

F	04.06.2003	5 - 13,16,29	Ajouté le câble porteur rn CuMg (point 2.8)	LP Vér.:JCC ing PAINDAVOINE	
E	28.03.2000	4,5,8	Ajouté conditions techniques Q1	MB Vér.:JCC ing Bt DE CONINCK	Paraphé
D	24.10.1996	4,5,8 à 13,28	Ajouté le fil de contact en CuMg à 0,5%	MB Vér.:JCC ing Bt DE CONINCK	Paraphé
B	09.01.1996	9,21,22,28	Suppression du câble feeder de 94 mm²	MB Vér.:JCC ing MORLOT	Paraphé
B	27.11.1995	Toutes	Révision du document	MB Vér.:JCC ing MORLOT	Paraphé
A	27.01.1995	9	Rectifié le numéro des plans	MB Vér.:JCC ing MORLOT	Paraphé
--	--	--	Annule et remplace la spécification technique SNCB 232 1106 06 édition 03.93		
Ind.	Date	Feuille	Modification		Paraphes

Lignes de contact en 3 kV- et 25 kV~

Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre

Dessiné :	Vérifié : le chb des	Dressé : l'ing	Proposé : l'ir p	Approuvé : l'ir c	
Signé	Signé	Signé	Signé	Signé	
08.11.1994 M. BULPA	08.11.1994 J-C. COLMANT	08.11.1994 P. MORLOT	08.11.1994 J-L. LOGEOT	08.11.1994 P. BAEKELANDT	

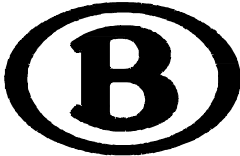
<table border="1"> <tr> <th colspan="4">Indice</th> </tr> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>E</td> <td>F</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Indice				A	B	C	D	E	F								I. 405	420.005
	Indice																		
	A	B	C	D															
	E	F																	
Feuille: 1 / 29		Texte français																	

Table des matières

1. DISPOSITIONS GÉNÉRALES.....	4
1.1 Objet de la spécification.....	4
1.2 Conditions techniques générales.....	4
1.3 Tourets.....	4
1.3.1 Dimensions et exécution.....	4
1.3.2 Enroulement.....	5
1.3.3 Emballage.....	5
1.3.4 Marquage.....	5
1.3.5 Immobilisation des tourets.....	6
1.4 Prescriptions générales relatives aux opérations de réception en usine.....	6
1.4.1 Matériel et outillage à fournir.....	6
1.4.2 Importance des prélèvements.....	7
1.4.3 Mode de prélèvements et marquage des éprouvettes.....	7
1.4.4 Opération de contrôle.....	7
1.4.5 Interprétation des résultats.....	8
1.4.6 Fourniture en rouleaux et en fils redressés.....	8
1.5 Expédition.....	8
2. CONDITIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES.....	9
2.1 Classification.....	9
2.2 Fils de contact rainurés.....	9
2.2.1 Généralités.....	9
2.2.2 Caractéristiques.....	9
2.2.3 Examen et contrôle des dimensions.....	11
2.2.4 Mesures.....	12
2.2.5 Essais mécaniques.....	13
2.3 Câbles en bronze.....	15
2.3.1 Généralités.....	15
2.3.2 Caractéristiques.....	15
2.3.3 Examen et contrôle des dimensions.....	16
2.3.4 Mesures.....	16
2.3.5 Essais mécaniques.....	18
2.4 Fils ronds en cuivre au cadmium.....	18
2.4.1 Généralités.....	18
2.4.2 Caractéristiques.....	19
2.4.3 Examen et contrôle des dimensions.....	19
2.4.4 Mesures.....	20
2.4.5 Essais mécaniques.....	20
2.5 Câbles en cuivre électrolytique.....	21
2.5.1 Généralités.....	21
2.5.2 Caractéristiques des câbles de feeder et connexions.....	21
2.5.3 Examen et contrôle des dimensions.....	22
2.5.4 Mesures.....	23
2.5.5 Essais mécaniques.....	23
2.5.6 Caractéristiques du câble pendule de 16 mm ²	24
2.5.7 Examen et contrôle des dimensions.....	24
2.5.8 Modalités de fournitures.....	24
2.6 Câbles en bronze téléphonique.....	25
2.6.1 Généralités.....	25
2.6.2 Caractéristiques du câble pendule de 10 mm ²	25
2.6.3 Examen et contrôle des dimensions.....	25
2.6.4 Modalités de fournitures.....	26
2.6.5 Caractéristiques du câble pendule de 12 mm ²	26

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 2

2.6.6	Examen et contrôle des dimensions	26
2.6.7	Modalités de fournitures.....	26
2.7	Fil en cuivre électrolytique.....	27
2.7.1	Généralités.....	27
2.7.2	Caractéristiques du fil pendule de 28 mm ²	27
2.7.3	Examen et contrôle des dimensions	27
2.7.4	Modalités de fournitures.....	27
2.8	Câble porteur en cuivre au magnésium.....	28
2.8.1	Caractéristiques.....	28
2.8.2	Essais mécaniques.....	28

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 3

1. DISPOSITIONS GENERALES.

1.1 Objet de la spécification.

La présente spécification détermine les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les fils et câbles en cuivre ou alliages de cuivre entrant dans la constitution des lignes de traction électrique.

La qualification préalable du fabricant suivant la spécification technique SNCB Q1 (Système de qualification d'un fournisseur) est demandée.

Les firmes qui ont livré régulièrement ces produits sont qualifiées d'office.

1.2 Conditions techniques générales.

Les conditions techniques reprises ci-après ont trait à la fourniture de "Fils et câbles en Cu ou alliages de Cu". Les caractéristiques ainsi que la composition et la constitution des différents fils et câbles utilisés dans les équipements caténaux découlent des normes ou projets de normes suivantes:

pr EN 50 149
NFC 34-110
DIN 48201
DIN 48203
Q1 SNCB

1.3 Tourets.

1.3.1 Dimensions et exécution

Sauf spécification contraire ci-après, les fils ou câbles seront enroulés sur des tourets en bois conformes au plan n° 405.045.

