



## 1. Résistance à la rupture.

La résistance à la rupture doit correspondre à un effort tel qu'une bande de papier d'une largeur quelconque puisse supporter sans se déchirer au moins 6000 mètres de sa propre longueur.

## 2. Ductilité.

Le papier doit avoir lors de l'essai à la rupture une ductilité minimale de 2 %.

## 3. Torsion.

Des bandes de papier de 10 m/m de largeur sur 330 m/m de longueur, chargées de 2,5 kos., doivent pouvoir supporter au moins 50 torsions de 180° sans se déchirer ou se rompre.

Les conditions 2 et 3 sont des moyennes minimales de chaque essai de 10 épreuves. Les chemins de fer fédéraux se réservent de fixer le nombre des essais.

Le papier destiné à la fabrication des câbles à courant faible doit être sec, c.à-d. non imprégné de masse isolante, afin de réduire autant que possible la capacité électrique du câble.

En revanche, le papier servant à la construction du câble d'éclairage doit être imprégné de masse isolante. Cette opération qui a lieu après la confection de l'âme du câble doit se faire de manière à altérer le moins possible les propriétés mécaniques du papier, notamment sa souplesse.

L'âme du câble isolé, doit pour tous les câbles être rendue étanche au moyen de deux gaines de plomb liées entr'elles par une couche d'asphalte. Pour les câbles à faible courant, la gaine venant immédiatement après l'âme doit être composée d'un alliage de 97 parties de plomb et 3 parties d'étain, une tolérance de 6% en plus ou en moins étant admise pour la quantité d'étain rentrant dans l'alliage.

Sur la double gaine de plomb sont enroulées deux bandes de papier se recouvrant entr'elles sur une largeur de 3 m/m.

### 3.

Pendant l'enroulement des deux bandes de papier, celles-ci sont abondamment imprégnées d'asphalte, de façon à ce qu'elles se collent fortement l'une à l'autre ainsi qu'à la gaine de plomb; ensuite est enroulée une couche de filasse de jute, de même abondamment imprégnée d'asphalte. Après la constitution de ce matelas, aussi imperméable que possible, le câble est pourvu d'une armature conditionnée de telle sorte qu'elle offre la plus grande somme de résistance aux actions mécaniques de toute nature, tout en empêchant l'infiltration de l'eau entre les fils de l'armature. Pour obtenir ce double résultat, l'armature consistera en fils d'un profil spécial, enchassés les uns dans les autres de manière à se soutenir réciproquement et à former un tube flexible à surface lisse, de 5 m/m d'épaisseur. Les fils composant l'armature seront, soigneusement cimentés entr'eux au moyen d'asphalte, afin de rendre l'armature aussi étanche que possible. L'armature sera revêtue d'un double matelas de filasse de jute asphaltée imperméable.

Pour le câble d'éclairage l'armature sera composée de fils de fer ronds galvanisés.

Une tolérance de 5 % en plus ou en moins est admise pour toutes les dimensions indiquées ci-dessous.

### III.

#### Conditions particulières aux différents câbles.

##### a. Câble télégraphique.

Le câble télégraphique a 5 conducteurs doubles. Chaque conducteur se compose de deux fils en cuivre, ronds, recuits, de 1,8 m/m de diamètre. Chaque fil est enveloppé d'un ruban de papier plié, puis les deux fils, séparés par une couche de papier, sont tordus ensemble. Chaque paire de conducteur est ensuite enveloppée d'une bande de papier enroulée de façon à obtenir un diamètre extérieur de 7 m/m, tout en ménageant des espaces d'air aussi grands que possible. Les paires de conducteurs sont alors assem-



pour téléphone sera celle prescrite sous a pour le câble télégraphique. Il n'est pas posé de condition spéciale à ce sujet pour les conduites doubles destinées aux signaux. La longueur des spires du câblage pour le faisceau entier doit être de 280 m/m.

L'épaisseur totale des deux gaines de plomb sera de 2,75 m/m.

L'ensemble des fils de l'armature devra présenter une résistance à la rupture de 23,000 kos.

#### C. Câble pour le bloc-système.

Le câble pour le bloc-système aura 4 conducteurs doubles. Sa construction sera conforme aux conditions posées sous lettre a (câble télégraphique) à l'exception de la longueur des spires pour la câblage du faisceau des conduites laquelle devra être de 200 m/m.

L'épaisseur totale des deux gaines de plomb sera de deux,5 m/m et la résistance à la rupture de l'ensemble des fils de l'armature comportera environ 20,000 kos.

