

# LA HOUILLE BLANCHE

## Revue Mensuelle des Forces Hydro-Electriques et de leurs Applications

9<sup>e</sup> Année. — Août 1910. — N<sup>o</sup> 8.

La houille noire a fait l'industrie moderne ;  
la houille blanche la transformera.

### ÉLECTRICITÉ

#### INSTRUCTIONS GÉNÉRALES POUR LA FOURNITURE ET LA RECEPTION DES MACHINES ÉLECTRIQUES (\*)

##### I. Désignation de la puissance

1. PUISSANCE. — La puissance pour laquelle la machine a été vendue doit être mentionnée sur une plaque fixée à la machine ; elle est exprimée :

a) Pour les génératrices à courant continu, en kilowatts aux bornes ;

b) Pour les génératrices à courant alternatif et les transformateurs statiques, en kilowatts aux bornes ;

c) Pour les réceptrices, en kilowatts ou en chevaux de 75 kilogrammètres par seconde disponibles sur l'arbre.

2. INDICATION DES CONSTANTES. — On indiquera, en outre, sur la plaque de la machine :

a) Le facteur de puissance, à la puissance normale, des machines ou appareils présentant un déphasage. Lorsque le facteur de puissance des génératrices n'aura pas été spécifié il sera supposé égal à 0,8 et la puissance des excitatrices sera déterminée par cette condition ;

b) Pour la marche continue, à la puissance normale, la vitesse de rotation en tours par minute, la fréquence, le rapport de transformation, la tension (composée en cas de courants triphasés ou hexaphasés ; primaire et secondaire en cas de transformation), le courant (primaire et secondaire en cas de transformation) ;

c) Pour la marche à régime variable, les limites de la tension et du courant ;

d) Pour les machines à marche intermittente (pont roulant, grue, ascenseur, etc.), la puissance pour une durée de fonctionnement d'une heure, en ajoutant la mention : « marche intermittente ».

##### II. Élévation de température

3. TEMPÉRATURE MAXIMA. — La température maxima d'une machine ou d'un transformateur doit être compatible avec la conservation de l'isolant.

4. MÉTHODES DE MESURE. — Les températures seront mesurées au thermomètre sur la partie accessible la plus chaude.

Cependant, pour les génératrices, moteurs et transformateurs non immergés, la température des circuits d'excitation parcourus par du courant continu, ainsi que celle de tous les enroulements fixes, pourra être déterminée par l'augmentation de résistance.

La température des transformateurs immergés sera mesurée au thermomètre plongé dans l'huile à la hauteur des enroulements et à leur partie supérieur e.

(\*) Instructions adoptées par l'Union des Syndicats de l'Electricité, dans sa séance du 8 décembre 1909.

5. ÉCHAUFFEMENTS. — La différence entre la température mesurée et la température ambiante ne devra pas dépasser :

ENROULEMENTS MOBILES. — a) Pour les enroulements mobiles : Avec isolement :

Au coton.....	50° C.
Au papier.....	60° C.
Au mica ou à l'amianté ou préparations équivalentes..	80° C.

ENROULEMENTS FIXES. — b) Pour les enroulements fixes : les valeurs spécifiées pour les enroulements mobiles augmentées de 10°.

TRANSFORMATEURS. — c) Pour les enroulements haute et basse tension de transformateurs immergés ou non : Avec isolement :

Au coton.....	60° C.
Au papier.....	70° C.
Au mica ou à l'amianté ou préparations équivalentes..	90° C.

FERS ET PIÈCES CONDUCTRICES NUES. — d) Pour les fers de circuits magnétiques et pour les pièces conductrices nues : 90° mesurés au thermomètre.

COLLECTEURS. — e) Pour les collecteurs : 60° mesurés au thermomètre.

PALIERs. — f) Pour les paliers : 45° mesurés au thermomètre.

6. MACHINES A COLLECTEURS EN SERVICE CONTINU DE JOUR ET DE NUIT ET MACHINES DE PLUS DE 2000 VOLTS. — Pour les machines à collecteurs destinées à un service continu de jour et de nuit et pour les machines de plus de 2000 volts (à l'exclusion des transformateurs), les limites d'échauffement ci-dessus seront abaissées de 5°.

7. TEMPÉRATURE AMBIANTE. — Les limites d'échauffement ci-dessus supposent une température ambiante égale à 35° C.

8. Le thermomètre indiquant la température ambiante sera placé sur le trajet de l'aspiration à 1 m. environ de la machine et à l'abri de toute influence étrangère.

Si la température ambiante varie pendant la durée de l'essai on prendra pour sa valeur la moyenne du dernier quart du temps d'essai.