Les tourets, solides et exécutés en bois de bonne qualité, bien sec et sans défaut, seront renforcés sur les flasques par de fortes tôles d'acier percées au centre d'un trou permettant un montage solide sur l'axe des dévidoirs, et de deux autres trous pour les broches de poulies-frein; ce forage est défini au plan n° 405.045 joint, aux présentes conditions techniques; il devra obligatoirement être respecté.

Les tiges et écrous des boulons d'assemblage du touret ne pourront pas dépasser le rebord de la bobine, le cas échéant ils seront masqués par une tôle de façon à ne pas pouvoir accrocher les montants du chevalet pendant la rotation du touret.

De toute manière, la tige ne peut dépasser l'écrou de plus de 5 mm.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 4

Les joues des tourets auront un diamètre tel qu'ils puissent rouler sur le sol sans que l'emballage des conducteurs ne vienne en contact avec le sol. La distance à observer entre la dernière couche du conducteur et le bord des bobines sera de 60 mm.

1.3.2 Enroulement.

L'enroulement des conducteurs sur les bobines devra être fait avec le plus grand soin, et par couches bien superposées.

Les différentes spires d'une même couche devront être juxtaposées sans intervalle mais sans être exagérément serrées de façon à permettre un déroulage facile.

Le calage de la dernière spire de chaque couche ne pourra être effectuée qu'à l'aide d'un matériau textile à l'exclusion de cales en bois.

L'extrémité du conducteur correspondant à la première couche de spires devra sortir par un trou pratiqué dans une des flasques de chaque bobine; la longueur sortie sera au moins de 25 cm; elle pourra être fixée sur la joue, au moyen de crampons. Elle ne servira pas aux essais mécaniques.

1.3.3 Emballage.

L'emballage consistera soit en douves de bois de bonne qualité recouvrant complètement la couche extérieure du conducteur et isolée de celui-ci au moyen de papier imperméabilisé, soit en tout autre matériau agréé par le CA Maintenance Infrastructure - Bureau MI.404 - section 74 - Rue de France 85, 1060 BRUXELLES.

1.3.4 Marquage.

Tous les tourets devront porter de façon très apparente les marques suivantes :

1. la raison sociale de l'adjudicataire;
2. un numéro distinctif d'immatriculation, indélébile et permanent, maintenu pendant toute la durée de vie du touret. Ce numéro sera appelé le "numéro-firme";
3. un numéro d'ordre relatif à la charge du touret. Ce numéro sera appelé le "numéro-SNCB". Ceci ne concerne que les tourets portant des fils de contact;
4. la nature et la section du conducteur.
Des marques complémentaires sont exigées pour certains fils ou câbles: mention en est faite aux différents chapitres de la présente spécification;

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 5

5. la longueur en mètres du conducteur;
6. la tare;
7. le poids brut;
8. la date d'expédition.

Les renseignements définis aux postes 3 à 8 devront être indiqués de façon à rester lisibles jusqu'au renvoi des tourets et devront être effacés lors d'une réutilisation ultérieure de ces tourets.

Remarques importantes :

- a) Le numéro-firme et le numéro-SNCB éventuel devront obligatoirement figurer sur tous les documents tels que bordereaux d'expédition, factures, notes de crédits, etc...
- b) Seul, le numéro-firme servira de base aux écritures comptables ainsi qu'aux litiges éventuels pouvant survenir au sujet des tourets.
- c) Pour les conducteurs qui sont à expédier en rouleaux (fil en cuivre de 6 mm Ø), les indications figurant sub. 1-4-5 du point 1.3.4. du Chapitre 1 ci-avant ainsi que le poids net, figureront de façon très apparente sur une étiquette métallique ou en bois solidement fixée au paquet.

1.3.5 Immobilisation des tourets

Le prix des tourets doit être inclus dans le prix des différents fils ou câbles.

L'adjudicataire s'engage à reprendre ces tourets après utilisation.

Si l'adjudicataire ne respecte pas son engagement, les tourets seront détruits sur place à ses frais.

1.4 Prescriptions générales relatives aux opérations de réception en usine.

Tout fil ou câble repris sur touret ou rouleau refusé sera considéré comme non présenté à la réception.

1.4.1 Matériel et outillage à fournir.

L'adjudicataire devra posséder et mettre à la disposition des réceptionnaires le matériel nécessaire pour permettre le déroulement éventuel des conducteurs afin de pouvoir examiner ceux-ci sur toute leur longueur et procéder aux vérifications énumérées ci-après.

Le réenroulement sera exécuté comme spécifié au chapitre 1 (point 1.3.2.) pour le 1er enroulement.

L'adjudicataire mettra aussi à la disposition des réceptionnaires le personnel nécessaire pour que cette opération soit faite sans perte de temps.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 6

Il pourra être procédé au déroulement de 3 % des tourets, au choix du réceptionnaire, avec minimum de 2 tourets par tranche présentée.

Chaque touret rebuté provoquera toutefois le déroulement de deux tourets supplémentaires.

L'adjudicataire fournira également tous les instruments de mesure, outils et appareillage nécessaires pour effectuer les opérations de contrôle détaillées ci-après et, notamment le comparateur pour la vérification du profil du fil rainuré.

1.4.2 Importance des prélèvements.

Les déterminations, mesures et essais s'effectueront par prélèvement, à l'extrémité de chaque touret ou rouleau, d'une longueur suffisante de fil ou câble; cette longueur ne sera pas facturée par l'adjudicataire et il n'en sera pas tenu compte pour la mesure de la longueur et du poids du conducteur à mentionner au bordereau de l'expédition et à inscrire sur le touret ou rouleau (point 1.3.4.) du chapitre 1 des présentes spécifications techniques.

