

$$M(\varphi^2 + a^2) \frac{d\omega}{dt} = -\frac{P}{g} \gamma a + (T - P)a \quad (7)$$

Cette équation est rigoureuse tant que l'on suppose que la masse d'inertie s'écarte assez peu du plan horizontal de l'axe A pour qu'il soit permis de négliger l'obliquité des forces $\frac{P}{g} \gamma a$, T et P . Elle nous suggère trois manières de concevoir l'application de l'instrument.

1° *Vibromètre*. — Nous pouvons supposer que l'action du ressort T est constamment égale au poids de la masse d'inertie; l'équation prend alors la forme :

$$M(\varphi^2 + a^2) \frac{d\omega}{dt} = -\frac{P}{g} \gamma a$$

par conséquent, l'accélération angulaire $\frac{d\omega}{dt}$ est proportionnelle à l'accélération linéaire γ du chassis sur lequel est fixé l'accéléromètre. Il en résulte que les écarts angulaires de la masse M sont proportionnels aux déplacements linéaires du support de l'instrument, et celui-ci peut tracer un diagramme de ces déplacements. Il est clair que l'amplitude maxima du déplacement doit demeurer inférieure à la valeur à partir de laquelle la condition d'applicabilité de l'équation cesse d'être remplie.

L'instrument ainsi employé est le vibromètre, dont on se sert dans la marine pour l'étude des trépidations des navires;

2° *Pendule Desdoutils*. — On peut disposer l'appareil de manière à faire varier la tension du ressort d'une façon continue, de telle sorte que $\frac{d\omega}{dt}$ reste nul : dans ces conditions, si, au début de l'expérience, la masse M était au repos relatif, la vitesse angulaire $\frac{d\omega}{dt}$ aura toujours une valeur très faible, et si la tension du ressort est proportionnelle à l'élongation angulaire de M , ce sera cette élongation qui mesurera l'accélération. Mais on conçoit que l'appareil ne puisse ainsi être employé que pour la mesure d'accéléra-tions assez lentement variables;

3° *Accéléromètre à Maxima du Laboratoire*. — Enfin, s'il s'agit de déplacements d'amplitude quelconque, et d'accéléra-tions rapidement variables, il faut avoir recours à une autre disposition pour que la butée de l'appareil, aux extrémités de sa course, ou ses lancés, ne perturbent pas les mesures.

Imaginons donc que T soit supérieur à P , mais que la masse M soit maintenue immobile par une butée. Tant qu'elle restera en contact avec cette butée, $\frac{d\omega}{dt}$ demeurera nul, et l'équation (7) devra être remplacée par la suivante, qui définit la réaction K de la butée. :

$$0 = -\frac{P}{g} a \gamma + (T - P) a - bk$$

De cette équation, on ne peut en général pas déduire la valeur de K , puisqu'on n'a qu'une relation pour définir γ et K , mais, au moment où γ atteint une valeur telle que la masse M se met en mouvement, la valeur de la réaction de la butée passe par zéro, et par suite, à cet instant, la valeur de γ se trouve mesurée; et l'on retombe ainsi sur l'équation (6) donnée plus haut.

On voit ainsi le caractère qui différencie cet instrument des deux précédents; un asservissement plus grand de la masse d'inertie a permis d'aborder un cas où les deux autres

appareils étaient impuissants, le premier à cause de l'étendue des déplacements du chassis, le second à cause de la rapidité avec laquelle varie l'accélération du chassis. Toutefois, cette extension de l'emploi du pendule d'inertie n'a pu être obtenue qu'en sacrifiant la continuité des mesures.

Enfin, pour terminer, nous citerons l'appareil créé, quelques temps après celui dont nous venons de parler, par M. Marié, Ingénieur en chef en retraite du Matériel et de la Traction des Chemins de fer P.-L.-M, qui lui est analogue. Il consiste, en principe, en 3 ou 4 plans inclinés juxtaposés, et de pente variable, sur lesquels glissent des masses de même poids. Le frottement de la masse sur le plan incliné équivaut ici à la tension du ressort.