9. CORRECTIONS RELATIVES A LA TEMPÉRATURE AMBIANTE. — a) Si l'essai est effectué à une température ambiante inférieure à 35° C., les limites d'échauffement définies au paragraphe 5 seront réduites dans le rapport

$$\frac{1}{1 + 0,005 (35 - \theta)}$$

$\theta$  étant la température ambiante durant l'essai.

b) Si la machine est appelée à fonctionner dans un local où la température ambiante doit être supérieure à 35° C., les limites d'échauffement définies au paragraphe 5 seront réduites dans le rapport

$$\frac{1}{1 + 0,005 (\theta' - 35)}$$

θ' étant en service la température ambiante présumée du local.

10. COEFFICIENT DE TEMPÉRATURE DU CUIVRE. — Dans le calcul des températures par l'augmentation de résistance du cuivre, on admettra comme coefficient de température la valeur de 0,004 par degré centigrade, à moins qu'il n'en ait été spécifié autrement.

11. RELEVÉ DES TEMPÉRATURES. — Les températures seront déterminées comme il est indiqué ci-après :

INDUCTEURS COMPOUND. — a) On prendra comme température des inducteurs compound :

α. Si le circuit en série inaccessible est placé sous le circuit dérivé, la température de ce dernier déterminée par comparaison des résistances ;

β. Si le circuit en série est extérieur au circuit dérivé, la moyenne de la température du circuit dérivé déterminée par comparaison des résistances et de celle lue au thermomètre placé sur le circuit en série.

INDUITS. — b) La température des induits sera déterminée comme suit :

γ. Sur le fer, par l'application d'un thermomètre au point accessible le plus chaud ;

δ. Sur les fils de l'induit, à l'aide de trois thermomètres appliqués immédiatement après l'arrêt :

Deux d'entre eux à la sortie des encoches et aussi près que possible du fer, sans le toucher, l'un du côté du collecteur, l'autre du côté opposé ;

Le troisième au milieu des encoches et aussi près que possible du fer, sans le toucher.

On admettra comme chiffre de température de l'enroulement de l'induit la plus élevée des trois lectures.

Si le troisième thermomètre ne peut être appliqué, on admettra comme chiffre de température la plus élevée des lectures des deux autres thermomètres majorée de 3 pour 100.

Les températures seront lues après 5 minutes d'application des thermomètres.

Les thermomètres employés ne devront pas contenir plus de 1 cm<sup>3</sup> de mercure.

12. DURÉE D'ESSAI DES MACHINES. — L'élévation de température des machines à marche continue, dans l'essai à puissance normale, sera mesurée après un service d'une durée suffisante pour atteindre une température sensiblement constante.

Ces durées sont généralement données par le Tableau suivant :

$K = \frac{\text{Volts-ampères}}{\text{tours par minute}}$	Durée d'essai.
0 à 10 .....	2 heures
10 à 30 .....	3 »
30 à 100 .....	4 »
100 à 200 .....	5 »
200 à 300 .....	6 »
300 à 500 .....	7 »
500 à 700 .....	8 »
700 à 1000 .....	9 »
1000 à 1500 (*) .....	10 »

13. DURÉE D'ESSAI DES TRANSFORMATEURS. — La durée d'essai des transformateurs sera fixée conformément aux indications suivantes :

a) Transformateurs à service discontinu, la durée de l'essai à pleine puissance devra être spécifiée suivant le mode de fonctionnement ;

b) Transformateurs à service permanent, l'essai sera poursuivi jusqu'à l'obtention de l'échauffement limite à puissance normale.

14. DURÉE D'ESSAI DES MACHINES A SERVICE INTERMITTENT. — La durée d'essai des machines à service intermittent sera de 1 heure ; les conditions d'échauffement seront les mêmes que celles prévues pour les machines fermées et moteurs de traction pour lesquels on se conformera aux stipulations du Congrès de Milan (septembre 1906 (\*)).

15. ENTRETIEN DES COLLECTEURS. — A toute puissance comprise entre la marche à vide et celle à la puissance normale, les balais étant placés dans la position la plus favorable et rodés sur le collecteur par une marche préalable, les machines avec collecteur doivent pouvoir fonctionner sans qu'on soit obligé de passer le collecteur au papier de verre ou d'employer tout autre procédé de nettoyage, pendant la durée d'essai spécifiée au paragraphe 12.

### III. — Surcharges

16. SURCHARGES. — Toute machine doit pouvoir supporter sans détérioration (et sans étincelles nuisibles pour les machines à collecteurs) une augmentation de courant ou de couple qui sera au minimum de :

a) 20 pour 100 pendant 1/10 de la durée d'essai spécifiée par le Tableau du paragraphe 12.

b) 30 pour 100 pendant 5 minutes

Les conditions de surcharge ne s'appliquent pas aux moteurs synchrones et asynchrones à courants alternatifs simples.