1.4.3 Mode de prélèvements et marquage des éprouvettes

Les morceaux de conducteur devant servir aux essais seront coupés à froid et dressés à froid au maillet sur une surface plane, en présence de l'agent réceptionnaire.

Les éprouvettes ainsi constituées seront repérées sous le contrôle du même agent.

1.4.4 Opération de contrôle.

Les conducteurs seront présentés complètement usinés et enroulés sur tourets ou en rouleaux, suivant le cas.

Les opérations de contrôle comporteront, pour chaque fil ou câble sur touret :

1° Examen et contrôle des dimensions (pour les tourets déroulés) :

- Etat de la surface;
- Examen des soudures éventuelles;
- Dimensions.

2° Mesures (pour tous les tourets) :

- Poids par unité de longueur;
- Section;
- Résistivité;
- Composition chimique.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 7

3° Essais mécaniques (pour tous les tourets) :

- Traction;
- Pliage;
- Torsion;
- Enroulement en hélice.

1.4.5 *Interprétation des résultats.*

Si l'une des opérations de contrôle effectuées sur le conducteur d'un touret ne satisfait pas aux conditions imposées, le conducteur sera rebuté.

En outre, si deux tourets ou plus d'une même tranche ont été rebutés pour l'une des opérations de contrôle effectuées lors du déroulement, la tranche entière sera rebutée.

1.4.6 *Fourniture en rouleaux et en fils redressés.*

Les opérations de réception se feront par prélèvement sur 10 % au maximum des quantités présentées avec minimum d'un rouleau ou d'une longueur redressée par tranche.

Chaque prélèvement rebuté donnera lieu à deux prélèvements supplémentaires.

1.5 **Expédition.**

L'expédition des tourets, rouleaux ou des fils en longueurs redressés se fera, soit par la route, ou soit par le chemin de fer. En cas d'expédition par route, l'adjudicataire assurera le déchargement au lieu de destination.

Les formalités administratives seront, identiques à celles décrites ci-après pour l'expédition par chemin de fer.

Le jour du chargement sur wagon, l'adjudicataire enverra, en triple exemplaire, à l'entrepreneur de montage de la ligne caténaire, un bordereau d'expédition mentionnant les numéros des wagons, les numéros du marché et du lot du matériel expédié, les numéros distinctifs des tourets proprement dits (numéros-firme). Les numéros d'ordre éventuels correspondant aux charges des tourets ou rouleaux, (numéros SNCB), la nature, la longueur et le poids de fil ou de câble de chacun d'eux, la gare de destination.

Il en adressera copie à la SNCB, CS Achats, Bureau AC.204 Groupe A section 72 - Rue de France 85 à 1060 Bruxelles. Le déchargement ainsi que la mise à pied d'oeuvre seront assurés par le destinataire.

Le cas échéant, deux des exemplaires du bordereau d'expédition dûment revêtus de la formule d'acceptation et signés par le destinataire tiendront lieu de procès-verbal de prise en charge et seront renvoyés au fournisseur.

Un de ces exemplaires sera joint à la facture à titre de pièce justificative.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		

B

I. 405

420.005

Feuille 8

2. CONDITIONS TECHNIQUES PARTICULIERES.

2.1 Classification.

Les présentes conditions techniques se rapportent à la fourniture du matériel suivant :

- Fils de contact rainurés de 100 mm² (SNCB), de 107 mm², 120 mm² et 150 mm² (EN) de section en cuivre électrolytique, en cuivre à l'argent ou en cuivre au magnésium.
- Câble en bronze au cadmium de 94,13 mm² de section et câble en bronze de 65,49 mm² de section.
- Fils ronds en cuivre au cadmium de 103,87 mm² et 72,08 mm² de section.
- Câbles en cuivre électrolytique de 185, 95, 48 mm² et 16 mm² de section.
- Câbles en bronze téléphonique de 10 mm² et 12 mm² de section.
- Fil en cuivre électrolytique de 6 mm de diamètre.

N.B. : voir tableau des caractéristiques techniques en page 29.

2.2 Fils de contact rainurés.

2.2.1 Généralités.

Deux familles de fil de contact sont utilisées à la SNCB.

La première comprend le fil de contact de 100 mm² SNCB, la seconde comprend les fils de contact au profil circulaire avec méplat selon le projet de norme européenne EN 50149.

2.2.2 Caractéristiques.

a) Profil et section.

Le profil de la section des différents fils de contact est repris aux plans suivants :

N° du plan	Section nominale et type de fil	N° de nomenclature		
		Cu E	Cu Ag	Cu Mg
426.015	100 mm ² "SNCB"	37.007.002	37.007.003	-
426.016	107 mm ² "EN"	37.157.001	37.157.005	-
426.017	120 mm ² "EN"	-	37.157.003	-
426.018	150 mm ² "EN"	-	37.157.002	37.157.004

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice

A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 9

b) Composition.

Les caractéristiques ainsi que la composition et la constitution des différents fils de contact sont reprises dans le projet de norme EN 50149.

Le fil de contact sera, soit en cuivre électrolytique, soit en alliage de cuivre à l'argent à 0,1 %, soit en alliage de cuivre au magnésium à 0,5%.

c) Longueurs livrées par touret.

La longueur moyenne du fil par touret sera de l'ordre de 1 500 m.

Toutefois, les longueurs exactes qui seront indiquées à l'adjudicataire dans les commandes partielles pourront varier entre 500 et 1800 m.

Remarque:

Le fil de contact est également commandé en longueurs de 7 m redressé et rectifié.

Opération de contrôle: identique au point 1.4.4.

Section, composition et type de fil	N° de nomenclature
100 mm ² Cu E "SNCB"	37.007.076
100 mm ² Cu Ag "SNCB"	37.007.075
107 mm ² Cu E "EN"	37.007.077
120 mm ² Cu Ag "EN"	37.007.078
150 mm ² Cu Ag "EN"	37.007.079
150 mm ² Cu Mg "EN"	37.007.081
107 mm ² CuAg « EN »	37.007.082

d) Soudures.