(A suivre).

BOYER-GUILLON,

Ingénieur civil des Mines,

Chef de la section des essais de machines au Laboratoire
d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

INSTRUCTIONS SUR LE MONTAGE DES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

Instructions rédigées par les Associations françaises de Propriétaires d'Appareils à vapeur ayant un service électrique (Amiens, Lyon, Marseille, Mulhouse-Nancy, par l'Association des Industriels du Nord de la France (Lille), et par l'Association normande pour prévenir les accidents.

(Suite)

LAMPES ET ACCESSOIRES

§ 14. — *Lampes à incandescence et douilles* — a) Dans les douilles des lampes à incandescence les parties conduisant le courant doivent être montées sur des supports isolants, incombustibles et malléables à l'air; l'ébonite et les produits en bois comprimé ne peuvent donc pas servir.

b) Les parties conduisant le courant seront protégées contre tout contact extérieur par des enveloppes qui, ainsi que les clés des douilles à clé, seront bien isolées des parties conductrices. Les douilles à baïonnette doivent être cloisonnées au-dessus de 150 volts.

c) Dans les locaux où il peut se produire une explosion par inflammation de gaz, poussières ou de fibres, les lampes à incandescence doivent être munies de globes hermétiques recouvrant aussi les douilles; les lampes à incandescence à air libre (Nernst) ne peuvent y être tolérées. Dans les locaux contenant des matières inflammables, ces dernières lampes doivent être munies d'un dispositif empêchant la chute de particules incandescentes.

d) Les lampes à incandescence qui pourraient venir à toucher des matières inflammables doivent être pourvues de globes ou de treillis protecteurs, rendant impossible le contact immédiat des lampes avec ces matières. Les globes et tulipes en celluloïd ou autres matières facilement inflammables sont interdits.

e) Dans les locaux humides et mouillés, on ne doit pas employer de douilles à clé. Dans les locaux mouillés ainsi que dans ceux où il peut se dégager des vapeurs, les douilles doivent être en porcelaine ou matière similaire non sensible à l'action de l'humidité, et les lampes et douilles recouvertes de globes hermétiques.

f) Pour la moyenne tension les clés des douilles doivent être en matière isolante

g) Pour la haute tension les douilles à clef sont interdites ainsi que les lampes mobiles.

§ 15. — *Lampes à arc*. — a). Les lampes à arc doivent être munies d'un dispositif empêchant la chute de particules incandescentes.

b) Dans tous les locaux contenant des matières facilement inflammables, le globe simple n'est pas suffisant et il faut :

Soit deux globes (arc en vase clos);

Soit un globe et un cendrier;

Soit un abat-jour métallique renversé (arc renversé).

c) Dans les locaux contenant des poussières ou duvet facilement inflammables, les arcs à feu nu ne peuvent être tolérés, c'est-à-dire que les arcs semi-directs ou renversés doivent être couverts.

d) Dans les locaux où des explosions par inflammation de gaz ou de poussières sont à craindre, ainsi qu'à proximité de ces locaux, l'emploi des lampes à arc est complètement interdit.

e) Lorsqu'il y aura plus de six lampes en série, chaque lampe devra être munie d'un dérivateur automatique.

§ 16. — *Appareillage.* — a) Pour l'équipement des appareils d'éclairage (lustres), on ne devra faire usage que de fil à isolation forte ou très forte (§ 23 et 24), à moins que les appareils d'éclairage ne soient eux-mêmes isolés, cas dans lequel on pourra employer jusqu'à 150 volts des fils à isolation moyenne (§ 22).

b) Si les fils doivent être passés à l'intérieur des appareils, les ouvertures et les canaux destinés à les recevoir devront être suffisamment larges et dépourvus d'arêtes vives, de manière à ne pas endommager l'isolant pendant le montage.