17. L'état des collecteurs des machines et commutatrices ne devra pas être altéré par l'essai de surcharge au point de nuire ultérieurement au fonctionnement à puissance normale.

18. SURCHARGE DES MOTEURS DE TRACTION OU A MARCHÉ INTERMITTENTE. — Les surcharges des moteurs de traction et des moteurs à marche intermittente seront de 25 pour 100 pendant 15 minutes et de 50 pour 100 pendant 5 minutes.

19. Toutes les surcharges indiquées ci-dessus seront fournies après une marche à la puissance normale de la durée définie à l'article II, paragraphes 12 et 14

20. SURCHARGE DES ALTERNATEURS. — La surcharge des alternateurs sera réalisée avec le facteur de puissance prévu ; l'excitatrice devra pouvoir y suffire.

(\*) Stipulations du Congrès de Milan. — Echauffement. — L'échauffement d'un moteur doit être considéré comme exagéré, lorsque, partant d'une température de l'air ambiant égale à 25° C, le moteur atteint, après 10 heures de marche à la puissance permanente, ou après une heure de marche à la puissance normale, une température finale dépassant celle de l'air ambiant, des valeurs suivantes :

- a) Pour les enroulements isolés au coton..... 70° C.  
 Pour les enroulements isolés au papier..... 80° C.  
 Pour les enroulements isolés au mica, amiante ou autres substances présentant les mêmes qualités d'isolement et d'incombustibilité..... 100° C.  
 b) Pour les collecteurs..... 80° C.  
 c) Pour les parties métalliques dans lesquelles sont noyées les enroulements, la valeur correspondante à celle indiquée pour les enroulements, suivant la nature de l'isolement utilisé pour ceux-ci.

Lorsque les enroulements sont à isolements combinés, on prendra la limite inférieure.

Par puissance permanente et puissance normale d'un moteur il faut entendre la puissance qui, le courant étant fourni sous la tension normale de service, peut être développée par ledit moteur pendant 10 heures consécutives, dans le premier cas, et pendant une durée ininterrompue de 1 heure, dans le second, sans qu'il en résulte un échauffement exagéré, dans le sens indiqué au paragraphe « Echauffement. »

(\*) La durée d'essai des machines dont le coefficient K est supérieur à 1500 sera déterminée suivant la destination de la machine.

21. SURCHARGE DES TRANSFORMATEURS. — Les transformateurs devront pouvoir supporter les surcharges non consécutives suivantes :

20 pour 100 pendant	1 heure
30 pour 100 »	30 minutes
50 pour 100 »	5 minutes

22. ÉPREUVE DE SURCROÏT DE VITESSE. — En plus des épreuves spécifiées ci-dessus, les machines devront pouvoir supporter un surcroît momentané de vitesse qui, pour les génératrices, sera fixé dans chaque cas en tenant compte du mode de commande.

23. Les moteurs à courant continu devront pouvoir supporter pendant 5 minutes une vitesse de 20 pour 100 supérieure à la vitesse normale.

24. ÉPREUVE DE SURTENSION DES CIRCUITS. — Les circuits des machines et transformateurs devront pouvoir être soumis, sans inconvénient, pendant 3 minutes, si aucune considération mécanique ou électrique ne s'y oppose, à une tension supérieure de 30 pour 100 à celle agissant sur ces circuits en régime normal.

#### IV. Auto-Régulation

25. AUTO-RÉGULATION. — L'auto-régulation est définie par le rapport des variations maxima de tension et de vitesse, en passant de la puissance normale à la marche à vide, aux tensions et vitesses à puissance normale.

26. VARIATION DE TENSION. — La variation de tension sera mesurée en passant de la puissance normale à la marche à vide, à vitesse constante, dans les conditions ci-après :

GÉNÉRATRICES A COURANT CONTINU. — a) *Génératrices à courant continu : auto-excitatrices*, en maintenant constante la résistance dans le circuit inducteur dérivé ; à *excitation séparée*, en maintenant constant le courant d'excitation.

Dans cet essai, et à moins de conventions contraires, la position des balais sera maintenue fixe à la position sans étincelles à puissance normale.

GÉNÉRATRICES A COURANTS ALTERNATIFS. — b) *Génératrices à courants alternatifs* : en maintenant constant le courant d'excitation.

COMMUTATRICES. — c) *Commuatrices et moteurs générateurs* : en maintenant constantes la fréquence et la tension aux bornes réceptrices et en se rapprochant autant que possible d'un facteur de puissance égal à l'unité.

27. TRANSFORMATEURS. — Pour les transformateurs, la variation de tension sera mesurée en passant de la puissance normale à la marche à vide au secondaire, à fréquence et tension constantes au primaire.