Les soudures devront être faites sur les ébauches. Elles seront réalisées soit électriquement en bout soit par forgeage à chaud. Contrairement au projet de norme EN 50149 et à la norme NFC 34-110, le brasage est strictement interdit.

La distance entre deux soudures consécutives doit être telle qu'une masse d'au moins 100 kg les sépare.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 10

e) Rabotage.

Le rabotage systématique des surfaces avant étirage est obligatoire.

f) Enroulement sur les tourets.

En complément aux dispositions générales précitées, il est prescrit, pour le fil de contact rainuré, de procéder à l'enroulement de façon que la partie du profil correspondant à la tête serrée entre les griffes de suspension se trouve à l'extérieur des couches.

En outre, toute torsion devra être rigoureusement évitée pendant l'enroulement et pendant le réenroulement.

On veillera spécialement à ne pas coincer les premières et les dernières spires de chaque couche contre les flasques des bobines, ce qui provoque des difficultés lors du déroulage.

g) Marques.

Les tourets de fil de contact type SNCB en Cu E sont repérés par une étiquette barrée par deux diagonales de couleur rouge.

Les tourets de fil de contact type EN sont repérés de la façon suivante:

- fil de contact 107 mm² en Cu E: une étiquette barrée par une diagonale de couleur rouge;
- fil de contact 120 mm² en Cu Ag: une étiquette barrée par une diagonale de couleur verte;
- fil de contact 150 mm² en Cu Ag: une étiquette barrée par deux diagonales de couleur verte;
- fil de contact 150 mm² en Cu Mg: une étiquette barrée par deux diagonales de couleur bleue avec indication "Cu Mg".

2.2.3 Examen et contrôle des dimensions.

a) Etat de la surface.

La surface du fil devra être unie, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Exécution des soudures.

Il sera procédé à l'examen du mode d'exécution des soudures et au contrôle de leur longueur et de la distance entre deux soudures consécutives.

c) Vérification des profils.

Le profil devra être constant et conforme aux plans joints à la présente.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 11

Le profil sera contrôlé au moyen d'un comparateur agréé par la SNCB pour les dimensions de la rainure et au moyen de palmers ordinaires pour les autres dimensions. Les arrondis de la tête et de la base du fil seront vérifiés à l'aide de calibres appropriés.

On contrôlera tout particulièrement l'exactitude des angles des rainures.

Cette opération est à faire sur tous les tourets même non enroulés.

La tolérance sur la section nominale des profils sera de $\pm 3 \%$.

d) Vérification de la longueur.

La longueur sera vérifiée pendant le déroulement.

Sur la longueur prescrite pour chaque touret, il ne sera accordé aucune tolérance en moins; la tolérance en plus sera de 2 % maximum par touret.

2.2.4 Mesures.

a) Poids par unité de longueur et section.

La détermination du poids par unité de longueur sera effectuée par pesée à moins de 0,01 gr près, d'un tronçon de fil dont la longueur, voisine de 100 mm, sera mesurée à moins de 0,02 mm près à l'aide d'un micromètre.

La mesure devra être faite à une température d'environ 20°C.

"L" étant la longueur mesurée en mm et "p" le poids constaté en gramme, le poids du fil par mètre de longueur "P" en gr/m sera pris égal à :

$$P = \frac{1000 p}{L}$$

La masse spécifique du métal (CuE - Cu Ag - Cu Mg à 20°C) étant supposée égale à 8,9 kg/dm³ la section admise "S" en mm² pour le fil sera :

$$S = \frac{P}{8,9}$$

La section ainsi déterminée ne pourra différer de plus ou moins 3 % de la section nominale.

b) Résistivité.

La mesure de la résistivité sera faite conformément à la norme CEI 468.

Elle sera effectuée sur une éprouvette d'une longueur de 1 mètre.

Ramenée à 20° C, la résistivité, tant aux soudures qu'en plein fil, ne pourra pas être supérieure à la valeur reprise au tableau des caractéristiques techniques en page 29.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 12

2.2.5 Essais mécaniques.

a) Essais de traction.

A. Méthode : d'après la norme EN 10002-1.

B. Epreuve :

1) Nature :

l'éprouvette sera constituée par un tronçon de fil n'ayant subi aucune autre opération que le dressage dont il est fait mention au chapitre 1 (point 1.4.3).

2) Section :

la section sera constante et égale à celle du fil correspondant. Sa valeur sera déterminée comme prescrit au chapitre 2 (point 2.2.4 - a).

3) Longueur :

la partie de l'éprouvette entre les mors de la machine d'essai aura une longueur d'au moins 200 mm; dans sa partie utile elle portera des repères de 1 cm .

4) Remarques :

- l'allongement dû à la rupture sera mesuré entre 2 repères sensiblement équidistants de cette rupture et distants entre eux de 10 cm.
- la rupture devra se produire franchement en dehors des mors et l'on calcule alors :
- la charge à la limite d'élasticité conventionnelle doit être au moins égale à 85 % de la charge de rupture;
- la charge de rupture en daN/mm² : (R_m);
- l'allongement en % à la rupture : (A).

Les valeurs minimales ci-après sont imposées, même si le contrôle est effectué au droit d'une soudure.

	Cu-E	Cu-Ag	Cu-Mg
R_{p0,2}	30,2 daN/mm²	30 daN/mm²	39,1 daN/mm²
R_m	35,5 daN/mm²	35 daN/mm²	46 daN/mm²
A	3 %	3 %	3 %

NB: A (allongement): 10 % max.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		

(B)

I. 405

420.005

Feuille 13

b) Essai de pliage.

Cet essai sera exécuté suivant les prescriptions de la norme ISO 7801.

Pour des diamètres "d" du fil compris entre 10 à 14 mm, il y a lieu de compléter le tableau 2 de la présente norme avec les valeurs suivantes:

- Rayon du support cylindrique $r = 30$ mm;
- Distance $h = 150$ mm;
- Diamètre du trou de guidage $d_g = 11$ et 15 mm.