c) Lorsque les fils sont fixés extérieurement, ils doivent être attachés de manière à ne pas pouvoir se déplacer et à ne pas être détériorés par les ligatures ou par l'usage.

d) Les globes protecteurs des lampes à incandescence et à arc doivent être disposés de manière à empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau.

e) On ne peut tolérer l'utilisation des conducteurs pour la suspension des lampes que si le poids total de la lampe et de l'abat-jour est inférieur à 500 gr. Les points de raccordement et de ligature ne doivent, en général, avoir à supporter aucune traction ni au point de suspension ni à la douille. Dans le cas d'un fil porteur, ce dernier doit être plus court que les conducteurs et les décharger. On ne doit pas employer comme fils porteurs de petits câbles en fer ou acier retordis avec les conducteurs.

f) Les lanternes des lampes à arc doivent toujours être isolées de leur suspension et de leurs guidages s'il y a lieu.

g) On doit éviter autant que possible de faire servir les mêmes appareils au gaz et à l'électricité. Si les appareils mixtes sont inévitables, ils devront remplir les conditions suivantes :

1° La résistance d'isolement entre la masse de l'appareil et la conduite de gaz sera d'au moins 500.000 ohms ;

2° Les douilles des lampes à incandescence seront elles-mêmes isolées de l'appareil ;

3° Les fils seront placés de telle façon qu'ils ne puissent être endommagés par la chaleur du gaz.

h) Pour la moyenne et la haute tension l'installation des appareils d'éclairage devra satisfaire aux conditions du § 1-e, c'est-à-dire qu'ils pourront être isolés s'ils ne peuvent être desservis que par des personnes isolées de terre (plancher en bois). Au contraire, ils devront être mis à la terre dans les autres cas et en particulier dans des locaux humides, et à l'extérieur lorsqu'ils sont accessibles.

A moins d'être installés dans des locaux très secs et très isolants, les treuils des lampes à arcs devront toujours être mis à la terre. Des dispositions spéciales seront prises pour que les lampes ne puissent être desservies sous tension.

LIGNES ET CONDUITES ELECTRIQUES

A. — PROPRIÉTÉS DES CONDUCTEURS ET DE LEURS ISOLANTS

§ 17. — *Résistivité électrique des conducteurs.* — a) Le cuivre employé pour les fils et câbles nus ou isolés aura une résistivité au plus égale à 1,65 microhm-centimètre à 0° C.

b) Sauf indications contraires, on admettra comme coefficient de variation de la résistivité en fonction de la température 0,004 par degré C.

c) Cependant les fils servant à la construction des lignes aériennes pourront faire exception à ces règles et, s'ils sont à base de cuivre, ils seront désignés sous le nom de bronze.

§ 18. — *Résistance mécanique des conducteurs.* — a) On désigne sous le nom de *cuivre mou* celui ayant une résistance à la rupture inférieure à 25 kilog. par millimètre carré.

b) Sous le nom de *cuivre demi-dur*, celui ayant une résistance comprise entre 25 et 35 kilogrammes.

c) Sous le nom de *cuivre dur*, celui ayant une résistance supérieure à 35 kilogrammes.

d) Pour les fils et câbles isolés destinés à être posés à l'intérieur des bâtiments, on ne doit employer que du cuivre mou.

§ 19. — *Conditions générales que doivent remplir les matières servant à l'isolation des conducteurs.* — a) L'isolation des fils et câbles doit se composer d'un isolant électrique recouvert d'une protection mécanique.

b) Dans les conditions normales de son emploi, l'isolant doit satisfaire aux conditions suivantes : Conserver ses propriétés

isolantes ; Ne pas devenir cassant ; Ne pas attaquer le métal conducteur.

