,91
9	0,575	1390,89	361,18	307,00	233,32
9,5	0,6	1377,26	389,41	331,00	251,56
10	0,625	1365,15	418,82	356,00	267,00
10,5	0,65	1350,79	448,24	381,00	285,75
11	0,675	1338,07	478,82	407,00	301,18
11,5	0,7	1323,68	509,41	433,00	320,42
12	0,725	1310,91	541,18	460,00	335,80
12,5	0,75	1299,54	574,12	488,00	356,24
13	0,775	1286,88	607,06	516,00	371,52
13,5	0,8	1273,24	640	544,00	391,68
14	0,825	1261,07	674,12	573,00	406,83
14,5	0,85	1246,03	707,06	601,00	426,71
15	0,875	1234,54	742,35	631,00	441,70
15,5	0,9	1220,53	776,47	660,00	462,00
16	0,925	1207,97	811,76	690,00	483,00
16,5	0,95	1195,02	847,06	720,00	504,00
17	0,975	1181,80	882,35	750,00	525,00
17,5	1	1168,38	917,65	780,00	546,00
18	1,025	1156,28	954,12	811,00	567,70
18,5	1,05	1142,64	989,41	841,00	588,70
19	1,075	1130,29	1025,9	872,00	610,40
19,5	1,1	1116,64	1061,2	902,00	631,40
20	1,125	1104,25	1097,6	933,00	653,10
20,5	1,15	1090,74	1132,9	963,00	674,10
21	1,175	1078,45	1169,4	994,00	695,80
21,5	1,2	1065,19	1204,7	1024,00	716,80
22	1,225	1052,11	1240	1054,00	737,80
22,5	1,25	1039,20	1275,3	1084,00	758,80
23	1,3	1026,39	1362,4	1158,00	810,60

Rm = Résistance mécanique
 CRP = Charge de Rupture Pratique
 Re = Limite élastique



S.P.C.P. sarl

32 rue du Sabotier
 Hameau de Coquin
 89140 VILLETHIERRY
 France

Tél : +33(0)3 86 66 11 81

Email : info@stephenpaulello.com

www.stephenpaulello.com

RCS Sens 491 993 911
 SIRET : 491 993 911 00016
 TVA intracom : FR63491993911