L'éprouvette devra supporter 6 demi pliages sans se rompre.

c) Essai de torsion.

Cet essai sera exécuté sur éprouvette constituée par un morceau de fil ayant une longueur de 250 mm entre les mors de la machine de torsion.

L'un des mors restant fixe, il sera imprimé à l'autre mors un mouvement de rotation continu autour de l'axe du fil.

L'éprouvette devra supporter une torsion de 7 tours sans présenter de trace de crique. La vitesse de torsion ne peut excéder 10 tours par minute.

Après constatation du résultat satisfaisant de cet essai, le mouvement de rotation du mors mobile sera repris et continué jusqu'à la rupture du fil.

Le fil devra se tordre régulièrement et ne pas présenter de défauts.

d) Enroulement en hélice.

Pour cet essai, des éprouvettes constituées par un tronçon de longueur suffisante de fil seront enroulés à spires jointives sur un noyau constitué par un morceau du même fil (6 spires minimum).

Après enroulement, on ne devra relever aucune trace de fissures.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 14

2.3 Câbles en bronze.

2.3.1 Généralités.

Les câbles en bronze peuvent être utilisés dans les différents types d'équipement des lignes caténaire. On distingue deux types de câble:

- câble A: porteur principal pour la caténaire 3 kV;
- câble B: porteur pour la caténaire 25 kV.

2.3.2 Caractéristiques.

a) Section et constitution.

Désignation	Câble A	Câble B
Section nominale	94,13 mm ²	65,49 mm ²
Diamètre ext.	12,6 mm	10,5 mm
Constitution	37 fils de 18/10 mm de Ø	37 fils de 15/10 mm de Ø
N° de nomenclature	37.007.015	37.157.006

Le pas de l'hélice sera sensiblement constant sur toute la longueur du câble et sera au maximum égal, pour chaque couche, à 14 fois le diamètre du câble.

Les câblages de 2 couches superposées seront de sens inverse, la couche extérieure câblée avec pas à gauche.

Les couches de fils seront bien serrées. La dernière notamment, ne pourra en aucun cas se dérouler, afin de garantir une pose aisée des manchons pour porteur principal.

b) Composition.

Les câbles seront fabriqués en bronze au cadmium (câble A) et en bronze à 60 % de conductibilité (câble B - voir norme NFC 34.110).

c) Longueur livrée par touret.

La longueur maximale par touret sera de 2 100 m. La plus petite longueur livrée sur touret ne sera pas inférieure à 400 m.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 15

d) Soudures.

Les soudures sur fils constitutifs seront autant que possible évitées et, en tous cas, réparties de manière que sur une longueur de 10 fois le pas du câblage, il ne se trouve pas plus d'une soudure.

e) Marques.

Les tourets de câble porteur de section 65 mm² sont repérés par une étiquette barrée par une diagonale de couleur bleue avec l'indication "P.65²".

2.3.3 Examen et contrôle des dimensions.

a) Surface du câble et des fils.

Le câble devra avoir un aspect de fini absolument irréprochable.

Les fils élémentaires seront très réguliers et bien lisses, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Soudures.

Il sera procédé à l'examen du mode d'exécution des soudures éventuelles, de leur répartition et de la distance entre les soudures des différents fils.

c) Vérification de la longueur.

La longueur sera contrôlée lors du déroulement.

2.3.4 Mesures.

a) Poids par unité de longueur et section.

Le poids par unité de longueur sera déterminé par une méthode analogue à celle décrite au chapitre 2 (point 2.2.4-a).

La section nominale sera vérifiée de deux façons différentes à savoir :

- par la mesure au micromètre du diamètre de chaque fil élémentaire ;
- par application de la formule suivante, établie en tenant compte du câblage qui a pour effet de donner à une section droite dans le câble une aire supérieure de 2 % à celle de la section réelle "S" du câble.

$$,02S = \frac{P}{8,9}$$

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 16

Cette formule permet de calculer la section nominale du câble:

$$S = \frac{P}{9,078} \text{ (S en mm}^2\text{)}$$

La longueur de l'éprouvette sera approximativement de 1 m.

b) Tolérances sur le poids et la section.

Les tolérances sur le diamètre de 1,8 mm ou 1,5 mm des fils élémentaires sont :

0,05 mm en plus, rien en moins.

Néanmoins, la section réelle du câble, résultant de l'application de l'une ou l'autre des méthodes ci-dessus ne pourra excéder de plus de 6 % la section nominale de 94,13 mm² ou 65,49 mm² soit 99,77 mm² ou 69,42 mm²; aucune tolérance en moins ne sera admise.

Les tolérances sur le poids sont également de 0 % en moins, 6 % en plus.

La tolérance sur le diamètre extérieur des câbles sera de 0 % en moins, et 2,5 % en plus.

c) Résistivité.

La résistivité du câble sera mesurée comme spécifiée au chapitre 2 (point 2.2.4.b).

Ramenée à 20°C, elle ne pourra être supérieure à 0,02463 ohm/mm² par mètre (câble A), et à 0,03019 ohm/mm² par mètre (câble B).

d) Composition chimique.

Cette analyse aura pour but de vérifier les garanties données par l'adjudicataire dans sa soumission pour les teneurs en cuivre et en autres constituants.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 17

2.3.5 Essais mécaniques.

a) Essai de traction.

Cet essai sera effectué sur fils élémentaires et sur câble.

Dans le premier cas, il sera exécuté suivant les prescriptions du chapitre 2 (point 2.2.5.a).

Les valeurs minimales ci-après devront être constatées :

	Sur fils élémentaires avant câblage			Sur câble		
	Câble A	Câble B	unité	Câble A	Câble B	unité
R _{p0,2}	55,3	61,2	daN/mm ²	Charge de rupture au moins égale à :		
R _m	65	72	daN/mm ²	5540	4220	daN
A	1,3	1,3	%			

Les fournisseurs veilleront à ce que la résistance à la rupture du câble ne dépasse pas exagérément la valeur indiquée.

b) Essai de pliage.