28. FACTEUR DE PUISSANCE DANS L'ESSAI DE VARIATION DE TENSION. — La variation de tension, pour les génératrices à courants alternatifs et pour les transformateurs, sera spécifiée pour la puissance normale exprimée en kilovolts-am-pères :

- a) Avec un facteur de puissance égal à l'unité ;
- b) Avec le facteur de puissance minimum prévu ou, à son défaut, avec le facteur 0,8.

29. VARIATION DE VITESSE. — La variation de vitesse sera mesurée en passant de la marche à puissance normale à la marche à vide, en maintenant constantes aux bornes :

La tension, pour les moteurs à courant continu ;  
La tension et la fréquence, pour les moteurs à courants alternatifs.

30. AUTO-RÉGULATION DES MOTEURS D'INDUCTION ; GLISSEMENT. — L'auto-régulation des moteurs d'induction pourra

être définie par le *glissement*, c'est-à-dire par le rapport de la variation de vitesse à la vitesse du synchronisme.

#### V. Rendement

31. RENDEMENT. — Le *rendement* est le rapport de la puissance utilisable à la puissance absorbée.

32. Toutes les fois que les deux puissances désignées ci-dessus ne pourront être mesurées directement, le rendement sera déterminé par la méthode des pertes séparées.

Ces pertes se décomposent comme suit :

*Pertes mécaniques :*

a) Frottement des paliers et ventilation.

b) Frottement des balais sur les collecteurs et bagues.

*Pertes électriques :*

c) Hystérésis et courants de Foucault.

d) Effets Joule dans les circuits (inducteurs, induits, circuits primaires et secondaires).

33. DÉTERMINATION DES PERTES PAR EFFET JOULE. — Les pertes par effet Joule seront calculées avec les courants et résistances à chaud des circuits.

DÉTERMINATION DES AUTRES PERTES. — Les autres pertes seront représentées par la puissance nécessaire au fonctionnement à vide de l'appareil, déduction faite des pertes par effet Joule dues à ce fonctionnement à vide, les forces électromotrices étant égales, durant la détermination de ces pertes, aux forces électromotrices agissant pendant le fonctionnement à la puissance pour laquelle le rendement est envisagé.

34. PUISSANCE A VIDE RELATIVE AUX PERTES DES GÉNÉRATRICES ET RÉCEPTRICES. — La détermination des pertes par la mesure de la puissance nécessaire à vide se fera, pour les *génératrices et réceptrices*, à la vitesse et à la tension de régime aux bornes, cette dernière étant augmentée ou diminuée de la chute de tension due aux résistances de l'induit et aux circuits d'excitation en série avec celui-ci.

35. Les mesures de rendement devront être faites ou ramenées à la température atteinte après l'essai de fonctionnement défini à l'article II.

36. Le rendement sera indiqué pour la puissance normale, les trois quarts et la moitié de cette puissance en y comprenant les pertes afférentes aux appareils auxiliaires tels que rhéostats, excitatrices, ventilateurs, pompes de circulation faisant partie intégrante de la fourniture.

37. ALTERNATEURS. — Le rendement des génératrices à courants alternatifs, à la puissance normale, sera indiqué :

- a) Pour un facteur de puissance égal à l'unité ;
- b) Pour le facteur de puissance minimum prévu ou, à son défaut, pour un facteur de puissance égal à 0,8.

38. TRANSFORMATEURS. — Pour les transformateurs, on indiquera également le rendement au quart de la puissance normale, ainsi que le facteur de puissance et la consommation à vide.

#### VI. Épreuve des isolants

39. ÉPREUVE DES ISOLANTS. — Les machines et transformateurs devront pouvoir supporter pendant 30 minutes et à chaud l'application d'une tension d'épreuve amenée progressivement au chiffre donné par le Tableau suivant :

Tension normale.	Tension d'épreuve.
Jusqu'à 5 000 volts.	Le double de la tension normale, minimum 110 volts.
De 5 000 à 10 000 volts.	
Au delà de 10 000 volts.	La tension normale augmentée de 5 000 volts.
	Une fois et demie la tension normale.

40. APPLICATION DE LA TENSION D'ÉPREUVE. — La tension d'épreuve sera appliquée entre les différents circuits des appareils et entre ces circuits et la masse. Elle sera fixée :

Dans le premier cas, d'après la tension efficace la plus élevée des circuits essayés ensemble ;

Dans le second cas, d'après la tension efficace la plus élevée que l'appareil est destiné à produire ou supporter, exception faite pour les circuits d'excitation alimentés par une source indépendante et pour lesquels la tension d'épreuve sera fixée par la valeur de la force électromotrice de ladite source.