Il résulte de cette dernière condition que dans tous les fils et câbles recouverts d'un isolant contenant du soufre, tel que le caoutchouc vulcanisé, le cuivre doit être étamé.

c) Pour le caoutchouc entrant dans les isolations spécifiées ci-après, on distingue :

1° Le caoutchouc dit *ruban para*, employé sous forme de ruban et constitué par du caoutchouc para pur non chargé, vulcanisé sans excès de soufre ;

2° Le caoutchouc dit *naturel*, constitué par un ruban de caoutchouc para pur non chargé, vulcanisé seulement après enroulement ;

3° Le caoutchouc dit *vulcanisé*, employé sous forme de gaine et vulcanisé pendant la fabrication du fil.

d) L'enveloppe protectrice des fils et câbles doit avoir des qualités mécaniques telles que l'isolant ne soit pas endommagé lors du montage et des nettoyages ordinaires.

B. — SPÉCIFICATION ET CONDITIONS D'EMPLOI DES TYPES COURANTS DE CONDUCTEURS

§ 20. — *Conducteurs nus.* — Pour les spécifications, voir paragraphes 17 et 18.

A l'extérieur, les conducteurs nus pourront être employés sur cloches appropriées à la tension (voir parag. 37-c).

A l'intérieur des bâtiments, l'emploi de poulies à nervures ou de poulies-cloches comme matériel de pose sera admis jusqu'à 30 volts dans les locaux secs. Au-dessus de 300 volts, ainsi que dans tous les autres locaux, la pose devra s'effectuer sur cloches appropriées à la tension (voir installation de l'emploi des conducteurs nus à l'intérieur des bâtiments au parag. 38-a, b, c).

§ 21. — *Fils et câbles à isolation « légère ».* — Ce type d'isolation doit comprendre au moins deux couches de coton (ou matières analogues) protégées par une tresse enduite.

A l'extérieur, l'emploi de ce type de conducteurs n'est pas toléré.

Jusqu'à 150 volts, il pourra être employé, à l'intérieur des bâtiments et dans des locaux toujours secs, sur les différents types d'isolateurs énumérés au paragraphe 30, ainsi que sous tubes en verre ou en porcelaine. Au-dessus de 150 volts, les conducteurs à isolation légère seront à traiter comme des conducteurs nus.

§ 22. — *Fils et câbles à isolation « moyenne ».* — Ce type d'isolation doit comprendre, soit :

a) Un ruban para enroulé soigneusement et avec recouvrements ; le poids minimum en grammes de ce ruban par mètre de fil simple sera exprimé par le même chiffre que celui indiquant le diamètre du fil en millimètres ; ou

b) Une gaine de caoutchouc vulcanisé dont l'épaisseur suivant le rayon aura au moins $(0,4 + 0,1 d)$ millimètres, d étant le diamètre total de l'âme en millimètres, sans condition d'étanchéité.

La protection mécanique sera assurée par un ou deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites, ou, pour les fils souples (1) par un tressage en soie ou un coton glacé.

A l'extérieur, l'emploi de ce type de conducteur n'est toléré que jusqu'à 150 volts et à la condition de ne pas être exposé à la pluie.

A l'intérieur des bâtiments l'emploi en sera restreint aux locaux absolument secs.

Au-dessus de 150 volts, les fils souples multiples de ce type d'isolation seront interdits.

A partir de 300 volts, la pose sur poulies à nervures ou équivalents sera de rigueur.

Ce type de conducteurs ne pourra être employé à aucune tension comme *conducteur mobile*, ni, quand il est forcé en cordon souple, comme ligne d'interrupteur unipolaire.

§ 23. — *Fils et câbles à isolation « forte »* (300 mégohms). — Ce type d'isolation doit comprendre deux couches de caoutchouc dont l'une au moins sous forme de gaine vulcanisée, complètement imperméable et dont l'épaisseur totale suivant le rayon aura au moins $(0,8 + 0,1 d)$ millimètres.

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites ou, pour les fils souples, par une tresse en soie ou en fil glacé.

Ce type d'isolation devra résister pendant une demi-heure à une tension efficace de 2.000 volts en courant alternatif sinusoïdal

(1) On entend par fils souples les conducteurs composés de fils dont le diamètre ne dépasse pas 0,2 millimètre.

de 50 périodes à la seconde, après une immersion de vingt-quatre heures dans l'eau à 15° C environ.