Cet essai sera effectué sur les fils élémentaires extraits du câble et dans des conditions analogues à celles prescrites au chapitre 2 (point 2.2.5.b) sauf que les flexions seront poursuivies de façon ininterrompue jusqu'à rupture du fil. Chaque éprouvette devra résister à au moins 12 demi pliages (câble A), 10 demi pliages (câble B) (voir norme NFC 34.110).

c) Remarque.

Il ne sera pas effectué d'essai de torsion ni d'essai d'enroulement en hélice.

2.4 Fils ronds en cuivre au cadmium.

2.4.1 Généralités.

Les fils en Cu Cd peuvent être utilisés dans les différents types d'équipement des lignes caténares. On distingue deux types de fil:

- 1) un fil porteur auxiliaire de 104 mm² de section (P.A. 104²);
- 2) un fil porteur auxiliaire de 72 mm² de section (P.a. 72²).

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 18

2.4.2 Caractéristiques.

a) Section.

Désignation	P.A. 104 mm ²	P.a. 72 mm ²
Section nominale	103,87 mm ²	72,08 mm ²
ø ext.	11,5 mm	9,58 mm
N° nomenclature	37.007.010	37.007.005

b) Composition.

Le fil sera fabriqué en cuivre au cadmium selon la norme DIN 17666.

c) Longueurs livrées par touret.

La longueur maximale par touret sera de 1800 m.

Remarque:

Les fils sont également commandés en longueurs de 7 m (fil de 103,87 mm²) et en longueur de 3 m (fil de 72,08 mm²) redressé et rectifié.

Opération de contrôle: identique au point 1.4.4.

Désignation	P.A. 104 mm ²	P.a. 72 mm ²
N° de nomenclature	37.007.080	37.006.745

d) Soudures.

Les diverses prescriptions du chapitre 2 (point 2.2.2.d) sont applicables à la fabrication du fil rond.

2.4.3 Examen et contrôle des dimensions

Les prescriptions du chapitre 2 (point 2.2.3.) seront appliquées lors de l'examen du fil rond, moyennant la modification ci-après.

Vérification des dimensions :

La vérification consistera dans la mesure du diamètre au moyen d'un micromètre. Le diamètre réel du fil ne pourra différer du diamètre théorique que de + ou - 2 % soit 11,73 à 11,27 mm, pour le fil de 103,87 mm² et 9,77 à 9,38 mm pour le fil de 72,08 mm².

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 19

2.4.4 Mesures.

a) Poids par unité de longueur et section.

Les stipulations du chapitre 2 (point 2.2.4.a) sont applicables au fil rond, moyennant la modification ci-après.

La masse spécifique du Cu Cd étant égale à 8,945 kg/dm³, la section admise "S" en mm² pour le fil sera:
S = Error!

La section ainsi déterminée ne pourra différer de ± 4 % de la section nominale.

b) Résistivité.

La résistivité mesurée comme indiqué au chapitre 2 (point 2.2.4.b), et ramenée à 20° ne pourra pas, tant aux soudures qu'en plein fil, être supérieure à 0,02005 ohm/mm² par mètre.

c) Composition chimique.

Cette analyse aura pour but de vérifier les garanties données par l'adjudicataire dans sa soumission pour les teneurs en cuivre et en autres constituants.

2.4.5 Essais mécaniques.

a) Essais de traction.

Cet essai sera effectué comme prescrit au chapitre 2 (point 2.2.5.a).

Les valeurs minimales ci-après devront être respectées :

	<u>En plein fil</u>	<u>A l'endroit d'une soudure</u>
Rp0,2	35 daN/mm ²	33 daN/mm ²
Rm	41 daN/mm ²	39 daN/mm ²
A	5 %	4 %

b) Essai de pliage.

L'exécution de cet essai se fera comme indiqué au chapitre 2 (point 2.2.5.b).

L'éprouvette devra supporter 8 demi pliages sans se rompre.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 20

c) Essai de torsion.

Les prescriptions à appliquer sont celles du chapitre 2 (point 2.2.5.c).

L'éprouvette devra supporter une torsion de 25 tours sans trace de crique.

d) Enroulement en hélice.

Les conditions sont celles du chapitre 2 (point 2.2.5.d).

2.5 Câbles en cuivre électrolytique.

2.5.1 Généralités.

Les câbles en Cu E purs peuvent être utilisés dans les différents types d'équipement des lignes caténares. On distingue:

- un câble feeder semi souple de 185 mm² de section pour la caténaire 25 kV;
- un câble feeder semi souple de 95 mm² de section pour la caténaire 3 kV et 25 kV;
- un câble de 48 mm² de section pour connexions mécaniques de la caténaire 3 kV;
- un câble pendule de 16 mm² de section pour les caténaires 3 et 25 kV.

2.5.2 Caractéristiques des câbles de feeder et connexions.

a) Section et constitution.

Désignation	Feeder semi souple de 185 mm ²	Feeder semi souple de 95 mm ²	Câble de 48 mm ²
Section nominale	181,62 mm ²	94,13 mm ²	48,34 mm ²
∅ ext.	17,5 mm	12,6 mm	9 mm
Constitution	37 x 2,5 de ∅	37 x 1,8 de ∅	19 x 1,8 de ∅
N° nomenclature	37.157.021	37.007.020	37.007.025

Le pas de l'hélice sera sensiblement constant sur toute la longueur du câble et sera au maximum égal, pour chaque couche, à 14 fois le diamètre du câble.

Le câblage de deux couches superposées seront de sens inverses, la couche extérieure étant câblée avec pas à droite.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 21

b) Composition.

Les câbles seront fabriqués en cuivre électrolytique pur.

c) Longueur livrée par touret.