41. NATURE DU COURANT D'ÉPREUVE. — Les valeurs indiquées ci-dessus pour les tensions d'épreuve des isolants sont valables sous condition que l'essai soit fait avec le genre de courant alimentant les circuits en service normal.

Lorsque ceux-ci, parcourus en service normal par du courant continu, doivent être éprouvés avec du courant alternatif, la tension efficace de celui-ci ne sera que de 7/10 de la tension d'épreuve prévue au n° 39.

Inversement, les circuits à courants alternatifs subissant l'épreuve des isolants au moyen de courant continu seront soumis à une tension d'épreuve égale à 1,4 fois la tension efficace du courant alternatif prévu pour ladite épreuve conformément au paragraphe 39.

42. La courbe de tension de l'alternateur employé pour l'épreuve des isolants devra être aussi voisine que possible d'une sinusoïde.

43. TENSIONS D'ÉPREUVE A FROID. — Si l'épreuve des isolants ne pouvait être opérée à chaud, elle pourrait être remplacée par une épreuve à froid d'une durée de 5 minutes sous une tension définie par le Tableau ci-après :

Tension normale.	Tension d'épreuve.
Jusqu'à 5 000 volts.	Le triple de la tension normale avec minimum de 500 volts.
De 5 000 à 10 000 volts.	
Au delà de 10 000 volts.	Le double de la tension normale.

44. L'épreuve des isolants ne sera exigée qu'à la réception dans les ateliers du constructeur.

**VII. Facteurs de puissance**

45. FACTEURS DE PUISSANCE. — *Alternomoteurs destinés à être employés sur les réseaux de distribution publique.* — Le facteur de puissance, à puissance normale, sous une tension ne différant pas de plus ou moins 5 pour 100 de la tension normale, ne devra pas être inférieur aux valeurs indiquées par le Tableau ci-après, sauf dérogations expressément autorisées :

Puissance disponible sur l'arbre (chevaux).	Facteur de puissance	
	Moteurs polyphasés	Moteurs monophasés
0 à 0,5	0,60	0,55
0,5 à 1	0,65	0,60
1 à 1,5	0,70	0,65
1,5 à 5	0,75	0,70
5 à 10	0,77	0,75
10 à 15	0,80	0,77
10 à 20	0,82	0,80
au delà de 20	0,85	0,82

**VIII. Fréquences**

46. FRÉQUENCES. — Les fréquences usuelles qu'il est recommandé d'employer de préférence sont celles 16 2/3, 25, 41 2/3 et 50 périodes par seconde.

**IX. Tolérances pour les garanties**

47. TOLÉRANCES. — Le Tableau ci-après fixe :

- 1° La tolérance accordée pour erreurs de mesure, et au delà de laquelle il peut y avoir lieu à réduction de prix ;
- 2° La limite à partir de laquelle il y a lieu de considérer le matériel comme ne répondant pas aux conditions de sa spécification.

GARANTIES	TOLÉRANCES	LIMITES
D'échauffement.....	±° C.	10° C. au-dessus des limites fixées à l'article II.
D'autorégulation.....	20 pour 100 du pourcentage garanti	50 pour 100 du pourcentage garanti.
De rendement.....	20 pour 100 de la somme des pertes totales ou mesurables, suivant le cas.	50 pour 100 des pertes totales ou mesurables.

**CAHIER DES CHARGES TYPE, RELATIF AUX CABLES SOUS PLOMB ARMÉS ET A LEURS ACCESSOIRES, DESTINÉS A SUPPORTER DES TENSIONS SUPÉRIEURES A 2000 VOLTS (\*)**

Le présent cahier des charges a pour but de réglementer les conditions de livraison, d'essais, de garantie, de pose, etc., ainsi que les spécifications des câbles armés.

**I. SPÉCIFICATION DE LA COMMANDE**

Les câbles faisant l'objet de la présente commande seront livrés pour former des longueurs totales de..... constituées par des pièces de..... mètres de longueur (1).

La commande comprend également les accessoires nécessaires à la pose des câbles, tels que boîtes de jonction, de branchement, d'extrémité et de coupe-circuits.

Ces accessoires devront être construits de telle façon qu'ils puissent supporter après montage, sans aucune détérioration ni échauffement, les mêmes tensions et surcharges que les câbles faisant l'objet de la présente commande.

Ils devront être tout spécialement étudiés pour éviter l'introduction de l'humidité, quelle que soit la nature du sol dans lequel ils seront placés.

**II. SPÉCIFICATION DU CABLE**

Le câble sera constitué par un ou plusieurs conducteurs de chacun..... mm<sup>2</sup>, ou ayant respectivement les sections de... mm<sup>2</sup>. (2).