Les conducteurs de ce type d'isolation pourront être utilisés jusqu'à 300 volts, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments, sur tout le matériel de pose énuméré aux paragraphes 30 et suivants.

De 300 à 600 volts, ils ne pourront plus être employés ni sous moulures, ni sous tubes à plus d'un fil, ni comme conducteurs mobiles torsadés en cordon souple ; dans les locaux humides la pose devra se faire au moins sur poulies à nervures et, dans les locaux mouillés, sur cloches.

De 600 à 1.000 volts, l'emploi en sera restreint aux locaux secs.

§ 21. — *Fils et câbles à isolation « très forte »* (600 mégohms). — Ce type d'isolation doit comprendre deux couches de caoutchouc vulcanisé, complètement imperméables, dont l'épaisseur totale mesurée suivant le rayon aura au minimum $(1 + 0,1 d)$ millimètres.

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites ou, pour les fils souples, par une tresse en soie ou en fil glacé.

Ce type d'isolation devra résister pendant une demi-heure à une tension efficace de 2.500 volts, en courant alternatif sinusoïdal de 50 périodes à la seconde, après une immersion de vingt-quatre heures dans l'eau à 15° C environ.

Fils souples pour équipement des lustres. — Pour les fils d'équipement de lustres correspondant aux spécifications des paragraphes 23 et 24, on pourra réduire les épaisseurs minima des isolants d'un tiers, à la condition que la couche protectrice extérieure soit constituée par un tressage de soie cirée.

A l'extérieur, les conducteurs à isolation « très forte » pourront être employés jusqu'à 600 volts.

Dans les locaux humides, il y aura lieu d'en opérer le montage sur poulies à nervures ou équivalents à partir de 300 volts, et sur cloches ou doubles cloches de 600 à 1.000 volts. Au-dessus de 1.000 volts l'emploi en sera restreint aux locaux secs, sur poulies à nervures au moins.

Les conducteurs mobiles de ce type d'isolation seront interdits à partir de 600 volts, quand ils seront torsadés en fils souples.

§ 25. — *Fils et câbles à isolation « supérieure »* (1.200 mégohms). — Ce type d'isolation doit comprendre : Une couche de caoutchouc naturel ; Deux gaines de caoutchouc vulcanisé complètement imperméables, dont l'épaisseur mesurée suivant le rayon aura au moins $(1,3 + 0,1 d)$ millimètres.

La protection mécanique sera assurée par deux rubans caoutchoutés ou tresses enduites.

Ce type d'isolation devra résister pendant une demi-heure à une tension efficace de 3.000 volts en courant alternatif sinusoïdal de 50 périodes, après une immersion de vingt-quatre heures dans l'eau à 15° C environ.

Jusqu'à 600 volts les conducteurs à isolation « supérieure », pourront être employés tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments sur tout le matériel de pose, dans les conditions spécifiées aux paragraphes 30 et suivants.

A partir de 600 volts la pose devra se faire, dans les locaux humides, sur poulies à nervures ou équivalents, et, dans les locaux mouillés, sur cloches ou doubles cloches.

Au-dessus de 1.000 volts, ce type de conducteurs ne devra plus être employé dans les locaux humides et mouillés que sur cloches au moins.

§ 26. — *Câbles à revêtement métallique non étanché.* — Les câbles qui seront recouverts d'une enveloppe métallique non étanche (plomb mince, feuille métallique repliée, tressage ou spirale métallique) devront avoir au moins une isolation de 300 mégohms (600 mégohms pour les fils souples).

Ces conducteurs pourront, en général, être utilisés dans les mêmes conditions que les fils ordinaires de la même catégorie d'isolation, à la condition toutefois que leur enveloppe métallique puisse résister aux influences du milieu ambiant.