La longueur maximale par touret sera de :

- 1 500 m pour câble de 185 mm²;
- 2 000 m pour câble de 94,13 mm²;
- 3 000 m pour câble de 48,34 mm².

d) Soudures.

Les dispositions du chapitre 2 (point 2.3.2.d) seront appliquées aux câbles en cuivre électrolytique.

e) Marques.

Les tourets de câble feeder sont repérés de la façon suivante:

- câble feeder semi souple de 185 mm²: une étiquette barrée par une diagonale de couleur blanche avec l'indication "Feeder semi souple 185²";
- câble feeder de 95 mm²: une étiquette barrée par une diagonale de couleur jaune avec l'indication "Feeder".

2.5.3 Examen et contrôle des dimensions.

Les différentes prescriptions du chapitre 2 (point 2.3.3.) seront appliquées lors de la vérification des câbles en cuivre électrolytique.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 22

2.5.4 Mesures.

a) Poids par unité de longueur et section.

Les opérations et calculs se feront comme prescrit au chapitre 2 (point 2.3.4.a).

b) Tolérances sur le poids et la section.

Les conditions à observer sont celles du chapitre 2 (point 2.3.4.b).

Pour le câble de 48,34 mm², la section réelle ne pourra pas dépasser 51,24 mm². Aucune tolérance en moins ne sera admise.

c) Résistivité.

La résistivité des câbles mesurée comme spécifié au chapitre 2 (point 2.2.4.b) et ramenée à 20° C, ne pourra être supérieure à 0,017593 ohm/mm² par mètre.

2.5.5 Essais mécaniques.

a) Essai de traction.

L'essai sera effectué comme prévu au chapitre 2 (point 2.2.5.a) et devra donner les résultats minimaux suivants, sur fil élémentaire avant câblage :

Rp0,2	38,3 daN/mm ²
Rm	45 daN/mm ²
A	1,2 %

Note : Une réduction de 5 % sur la charge unitaire est admise pour les fils qui ont été câblés.

A l'endroit des soudures, s'il en existe, la résistance à la rupture sera au moins égale à 95% de celle du fil normal.

L'essai de traction ne sera pas effectué sur conducteurs câblés.

b) Essai de pliage.

Exécuté dans les conditions prescrites au chapitre 2 (point 2.3.5.b), cet essai devra permettre d'obtenir au minimum 11 demi pliages (pour le feeder 95² et le câble 48²).

Remarque : Il ne sera pas effectué d'essai de torsion ni d'essai d'enroulement en hélice.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		

B

I. 405

420.005

Feuille 23

2.5.6 *Caractéristiques du câble pendule de 16 mm².*

Section et composition:

Ce câble aura une section de 16 mm².

Il sera composé de 12 torons de 7 fils d'un diamètre de 0,50 mm.

La charge de rupture minimale de ce câble sera de 500 daN.

L'essai de traction ne sera pas effectué sur les fils élémentaires.

Ce câble sera fabriqué en cuivre électrolytique nu dur.

N° de nomenclature: 37.007.036.

Masse du câble au km : 152 kg (± 3 %)

Diamètre extérieur : 6,20 mm (± 5 %)

Il sera indétorçable; un échantillon sera joint aux soumissions dans le but d'en vérifier l'indétorçabilité.

2.5.7 *Examen et contrôle des dimensions.*

a) Surface du câble et des fils.

Le câble devra avoir un aspect de fini absolument irréprochable.

Les fils élémentaires seront très réguliers et bien lisses, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Vérification des dimensions.

La tolérance sur le diamètre des fils élémentaires sera de 2 % en plus, rien en moins.

La section réelle du câble ne pourra pas dépasser 17,18 mm².

2.5.8 *Modalités de fournitures.*

Le câble sera fourni sur petites bobines solides de 1500 m.

Les soumissionnaires indiqueront le type des bobines qu'ils comptent utiliser.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 24

2.6 Câbles en bronze téléphonique.

2.6.1 Généralités.

Les câbles en bronze téléphonique peuvent être utilisés dans les différents types d'équipement des lignes de contact.

On distingue:

- un câble pendule de 10 mm² de section pour la caténaire 3 kV;
- un câble pendule de 12 mm² de section pour la caténaire 25 kV.

2.6.2 Caractéristiques du câble pendule de 10 mm².

Section et composition:

Ce câble aura une section de 10 mm². Diamètre extérieur min.: 4,59 mm.

Il sera composé de 7 torons de 7 fils d'un diamètre de 0,51 mm.

La charge de rupture minimale de ce câble sera de 490 daN.

L'essai de traction ne sera pas effectué sur les fils élémentaires.

Ce câble sera fabriqué en bronze téléphonique.

N° de nomenclature: 37.007.035.

Il sera indétoronnable; un échantillon sera joint aux soumissions dans le but d'en vérifier l'indétoronabilité.

2.6.3 Examen et contrôle des dimensions.

a) Surface du câble et des fils.

Le câble devra avoir un aspect de fini absolument irréprochable.

Les fils élémentaires seront très réguliers et bien lisses, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Vérification des dimensions.

La tolérance sur le diamètre des fils élémentaires sera de 2 % en plus, rien en moins.

La section réelle du câble ne pourra pas dépasser 10,4 mm².

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 25

2.6.4 Modalités de fournitures

Le câble sera fourni sur petites bobines solides de 1 500 m.

Les soumissionnaires indiqueront le type des bobines qu'ils comptent utiliser.

2.6.5 Caractéristiques du câble pendule de 12 mm².

Section et composition:

Ce câble aura une section de 12 mm². Diamètre extérieur min.: 5,22 mm.

Il sera composé de 7 torons de 7 fils d'un diamètre de 0,56 mm.

La charge de rupture minimale de ce câble sera de 588 daN. L'essai de traction ne sera pas effectué sur les fils élémentaires.

Ce câble sera fabriqué en bronze téléphonique.

N° de nomenclature: 37.157.034.

Il sera indétoronnable; un échantillon sera joint aux soumissions dans le but d'en vérifier l'indétoronnabilité.