Chaque conducteur sera composé par un fil ou une corde en cuivre rouge recuit de haute conductibilité. La résistivité en sera au maximum de 1,6 microhm-centimètre à 0°

(\*) Adopté par l'Union des Syndicats de l'Electricité, dans sa séance du 8 décembre 1909.

(1) Dans les voies encombrées par branchements d'eau ou de gaz et par de nombreuses traversées, il y a intérêt à ne pas avoir des pièces trop grandes; au contraire, lorsque le déroulage peut se faire facilement et sans boucle, il est préférable d'employer de grandes pièces afin de réduire le nombre des jonctions.

La longueur des pièces est généralement limitée par le poids des bobines et la difficulté de leur manutentionnement. Ces longueurs peuvent varier de 80 m. à 150 m. pour les plus gros câbles et atteindre 500 m. pour les plus petits.

(2) La section du câble est égale à la somme des sections des fils le composant.

(Edon Matthiessen 1,593 à 0°), le coefficient de variation avec la température étant de 0,0042.

Chaque conducteur sera recouvert d'une gaine isolante et les conducteurs ainsi constitués seront câblés entre eux avec interposition d'un bourrage isolant pour combler les vides et avoir ainsi une forme cylindrique aussi régulière que possible.

Ce cylindre pourra être recouvert d'une nouvelle gaine isolante et sera placé dans un ou deux tubes de plomb, sans soudures, le plomb sera entouré d'un matelas de filin goudronné et le tout recouvert d'une armature constituée par deux feuillards d'acier d'une épaisseur de 0,7 à 1,2 mm., protégés par un matelas de filin ou de toile goudronnés.

Les deux feuillards seront enroulés l'un sur l'autre dans le même sens, de manière à se recouvrir d'une quantité au moins égale au tiers de leur largeur, et ne devront, par conséquent, laisser en aucun point la gaine de plomb en vue.

Dans le cas où l'acheteur le demanderait, les deux feuillards pourraient être remplacés par une armature en fils d'acier.

On différenciera les conducteurs les uns des autres, par exemple, par un certain nombre de fils étamés, par des rubans de couleur différente, etc.

### III. DENSITÉ DU COURANT

Les câbles pourront supporter pendant un temps indéfini une intensité de courant en ampères par millimètre carré indiquée dans le Tableau ci-dessous :

Section de chaque conducteur en mm <sup>2</sup>	Jusqu'à 3 000 volts	De 3 000 à 10 000 volts	Au-dessus de 10 000 volts
5 à 20	3,5	3	2,5
20 à 50	2,5	2,5	2,5
50 à 100	2,0	2,0	2,0
100 à 200	1,5	1,4	1,4

Au-dessus de 200 mm<sup>2</sup>, les densités de courant feront l'objet de conventions spéciales.

Les densités de courant ci-dessus s'appliquent aux câbles torsadés et ne peuvent être adoptées pour les câbles concentriques.

### IV. ESSAIS DE RÉCEPTION DES CÂBLES A L'USINE

Les essais des câbles auront lieu à l'usine du fournisseur à des dates fixées après entente avec l'acheteur. Les appareils nécessaires seront fournis par le constructeur.

a) *Tension*. — Les câbles seront soumis d'abord pendant 15 minutes (entre les conducteurs et entre les conducteurs et l'armature) à une tension correspondant à trois fois la tension de fonctionnement normal, et ensuite pendant une heure à une tension double de la tension normale.

Toutefois la tension entre les conducteurs et l'armature pourra être réduite à deux fois la tension normale pour l'essai de 15 minutes et à une fois pour l'essai d'une heure.

b) *Isolement*. — La résistance d'isolement des câbles sera d'au moins 500 mégohms à la température de 10° C. par kilomètre, sous une tension de 100 volts (1). Ces essais devront être faits par la méthode de déviation comparée, et l'isolement minimum indiqué devra être obtenu soit entre les conducteurs, soit entre chaque conducteur et l'armature. La mesure sera faite après 2 minutes d'électrification. Les essais seront faits par le personnel du constructeur.

(1) L'isolement des câbles sous cellulose imprégnée baisse très rapidement avec l'élévation de température, le coefficient de correction dépendant du mode de construction; il y aura donc lieu de tenir compte de ce coefficient si la température d'essai n'est pas de 10°.

### V. EMBALLAGE. — TRANSPORT.

Les bobines ou tourets servant à l'emballage seront facturés au moment de l'expédition et remboursés pour les 9/10 de leur valeur après leur retour fait franco à l'usine des constructeurs, en bon état, aux frais de l'acheteur, si ce retour s'effectue dans le délai maximum de 6 mois.

Les câbles seront sous la surveillance et sous la responsabilité du constructeur jusqu'à l'arrivée au point de livraison.

### VI. POSE.

Si l'acheteur le demande, la pose sera effectuée par les soins et sous le contrôle du constructeur.