§ 27. — *Câbles sous plomb avec armature de fer feuillard.* — Les fils et câbles recouverts d'une couche de plomb d'une épaisseur minima (mesurée suivant le rayon) de $(1 + 0,1 d)$ millimètres pourront avoir également une isolation composée de fibres imprégnées, dont l'épaisseur même, mesurée suivant le rayon, ne devra pas être inférieure à $(1,6 + 0,1 d)$ millimètres.

La section minima admissible pour cette catégorie est de 5 millimètres carrés.

Ces conducteurs pourront être employés, selon leur degré d'isolation, pour toutes les tensions, sans protection spéciale.

Pour la moyenne et la haute tension, l'armature ainsi que les boîtes de jonction sont à mettre à la terre.

C. — DIMENSIONS DES CONDUCTEURS

Trois facteurs principaux et indépendants sont à prendre en considération pour déterminer les dimensions des conducteurs électriques, à savoir :

- 1° L'échauffement ;
- 2° La résistance mécanique ;
- 3° La chute de tension ou la perte d'énergie consentie.

§ 28. — *Dimensions à donner au point de vue de l'échauffement.* — a) L'intensité en régime normal correspondant à une section donnée (et, par le fait, le calibre maximum du coupe-circuit) est indiquée, pour les principaux types de fils ou câbles en cuivre, dans le tableau (1) ci-après.

DIAMÈTRE en mm	SECTION en mm ²	INTENSITÉS EN AMPERES				
		Lignes extérieures et aériennes	Lignes à l'intérieur des bâtiments (nues ou isolées)	Câbles souterrains à		
				1 conduc- teur	2 conduc- teurs	3 conduc- teur
0,9	0,65	»	4	»	»	»
1,13	1	»	6	»	»	»
1,6	2	»	11	»	»	»
2,0	3	»	15	»	»	»
2,5	5	20	20	»	»	»
3,0	7	25	25	»	»	»
3,5	9	30	30	»	»	»
»	14	40	40	85	60	55
»	25	60	55	120	85	75
»	38	85	75	160	115	100
»	50	105	90	190	135	115
»	60	120	105	200	150	130
»	75	140	125	240	170	150
»	100	175	150	280	200	175
»	125	210	175	320	225	200
»	150	240	200	360	250	225
»	175	270	225	390	275	250
»	200	300	250	420	300	270
»	250	350	290	480	340	310
»	300	400	330	540	380	340
»	400	500	410	640	450	400
»	500	600	480	730	520	450
»	600	680	550	810	580	500
»	800	850	680	960	700	580
»	1000	1000	800	1100	800	650

Cependant, on pourra exceptionnellement surcharger de 50 pour 100 au maximum les conducteurs dont la section aura été déterminée au moyen de ce tableau, mais à la condition de ne pas changer le calibre des coupe-circuits.

b) Pour les conducteurs constitués par un métal de résistivité plus élevée que celle spécifiée au paragraphe 17, il y aura lieu de choisir les sections et intensités de façon à rester dans les mêmes limites d'échauffement que celles qui ont servi de base au régime de 30° C environ pour la surcharge maxima de 50 pour 100.

c) Les intensités indiquées précédemment pourront être dépassées momentanément pour les conducteurs soumis à un régime variable, pourvu que l'échauffement reste dans les limites précitées.

§ 29. — *Dimensions à donner au point de vue de la résistance mécanique.* — a) Les dimensions minima à donner aux conducteurs en cuivre, en vue d'assurer une résistance mécanique suffisante, sont les suivantes :

(1) Ce tableau a été établi avec la condition d'échauffement à environ 12° C (sauf pour les lignes aériennes), c'est-à-dire que, pour des intensités supérieures de 50 % à l'intensité normale, la surélévation de température atteindrait environ 30° C, limite que l'on ne peut guère dépasser, si l'on ne veut pas compromettre la bonne conservation des isolants au caoutchouc, ainsi que celle des câbles souterrains.