2.6.6 Examen et contrôle des dimensions.

a) Surface du câble et des fils.

Le câble devra avoir un aspect de fini absolument irréprochable.

Les fils élémentaires seront très réguliers et bien lisses, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Vérification des dimensions.

La tolérance sur le diamètre des fils élémentaires sera de 2 % en plus, rien en moins.

La section réelle du câble ne pourra pas dépasser 12,56 mm².

2.6.7 Modalités de fournitures.

Le câble sera fourni sur petites bobines solides de 1 500 m.

Les soumissionnaires indiqueront le type des bobines qu'ils comptent utiliser.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 26

2.7 Fil en cuivre électrolytique.

2.7.1 Généralités.

Le fil en Cu E est utilisé pour la fabrication de pendules rigides dans la caténaire compound.

2.7.2 Caractéristiques du fil pendule de 28 mm².

Section:

Ce fil aura une section min. de 28,26 mm².

Le fil de 6 mm de diamètre sera en cuivre électrolytique demi dur.

La charge de rupture minimale de ce fil sera de 1 008 daN.

Rp 0,2 (résistance à la traction): 30,6 daN/mm² minimum.

A : (allongement) : 5 % minimum.

N° de nomenclature: 37.007.030.

2.7.3 Examen et contrôle des dimensions.

a) Surface du fil.

La surface du fil devra être unie, sans paille, crique, arrachement ni défaut quelconque.

b) Vérification des dimensions.

La tolérance sur le diamètre du fil sera de 2 % en plus (soit 6,12 mm) rien en moins.

c) Enroulement en hélice.

Les conditions sont celles du chapitre 2 (point 2.2.5.d).

2.7.4 Modalités de fournitures.

Le fil de 6 mm sera fourni en rouleau de 500 m avec un diamètre d'enroulement de 50 cm maximum, ainsi que en longueurs de 6 m redressé et rectifié (N° nomenclature: 37.007.070).

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 27

2.8 Câble porteur en cuivre au magnésium.

2.8.1 Caractéristiques.

a) Section et constitution.

Désignation	Caractéristiques
Section nominale	95 mm ²
Diamètre extérieur	12,6 mm
Constitution	37 fils de 18/10 mm de Ø
N° de nomenclature	37.157.007

Le pas de l'hélice sera sensiblement constant sur toute la longueur du câble et sera au maximum égal, pour chaque couche, à 14 fois le diamètre du câble.

Les câblages de 2 couches superposées seront de sens inverse, la couche extérieure câblée avec pas à gauche.

Les couches de fils seront bien serrées. La dernière notamment, ne pourra en aucun cas se dérouler, afin de garantir une pose aisée des manchons pour porteur principal.

b) Composition.

Le câble sera fabriqué en cuivre au magnésium (0,5% Mg).

c) Examen et contrôle des dimensions

Identiques à ceux repris aux points 2.3.3 et 2.3.4 à l'exception de la résistivité.

La résistivité du câble sera mesurée comme spécifiée au chapitre 2 (point 2.2.4.b).

Ramenée à 20° C, elle ne pourra être supérieure à 0,030 Ω/mm²/m.

2.8.2 Essais mécaniques.

Identiques à ceux repris au point 2.3.5.

Les valeurs imposées sont reprises au tableau des caractéristiques techniques en page 29.

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 28

Lignes de contact en 3kV- et 25kV~

**Fils et câbles en cuivre
ou alliages de cuivre**

Indice			
A	B	C	D
E	F		



I. 405

420.005

Feuille 29

Tableau des caractéristiques techniques.

Poste	Désignation	Fils ou fils élémentaires de câbles									Charge de rupture daN
		Section	Résistivité maximum (20°)	Résistance (Rm) min.	Elasticité (Rp 0,2) min.	Allongement (A) min	Poids par kilo- mètre P(max)	Demi- pliage	Enrou- lement en hélice	Torsion Nombre de tours	
		mm ²	Ohm/mm ² /m	daN/mm ²	daN/mm ²	%	kg/km	Nombre	Nombre		
2.2	Fils de contact SNCB (Cu E)	100	0,01777	35,5	30,2	3	916	6	6	7	3550
	Fils de contact SNCB (Cu Ag)	100	0,01777	36	30,6	3	916	6	6	7	3600
	Fils de contact EN (Cu E)	107	0,01777	35,5	30,2	3	980	6	6	7	3852
	Fils de contact EN (Cu Ag)	120	0,01777	35	30	3	1099	6	6	7	4200
	Fils de contact EN (Cu Ag)	150	0,01777	35	30	3	1374	4	4	7	5250
	Fils de contact EN (Cu Mg)	150	0,02778	46	39,1	3	1374	4	4	7	6840
2.3	Câble en bronze au cadmium	95	0,02463	65	55,3	1,3	906	12	-	-	5540
	Câble en bronze (60 % cond.)	65	0,03019	72	61,2	1,3	630	10	-	-	4220
2.4	Fils ronds (cuivre au cadmium)	104	0,02005	41	35	5	961	8	6	25	4081
		72	0,02005	-	-	-	667	8	6	25	2825
2.5	Câbles en cuivre électrolytique	185	0,017593	-	-	-	1700	-	-	-	7000
		95	0,017593	45	38,3	1,2	906	11	-	-	-
		48	0,017593	45	38,3	1,2	465	11	-	-	2134
		16	0,017593	-	-	-	156	-	-	-	500
2.6	Câbles en bronze téléphonique 80 % équivalent Cu	10	-	-	-	-	-	-	-	-	490
		12	-	-	-	-	-	-	-	-	588
2.7	Fil en cuivre électrolytique	28	0,017595	36	30,6	5	262	10	6	-	1008
2.8	Câble en CuMg	95	0,030	46	39,1	1	880	12	-	-	5900

Les variantes présentant une ou des caractéristiques inférieures à celles de ce tableau seront écartées à priori.