A cet effet il fournira les appareils nécessaires au déroulage des câbles dans les tranchées (1), il surveillera le déroulage, il fournira et montera les boîtes de jonction, de dérivation et d'extrémité nécessaires.

L'acheteur fournira tous les manœuvres nécessaires au déchargement, à la manutention des tambours et du matériel de pose et de déroulage du câble, il se chargera de l'exécution des tranchées, du remblayage, de la réfection du sol, de la fourniture des grillages et autres accessoires, du gardiennage, de l'éclairage, du magasinage des câbles et de l'outillage du constructeur. Les droits d'octroi, s'il y a lieu, seront à sa charge.

L'avancement des tranchées et les livraisons des câbles seront réglés de manière qu'il n'y ait pas de temps perdu ni pour le constructeur ni pour l'entrepreneur de terrassement.

### VII. ESSAIS APRÈS POSE.

Au plus tard 15 jours après la pose, il sera procédé aux essais de tension et d'isolement aux conditions ci-après :

a) *Tension*. — La canalisation posée par les soins du constructeur, y compris les boîtes de jonction et d'extrémité et de dérivation, sera soumise à une tension de deux fois la tension normale du réseau, soit entre conducteurs, soit entre chacun des conducteurs et la terre, pendant 15 minutes, le courant et les appareils nécessaires à l'essai étant fournis par l'acheteur et acceptés par le constructeur.

Toutefois la tension entre les conducteurs et l'armature pourra être réduite de une fois et demie la tension normale.

b) *Essai d'isolement*. — La canalisation, constituée comme il est dit ci-dessus, devra avoir une résistance d'isolement d'au moins 200 mégohms par kilomètre à 10°C. (2). Les appareils nécessaires à cet essai seront fournis par le constructeur.

La tension d'essai sera au moins de 100 volts.

### VIII. GARANTIES.

Les câbles sont garantis contre tout vice de matière, de fabrication ou de pose pendant une durée d'un an à partir de la mise en service, et au plus de 14 mois à partir de la livraison de ces câbles (*date de la facture*) à condition que la pose soit faite par les soins et sous le contrôle du constructeur, dans les conditions mentionnées ci-dessus.

Dans le cas où la pose serait faite par l'acheteur, les mêmes garanties sont maintenues, mais seulement contre tout vice de matière ou de fabrication.

A la fin de la période de garantie, la résistance d'isolement des canalisations sera de 50 mégohms par kilomètre à 10° C. ; les essais, s'il y a lieu d'en faire, étant toujours à la

(1) L'entrepreneur pourra faire payer une location pour ce matériel.

(2) Voir l'avant-dernière note.

charge et aux frais de l'acheteur dans les conditions indiquées ci-dessus.

Il est entendu que cet isolement est compris les abonnés étant débranchés.

Lorsqu'il se produira un accident provenant, à l'exclusion de toute autre cause, d'un défaut de matière, de fabrication, ou de pose, si elle a été faite par le constructeur, celui-ci devra réparer la canalisation dans le plus bref délai et à ses frais.

La responsabilité du constructeur est seulement limitée à la mise en état ou au remplacement de la partie défectueuse sans qu'il puisse résulter pour lui de dommages-intérêts.

Il aura également à sa charge tous les frais qui auront été occasionnés par cette réparation tels que : fouilles, réfections de trottoirs, etc., la valeur des travaux étant limitée à ce qu'aurait exigé la remise en état dans les conditions où se trouvait le sol au moment de la pose de la canalisation, sauf réserve faite par le constructeur au moment de la passation de la commande.

IX. DÉLAI DE LIVRAISON.

Les câbles faisant l'objet de la présente commande et leurs accessoires devront être livrés..... à..... dans un délai de..... à partir de la date de la signature du présent marché.

X. PRIX DE LA FOURNITURE

Les fournitures faisant l'objet du présent marché seront livrées aux prix suivants (1) :

XI. PAYEMENT.

Les conditions généralement acceptées sont les suivantes :  
 30 pour 100 à la commande ;  
 30 pour 100 à la fin de chaque mois de pose, et au plus tard 2 mois après notification que les câbles sont prêts à être reçus en usine ;

30 pour 100 à fin de mois des essais après pose, qui devront avoir lieu comme il est dit ci-dessus, et au plus tard 2 mois après le second paiement ;

10 pour 100 à fin de garantie, au plus tard 1 an et 2 mois après le deuxième paiement.

XII. CONTESTATIONS

Toutes les contestations auxquelles pourraient donner lieu l'interprétation et l'exécution des clauses du présent contrat seront tranchées par deux experts, chacun d'eux étant désigné par l'une des parties qui, si cela est nécessaire, désigneront un tiers expert pour les départager. En cas de désaccord sur la désignation du tiers expert, il sera choisi par le président du tribunal.