Diamètre en mm	Section en mm ²	
0,8	0,5	fil pour appareillage des lustres ;
0,9	0,65	fil isolés sous tubes ou sur isolateurs dont la distance est inférieure à 1 m. 50 ;
2	3	conducteurs nus à l'intérieur des bâtiments ; conducteurs isolés (à l'intérieur ou à l'extérieur) dont les portées dépassent 1 ^m 50 sans être supérieures à 5 mètres.
2,5	5	conducteurs nus (cuivre dur) pour lignes aériennes de basse et moyenne tension ; conducteurs nus à l'intérieur des bâtiments pour haute tension ; câbles sous plomb avec armature de fer feuillard ;
3	7	conducteurs nus (cuivre dur) pour lignes aériennes de haute tension jusqu'à 5 000 volts, quand les portées restent inférieures à 30 mètres ;
3,5	9	conducteurs pour lignes de terre ; conducteurs nus (cuivre dur) pour lignes aériennes de haute tension au-dessus de 5.000 volts, ou quand les portées dépassent 30 mètres.

b) Les conducteurs nus servant à la construction des lignes aériennes devront, en général, être en cuivre dur, ou, s'ils ont une résistance spécifique à la rupture différente de celle du cuivre dur (voir § 18-a), ils devront avoir des dimensions telles que leur résistance à la rupture égale au moins celle que comporteraient, dans chaque cas, les dimensions minima correspondantes indiquées plus haut, en prenant pour base une résistance à la rupture de 35 kilogr. par millimètre carré.

D. — MATÉRIEL DE POSE. ISOLATEURS, TUBES, MOULURES, CRAMPONS

§ 30. — *Isolateurs.* — a) On entendra par isolateurs les supports directs des conducteurs, qui devront être en matière isolante, incombustible, inaltérable et insensible à l'humidité. Leur forme devra être telle qu'ils ne puissent endommager les conducteurs ou leur isolant.

b) Les isolateurs peuvent en général rentrer dans les catégories suivantes :

1° *Isolateurs à cloches multiples.* — Les isolateurs à cloches multiples pourront être employés dans tous les cas tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments, à la condition d'être appropriées à la tension. Ils devront être placés de manière à ne pas permettre l'accumulation de l'eau dans les cloches.

Les isolateurs qui n'auront qu'une *double cloche* ne pourront être employés à l'extérieur et dans les locaux mouillés que s'ils ont au moins 80 millim. de hauteur pour les tensions supérieures à 300 volts et 60 millim. pour les tensions inférieures.

2° *Isolateurs à simple cloche.* — Les isolateurs à simple cloche ne pourront être employés à l'extérieur ou dans les locaux mouillés que jusqu'à 300 volts et à condition d'avoir une hauteur de 80 millim. au moins. Ils devront également être posés de manière à ne pas permettre l'accumulation de l'eau dans la cloche.

3° *Poulies à nervures et poulies-cloches.* — Ces isolateurs ne pourront être employés à l'extérieur que s'ils ne sont pas exposés à la pluie. Leurs dimensions devront être en rapport avec l'humidité du local, la tension et l'isolation des conducteurs avec un minimum de 35 millim. de distance superficielle de la gorge à la base et à la tête de vis.

Il est recommandable de graisser les vis de fixation dans les locaux humides.

4° *Poulies hautes.* — Les poulies hautes, c'est-à-dire celles ayant au moins une embase de 10 millim. de hauteur, peuvent être employées dans les mêmes conditions que les précédentes tant que l'humidité des locaux le permet.

5° *Poulies basses.* — Les poulies basses fixées contre les parois ne peuvent être employées que dans les locaux secs et jusqu'à 600 volts.

6° *Taquets.* — Les taquets pourront être employés dans les mêmes conditions que les poulies suivant la hauteur de leur embase.

§ 31. — *Tubes.* — a) Les tubes ne devront pas présenter à l'intérieur d'arête vive pouvant endommager l'isolation du conducteur pendant la pose.

b) Les tubes isolants devront être constitués par une matière inaltérable à l'air et à l'humidité. Ils pourront, d'ailleurs, avoir

une armature métallique qui sera de rigueur à partir de 600 volts (voir d).

c) Les tubes métalliques non garnis intérieurement d'une matière isolante devront être rendus moxydables et en général insensibles à l'action chimique du milieu ambiant. Ils ne devront contenir que des fils ayant au moins une isolation forte (300 mégohms).

d) *Les tubes métalliques*, ainsi que l'enveloppe métallique de tubes isolants, devront constituer, s'il y a lieu, une protection efficace pour les conducteurs, en particulier, s'ils sont destinés à être logés dans les murs, ils devront avoir une résistance mécanique suffisante pour empêcher la pénétration de clous ou de vrilles.

Pour la moyenne et la haute tension, les raccords devront être reliés électriquement et l'armature mise à la terre.

e) Lorsqu'on se sert de tubes à armature métallique pour y loger des conducteurs de courants alternatifs, il y a lieu en général de loger les fils d'aller et de retour dans le même tube pour éviter l'échauffement de l'armature par suite des courants d'induction.

f) Le diamètre intérieur des tubes, le nombre des coudes et leur rayon ainsi que le nombre des boîtes de jonction doivent être choisis de telle manière qu'on puisse en tout temps passer ou retirer des conducteurs. Les branchements, dérivations et raccords des conducteurs ne doivent pas se faire dans les tuyaux mêmes, mais dans des boîtes de jonction qu'on puisse ouvrir facilement en tout temps.

g) L'emploi de tubes contenant plusieurs fils sera restreint aux locaux absolument secs, à des tensions inférieures à 600 volts. Les conducteurs devront avoir au moins une isolation forte (300 mégohms). Un même tuyau ne doit pas contenir, en général, plus de trois conducteurs.

h) Les tuyaux contenant des conducteurs doivent être disposés de façon à empêcher l'entrée et l'accumulation de l'eau.

§ 32. — *Moulures.* — a) Les moulures doivent être en bois sec ; l'intervalle entre les rainures doit avoir au moins 6 millim. La ligne de pose des pointes doit être indiquée sur le couvercle.

b) Les moulures ne peuvent être employées que dans les locaux parfaitement secs, à des tensions inférieures à 600 volts, et ne doivent contenir que des fils ayant au moins une isolation forte (300 mégohms). Elles ne pourront être placées en dessous des conduites d'eau ou de vapeur sans être efficacement protégées contre la chute des gouttes d'eau. Leur écartement minimum des conduites et pièces métalliques sera de 30 millimètres.

c) Les moulures doivent être enduites avant leur pose, et au moins sur la face regardant le mur, d'un produit empêchant l'absorption de l'humidité. On interposera, au moins dans les locaux industriels, entre les murs et les moulures, des cales, de manière à laisser derrière les moulures un espace d'air de 3 millimètres.

d) Les fils seront posés librement dans les rainures à raison d'un fil par rainure et sans être maintenus par des pointes.

e) Les moulures devront toujours rester apparentes, c'est-à-dire ne pas être recouvertes de papier ou de tentures, et encore moins de crépissage.

f) Si plus de deux moulures sont posées parallèlement, il sera bon d'apposer d'une manière visible des marques pour permettre de suivre les différents circuits.

§ 33. — *Crampons.* — Les crampons ne pourront être employés que pour fixer les lignes mises intentionnellement à la terre dans les endroits secs.

Leur emploi ne devra pas provoquer de détérioration des conducteurs.

(A suivre)

AMORTISSEUR DE COUPS DE BÉLIER à l'Usine hydro-électrique de Tumwater Canyon

La compagnie du *Great Northern Railway* ayant décidé l'électrification du tunnel de la Cascade, dans l'état de Washington, sur sa ligne transcontinentale de Seattle, sur le Puget Sound, à Chicago, par Spokane, a fait aménager une chute de la Wenatchee River, à Tumwater Canyon.

L'eau est amenée à l'usine au moyen d'une conduite forcée