#### D. Câble pour éclairage.

Le câble pour éclairage doit être prévu par une conduite à courant triphasé de 16 kilowatts sous une tension de service de 4000 volts. La perte de charge jusqu'au milieu du tunnel ne devra pas excéder le 5 %. Chaque conducteur sera formé d'un toron de 3 fils de 1,6 m/m ayant une section totale de 6 m/m<sup>2</sup>. La longueur des spires pour le câblage des 3 conducteurs sera de 200 mm.

Les vides laissés par le câblage entre les 3 conducteurs isolés au papier, seront remplis au moyen de filasse de jute imprégnée, de telle manière que l'âme du câble présente une section de forme circulaire. Les trois conducteurs ainsi disposés seront ensuite recouverts de papier sur lequel seront appliquées deux gaines de plomb d'une épaisseur totale de 1,8 m/m.

L'ensemble des fils de l'armature de 4 m/m de diamètre devra présenter une résistance à la rupture d'environ 20,000 kos.

## IV.

Constantes électriques.a. Câbles à faible courant.

Résistance d'isolement. Les câbles doivent, lors de leur réception en fabrique, présenter une résistance d'isolement d'eau moins 2000 megohms par kilomètre, à une température de 15° centigrades. Le mesurage aura lieu après que le câble aura été immergé dans l'eau pendant 24 heures au moins et la lecture à l'appareil de mesure ne devra être faite qu'après avoir soumis le conducteur à la charge d'une batterie de 100 à 150 volts pendant une minute. Pendant l'opération, tous les conducteurs excepté celui soumis à l'essai, ainsi que les gaines de plomb et l'armature seront mis à terre.

Lors du second mesurage qui aura lieu immédiatement après la pose et le montage, la résistance d'isolement des câbles, y compris les jonctions et branchements devra atteindre au moins 1000 megohms par kilomètre à 15° centigrades. Les prescriptions ci-dessus sont aussi applicables à ce mesurage lequel devra être exécuté avec l'assistance d'un délégué du fabricant.

Capacité. La capacité électrostatique comportera: 0,063 microfarad pour les conducteurs destinés au télégraphe, au téléphone et au bloc-système et 0,100 à 0,135 microfarad pour les conducteurs du câble téléphonique destinés aux signaux.

Ces chiffres sont des maxima pour les mesures de réception avant et après la pose et s'appliquent à un kilomètre de conducteur simple après une charge de 15 secondes, les gaines de plomb, l'armature et tous les autres conducteurs étant mis à terre.

Résistance des conducteurs. La résistance maximum des conducteurs sera de :

7,0 ohms par kilomètre pour les conducteurs du télégraphe, du téléphone et du bloc et 2,4 ohms par kilomètre pour les conducteurs de signaux faisant partie du câble téléphonique.

Ces chiffres sont compris <sup>pour</sup> un kilomètre de conduite à une température de 15° centigrades.

Tension électrique. Les conducteurs du câble téléphonique destinés aux signaux doivent pouvoir supporter une tension de 600 volts pendant une demi heure soit entr'eux soit avec la terre et cela aussi bien, après la pose qu'à la réception en fabrique.

b. Câbles pour l'éclairage.

Résistance d'isolement. La résistance d'isolement doit, à une température de 15° centigrades, atteindre au moins 1000 mégohms lors de la réception en fabrique et au moins 500 mégohms par kilomètre lors de la réception après la pose, y compris toutes les jonctions et tous les branchements.

Ces valeurs seront constatées après une minute de charge, et aussi bien entre les conducteurs eux-mêmes qu'entre ceux-ci et la terre. Lors de la réception en fabrique, on ne procédera au mesurage qu'après une immersion du câble dans l'eau pendant au moins 24 heures.

Capacité. La capacité électrostatique d'un conducteur par rapport aux autres conducteurs et à la terre, constatée après 15 secondes de charge lors de la réception en fabrique aussi bien qu'à la réception après la pose, ne doit pas être supérieure à 0,17 microfarad par kilomètre de conducteur.

Résistance des conducteurs. La résistance d'un conducteur ne doit pas excéder 3,0 ohms par kilomètre à une température de 15° centigrades.

Tension électrique. Le câble devra pouvoir supporter lors de la réception en fabrique une tension de 8000 volts pendant une demi heure.

## V.

Pose et montage. Mesures à la réception.

Les câbles devront être livrés avec tous les manchons et boîtes de jonction, de branchements et d'extrémité nécessaires au montage. Les prix de ces garnitures comprendront leur montage complet et définitif.

Pour la construction de ces manchons et boîtes on emploiera du bronze ou quelque autre matière résistant mieux que le fer à l'humidité et à la fumée.