Si un accord était impossible le cas serait soumis à la juridiction du tribunal de.....

Les droits, doubles droits ou amendes éventuelles perçus à l'occasion du présent contrat seront à la charge de la partie qui aura donné lieu à la perception de ces droits.

(1) Variation des prix des câbles avec le cours du cuivre et du plomb. On prend généralement comme base le cours du cuivre électrolytique (*Electrolytic Wire Bars*) d'après le *Daily Commercial Report*, et l'on admet une variation de prix de 0 fr. 30 par mm<sup>2</sup> de section (section totale des conducteurs) et par km de longueur, pour chaque livre en plus ou en moins.

INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES

LES INSTALLATIONS HYDRO-ÉLECTRIQUES DE LA SOCIÉTÉ ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DU SUD-OUEST (\*)

L'examen de la carte de la région desservie par les installations électriques de la *Société Énergie électrique du Sud-Ouest* (fig. 1) montre un certain nombre de grandes villes telles que : Bordeaux, Angoulême et Périgueux, situées dans une région où les rivières sont assez abondantes, mais où, par la nature même du sol, les chutes d'eau réelles sont rares sinon inexistantes. Depuis longtemps on avait pourtant songé à alimenter, à l'aide de la houille blanche, cette région très industrielle et, en particulier, Bordeaux. Pour cette dernière, il avait été souvent question d'avoir recours aux forces hydrauliques des Pyrénées ; malheureusement la distance était très grande, et la région des Landes qu'il fallait traverser ne semblait pas devoir permettre un développement suffisant d'industrie sur le parcours du réseau.

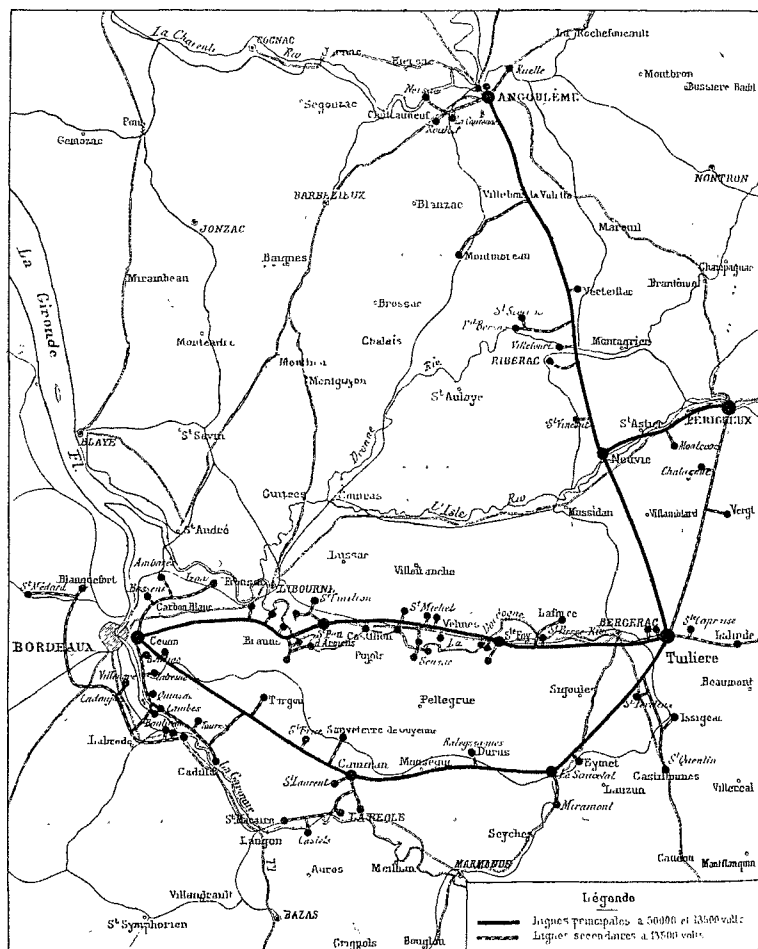


FIG. 1. — Réseau de distribution de la Société Énergie électrique du Sud-Ouest.

D'autre part, les chutes des Pyrénées furent petit à petit captées pour l'alimentation des régions avoisinantes, et toute la région actuellement desservie continuait à rester isolée. En particulier, la ville de Bordeaux ne possédait qu'une distribution d'énergie strictement suffisante pour assurer les services de traction et d'éclairage électrique. Il en était de même pour Angoulême et Périgueux, qui ne possédaient qu'un réseau de tramways peu étendu et quelques

(\*) Conférence de M. POSTEL-VINAY à la Société des Ingénieurs Civils de France