Les conducteurs des câbles doivent être fixés dans les boîtes de connexion à des bornes disposées de telle sorte qu'on puisse soit les relier directement soit y faire un branchement. Ces bornes et connexions doivent être isolées soigneusement mais de telle sorte qu'on puisse les mettre à nu et les séparer pour contrôler une section de câble isolément. Ces garnitures doivent être conditionnées de façon à garantir une fermeture absolument étanche du câble.

Les câbles auront des branchements sur tous leurs conducteurs aux points désignés ci-après:

1. Câble télégraphique: Dans la station d'évitement.
2. Câble pour téléphone et cloches à signaux: Dans les 20 petites chambres côté est du tunnel, au portail nord, au portail sud et dans la station d'évitement du tunnel.
3. Câble pour le bloc-système: Dans la station d'évitement du tunnel.
4. Câble pour éclairage: Dans les 20 petites chambres côté est et dans la station d'évitement du tunnel.

Les jonctions des sections de câbles entr'elles seront toutes faites à l'intérieur des petites chambres.

La pose et le montage des câbles seront exécutés sous la direction d'un délégué du fournisseur. Les chemins de fer fédéraux mettront gratuitement à disposition les installations et les aides nécessaires à la pose et au montage des câbles et de leurs garnitures.

Les fouilles nécessaires à la pose des câbles seront faites par les chemins de fer fédéraux qui prennent également à leur charge la couverture des câbles au moyen de sable etc.

Tous les frais relatifs à la direction de la pose, aux mesures de contrôle, et aux mesures de réception après la pose et le montage seront supportés par le fournisseur qui devra procurer gratuitement le personnel et les instruments nécessaires à cet effet. De même pour les mesures de réception en fabrique, le fournisseur tiendra gratuitement à disposition le personnel et les instruments nécessaires.

#### VI.

##### Délai de livraison.

Les câbles et leurs garnitures doivent être posés et prêts à fonctionner environ 6 mois après la commande. En cas de retard les chemins de fer fédéraux auront le droit d'opérer à titre d'amende une retenue pour chaque semaine de retard égale au 2,5 % de la valeur des câbles non encore posés.

Si un cas de force majeure empêchait le fournisseur de remplir ses obligations dans le délais prescrit, il devrait en aviser la Direction des chemins de fer du 1<sup>er</sup> arrondissement au plus tard 3 jours après la survenance de l'empêchement, sinon il n'en serait pas tenu compte.

## VII.

Garantie.

Le fournisseur garantit les câbles, leurs garnitures ainsi que leur pose et leur montage pendant une période de 5 ans à dater de la fin de la pose, en ce sens qu'il s'engage à réparer à ses frais tous les défauts qui se produiraient pendant ce temps dans les câbles ou dans leurs garnitures et qui proviendraient soit d'un défaut de matière ou de fabrication, soit d'une défectuosité de pose ou de montage.

Les chemins de fer fédéraux auront le droit de suivre la fabrication des câbles et de leurs garnitures dans les ateliers du fournisseur et de s'assurer de la bonne qualité du matériel servant à cette fabrication.

## VIII.

Echantillons. Dessins etc.

Les offres doivent être accompagnées d'échantillons des câbles offerts, d'au moins 1 m. de longueur et d'une description exacte de ces derniers, avec indication de leur poids et de leur diamètre extérieur; on y joindra en outre un dessin à l'échelle des manchons et boîtes de jonction, de branchement et d'extrémité.

Les échantillons doivent répondre exactement et dans toutes leurs parties aux conditions prescrites par le présent cahier des charges pour les câbles à fournir.

Les offres doivent être présentées au plus tard 21 jours après la date de la mise au concours.

## IX.

Cautionnement.

Comme garantie de la bonne exécution de ses engagements, le fournisseur déposera à la Caisse principale des chemins de

fer fédéraux à titre de cautionnement, une somme équivalent au 10 % du montant de la fourniture, en espèces ou en titres acceptés par les chemins de fer fédéraux. L'intérêt des titres demeurera la propriété du fournisseur.

Le cautionnement sera remboursé deux ans après la réception des câbles posés et montés avec leurs garnitures.

X.

Paie ment.

Le paiement aura lieu comme suit:

Un tiers de la totalité de la somme, lors de l'envoi du dernier tronçon de câble.

Un tiers à la fin de la pose et du montage.

Un tiers après la réception des câbles posés et montés.

Lausanne, le 28 septembre 1904.

La Direction du I<sup>er</sup> Arrondissement  
des Chemins de fer fédéraux.

-----

Le présent cahier des charges pour la fourniture des câbles du tunnel du Simplon est reconnu comme annexe et partie intégrante de la convention du

L a u s a n n e , le

L... entrepreneur

Pour la Direction  
du I<sup>er</sup> Arrondissement  
des chemins de fer fédéraux: