

Dans les stations, le point neutre doit être mis à la terre, par l'intermédiaire d'une forte résistance. S'il n'y a pas de point neutre accessible, on en crée un artificiel. Tout le matériel de haute tension est enfermé dans des réservoirs étanches remplis d'huile. On se sert d'un transformateur et d'un interrupteur spéciaux renfermés chacun dans un réservoir séparé, pour chaque phase de chaque ligne. Enfin tout le matériel à haute tension, ainsi enfermé, est disposé à l'air libre.

Aucun conducteur à haute tension n'arrive au tableau, d'où toutes les manœuvres sont commandées et effectuées à distance, par l'intermédiaire de relais.

Tous les appareils doivent être munis de bobines de choc, pour les protéger contre les fronts d'onde à talus trop rapide.

Le point neutre des lignes de transport ne doit jamais être en contact direct avec le sol. Pour empêcher la ligne d'acquiescer une charge statique, le mieux est de lui donner un point neutre artificiel branché d'une manière permanente sur le réseau. Cela suffit, si la tension normale des lignes de transport est peu différente de celle qui déterminerait la production d'effluves. On se trouve naturellement conduit à remplir cette condition, lorsque la ligne est à très haute tension.

Dans le cas contraire, il faut protéger la ligne. Dans ce but :

1° Aux deux extrémités de la ligne, on relie à un point neutre chaque conducteur par un circuit renfermant un paratonnerre à cornes et un condensateur électrolytique. Le point neutre est relié lui-même au sol par un condensateur électrolytique.

2° Afin d'éteindre immédiatement tout arc qui prendrait naissance à la surface d'un isolateur, on emploie la méthode de Creighton, qui assure la mise à la terre momentanée de tout conducteur, d'où vient à jaillir un arc.

Grâce à ces précautions, on est parvenu à une grande sécurité de fonctionnement et, à l'heure actuelle, les courants triphasés constituent le moyen le plus pratique de transporter de grandes quantités d'énergie à de très grandes distances.

En sera-t-il toujours de même ? M. Leblanc ne le croit pas.

Il y aurait un intérêt majeur à substituer des lignes souterraines en câbles armés aux lignes aériennes, qui seront toujours soumises aux intempéries et à la malveillance. Rien ne serait plus facile avec les courants continus.

Avec les courants alternatifs, il n'en est plus de même, à cause des phénomènes de capacité. Les lignes souterraines devraient être accompagnées de bobines de self-induction, qui leur fourniraient leur courant de charge, dont la puissance apparente serait bien supérieure à la puissance réelle transportée. Non seulement elles coûteraient cher et consommeraient beaucoup d'énergie, mais des surtensions dues aux résonances entre elles et la ligne seraient fort à redouter. Les courants triphasés, même à fréquence réduite, telle que 15, exigent que l'on se serve de lignes aériennes pour les grands transports.

Or, les progrès rapides de la soupape à mercure de Cooper Hewitt permettent de prévoir que, dans un avenir peu éloigné, il sera facile de redresser, avec elle, les courants des plus grands alternateurs et de les transformer en courants continus de haute tension. On obtiendrait ainsi des courants continus de tension constante faciles à transmettre le long de lignes souterraines.

Mais il faut se préoccuper de leur utilisation. Il conviendrait que l'on pût retransformer à l'arrivée le courant con-

tinu de haute tension en courant alternatif de fréquence voulue, par un processus inverse de celui employé au départ.

Les phénomènes utilisés dans la télégraphie sans fil et ceux de l'arc chantant montrent que le problème est possible. Il faudrait disposer d'un éclateur coupant imperturbablement le courant qui le traverserait, la première fois que son intensité s'annulerait d'elle-même, ne se réamorçant que sous une tension élevée, 100 000 volts par exemple, et ne faisant plus subir au courant, une fois réamorcé, qu'une chute de tension insignifiante, telle que 14 volts.

Or, l'interrupteur à mercure de Cooper Hewitt, que l'on peut considérer comme l'appareil réciproque de sa soupape, paraît remplir ces conditions.

M. Leblanc termine sa conférence par ces quelques mots qui sont une véritable profession de foi :

« Il y a quelques années, en prenant possession de la présidence à laquelle avait bien voulu m'appeler la Société internationale des Electriciens, je disais aux jeunes ingénieurs qui m'entouraient : Croyez-moi, il n'y a plus rien à faire avec l'induction, c'est dans les tubes à vide qu'il faut chercher. Eh bien, c'est de plus en plus ma conviction et je terminerai en le répétant. »

MESURES ÉLECTRIQUES

Règles officielles de la Société allemande des electriciens pour la fixation du "régime" et l'essai des machines électriques et transformateurs (1).

Il est d'abord donné une définition précise des termes de générateur, moteur, etc... et autres désignant les diverses catégories du matériel électrique. La réglementation doit être entendue comme s'appliquant à l'exécution de toute commande quelconque, à moins que le contraire n'ait été spécifié expressément. L'application des diverses prescriptions doit être entendue comme faite à un matériel parvenu à une température stationnaire.

Pour les moteurs d'une puissance inférieure à 0,2 Kw., la plaque indicatrice doit seulement mentionner le numéro de série, la tension (V), l'intensité (I), la fréquence (symbole \sim) et le nombre de tours par minute.

Pour les puissances plus grandes, les indications particulières qui doivent être fournies sur la plaque sont : type, — numéro de série, — puissance, — tension normale, — mode de connexion (en se servant des symboles Δ et Y), — intensité normale, — facteur de puissance, — régime au point de vue de la durée d'application de la charge, — fréquence, — tension de démarrage dans le cas des moteurs asynchrones, — tension d'excitation dans le cas des machines à excitation indépendante.

Dans le cas des transformateurs, on doit trouver mentionné : le rapport de transformation, — la tension de court-circuit, — les connexions, avec référence à un diagramme dans le cas des transformateurs triphasés.

On doit faire en sorte que des transformateurs destinés à être groupés en parallèle le soient en connectant ensemble les bornes *marquées des mêmes lettres*. Si la tension, l'intensité, ainsi que le nombre de tours par minute sont susceptibles de variations, on doit indiquer les limites de leur

(1) (Normalien für Bewertung und prüfung von Electricischen Maschinen und Transformatoren) *Elektrotechnische Zeitschrift*, 34, 17 avril 1913, pages 451-454.

Ces règles sont revues périodiquement par la *Société Allemande des Ingénieurs Electriciens*. Ce nouveau texte contient des modifications et des précisions nouvelles.

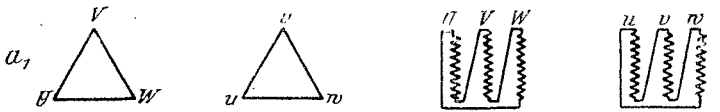
variation, ainsi que les limites correspondantes de la puissance. Faute de la spécification d'un régime de durée sur la plaque, on doit supposer que le matériel fonctionne d'une façon continue à la charge normale sans dépasser les limites de température indiquées plus bas.

Les durées de fonctionnement en cas de régime de service comportant des interruptions sont 10, 30, 60, 90 minutes.

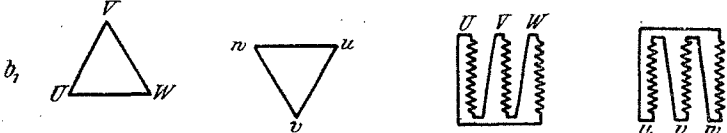
L'élévation de température doit être mesurée après obtention d'un régime stationnaire (ou dans certains cas après

SCHEMAS TYPES POUR LE COUPLAGE DES TRANSFORMATEURS TRIPHASÉS

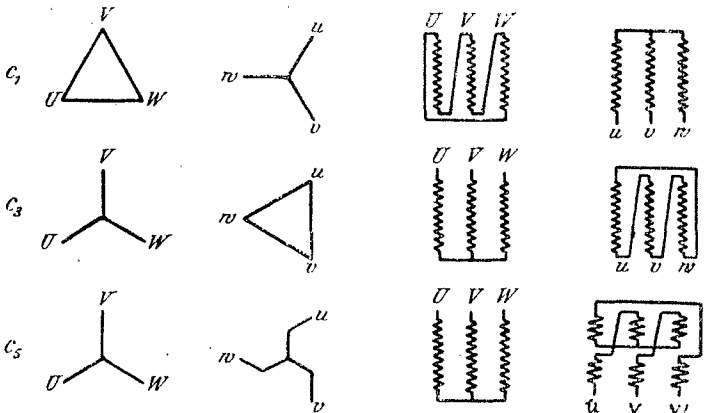
GRUPE A



GRUPE B



GRUPE C



10 heures), toutes les fois qu'il s'agit d'une machine comportant au régime de marche sans interruption ou à l'expiration des périodes fixées dans le cas de régime discontinu. Durant ces essais, le matériel doit être placé tout à fait dans les conditions normales au point de vue des fermetures, couvercles, etc...

Dans les cas où le refroidissement est obtenu artificiellement, la température des parties voisines doit être prise, ainsi que celle de l'air insufflé ou de tout autre réfrigérant. Les déterminations doivent être faites au thermomètre, excepté dans le cas d'enroulements d'excitation à courant continu, et de tous bobinages immobiles, où la mesure se fait à l'aide de l'augmentation de résistance.

Le coefficient d'augmentation de résistance du cuivre avec la température doit être pris avec des valeurs variables qui sont de 0,427 % par degré pour une température initiale de 0°, de 0,393 % par degré pour une température initiale de 20° C., de 0,364 % par degré pour une température initiale de 40° C.

ELÉVATIONS DE TEMPÉRATURE ADMISSIBLES

a) Enroulements :	
Inducteurs à courant continu immobiles :	
Coton non imprégné	85° C.
Coton imprégné, sous papier, émail, etc.....	95°
Sous asbeste, mica, ou préparations analogues.	115°
Transformateurs :	
Coton non imprégné exposé à l'air.....	85° C.
Coton imprégné, ou sous papier, émail, etc..., exposé à l'air	95°
Coton ou papier dans l'huile.....	105°
Asbeste, mica ou préparations analogues.....	115°
Coton dans le cas d'huilage superficiel.....	95°
Mobiles emprisonnés dans des dents :	
Coton non imprégné.....	75° C.
Coton imprégné ou avec papier, émail, etc....	85°
Coton, papier ou émail avec remplissage des encoches	95°
Asbeste, mica ou préparations analogues.....	115°
b) Commutateurs et bagues à frottement...	
c) Fer dans lequel les enroulements sont emprisonnés : suivre les limites imposées dans a) aux enroulements eux-mêmes.	
d) Palières.....	80° C.

Dans le cas des moteurs de traction, l'élévation de température pendant le fonctionnement d'une heure à pleine charge peut dépasser les valeurs prévues ci-dessus de 20° sauf en ce qui concerne les palières.

Lorsque plusieurs matériaux isolants sont employés simultanément dans les mêmes parties, c'est la température la plus basse qui devient de règle pour l'ensemble.

Dans le cas de conducteurs mis d'une façon permanente en court-circuit, les limites ci-dessus peuvent être dépassées de 10 degrés.

Moyennant les températures ci-dessus, les capacités de surcharge sont les suivantes :

Générateurs, moteurs, convertisseurs, transformateurs : 25 % pendant 30 minutes avec un facteur de puissance au moins égal à celui indiqué sur la plaque. — Moteurs, convertisseurs, transformateurs : 40 % pendant 3 minutes.

Les machines rotatives doivent supporter une élévation de 15 % sous le rapport de la vitesse par rapport à la valeur normale pendant 5 minutes.

Les générateurs doivent pouvoir maintenir une tension constante à la vitesse normale jusqu'à une surcharge de 15 pour 100.

L'isolement doit supporter les épreuves suivantes pendant 1 minute :

Tension normale	Tension d'épreuve
40 à 5 000 volts....	2,5 fois la tension normale. Minimum : 1 000 volts.
5 000 à 7 500 volts....	la tension norm. + 7 500 V. Minimum : 12 500 volts.
Au-dessus de 7 500 volts..	2 fois la tension normale.

Les appareils au-dessous de 40 volts s'essaient à 100 volts. Les bobines d'excitation pour excitation séparée s'essaient à une tension égale à 3 fois la tension normale avec minimum de 1 000 volts.

Les rotors bobinés de moteurs d'induction s'essaient à une tension égale à 2,5 fois celle induite au moment du démarrage.

Toutes les machines et appareils doivent pouvoir supporter une augmentation de tension de 30 % pendant 5 minutes. La manière d'appliquer la tension est indiquée en détail dans le texte ainsi que les conditions de relevé des chiffres relatifs au rendement, et les diverses méthodes à employer. Ce sont :

La méthode de marche à vide et de court-circuit pour les transformateurs, — pour les machines, les méthodes électriques directes et indirectes, les méthodes mécaniques directes et indirectes, — la mesure des pertes par la méthode de marche à vide ou par l'entraînement à l'aide d'un moteur auxiliaire (méthode du moteur taré).

Le coefficient de régulation d'un générateur, sous le rapport de la tension, s'entend comme la variation en pour cent aux bornes du réseau quand la charge est brusquement supprimée en supposant qu'il ne se produit concurremment aucune variation des conditions du circuit d'excitation, qui sont supposées les conditions normales, ni de la vitesse qui est également supposée avoir la valeur normale.

On recommande d'observer autant que possible les valeurs « normales » suivantes :

Fréquence : 50

Nombre de pôles : accroissement par 2 jusqu'à 12.
ensuite par 4 jusqu'à 40.
ensuite par 8 jusqu'à 80.

Tension pour les machines à courant continu : 110 — 220 — 440 — 500 — 750 volts.

Tension pour les enroulements primaires, moteurs et transformateurs à courant alternatif : 120 — 220 — 380 — 500 — 1 000 — 2 000 — 3 000 — 5 000 — 6 000 volts.

Enfin le texte est accompagné d'une planche de schémas types pour les couplages des transformateurs triphasés (Voir figures ci-jointes).

P. BOURGUIGNON.

RESSOURCES HYDRAULIQUES DE LA PROVINCE DE QUÉBEC

Lorsque le voyageur quittant la vieille Europe parcourt pour la première fois l'Amérique, l'Asie ou l'Afrique, il est toujours très vivement frappé par l'importance et la largeur des fleuves qui drainent leurs plaines immenses. L'Europe, en effet, au relief tourmenté, profondément découpée par la mer, ne présente, sauf en Russie, aucun bassin hydrographique très vaste, et les rivières qui l'arrosent semblent bien faibles quand on les compare aux immenses fleuves qui, comme l'Amazone, le Congo ou le Mississipi, drainent des contrées plusieurs fois grandes comme la France.

Je me rappelle l'impression profonde que j'ai ressentie à la vue du Gange, du Yang-Tsé-Kiang, du Saint-Laurent, et de bien d'autres sillonnés sur des centaines de kilomètres par de grands navires de 10 à 15 000 tonnes. Ces fleuves majestueux, larges parfois de plusieurs kilomètres, roulent une masse d'eau énorme, et jusqu'à présent bien peu de chose a été fait pour améliorer les conditions de la navigation et surtout pour utiliser la puissance hydraulique énorme qu'elles pourraient produire.

En France, le *Service des Grandes Forces hydrauliques* dont tous les ingénieurs hydrauliciens suivent avec le plus

grand intérêt les travaux si utiles et conduits avec une méthode et une précision qu'on ne saurait trop louer, a déjà fixé les points essentiels, et il ne lui reste plus qu'à compléter le programme tracé et à terminer l'étude de nos ressources hydrauliques. La plupart des pays de l'Europe ont constitué également des services chargés de faire ce travail que des particuliers ne pourraient conduire avec la continuité et l'ampleur nécessaires. Comprenant les services que cette étude peut rendre, le Gouverneur de la province de Québec a institué en 1910 une *Commission du Régime des Eaux courantes de Québec*.

Cette Commission a eu l'amabilité de nous envoyer son premier rapport, fortement documenté, qui étudie tout spécialement la rivière Saint-Maurice, l'un des affluents importants du Saint-Laurent. Nous extrayons de ce rapport quelques renseignements sur les très grandes ressources hydrauliques de cette province. Nous pensons que les notes qui vont suivre intéresseront nos lecteurs. Nous leur avons montré les installations hydrauliques de la Suède et de la Norvège (*La Houille Blanche*, N^{os} 4 et 7, 1908, S. Lubeck; N^{os} 10, 11, 12, 1910. J. Bally; N^{os} 1 et 2, 1911, de La Brosse; Etc), où ont été créées des usines colossales, pour la plupart utilisées à la fabrication électrochimique des nitrates; nous décrivons d'autre part très fréquemment les entreprises américaines qui se distinguent par la puissance des machines employées. On verra, par ce qui suit, que ces installations ne marquent vraisemblablement encore qu'un début dans la voie des entreprises grandioses dont on peut escompter la réalisation. Nous considérons chez nous, que l'aménagement du Rhône par exemple, est une œuvre d'une ampleur dépassant nos moyens; mais combien elle paraît modeste quand on la compare à celles que nos concurrents des pays neufs étudient. M. le professeur MATIGNON disait en terminant son remarquable travail sur le problème de la fixation industrielle de l'Azote que nous avons analysé dans les précédents numéros, que les procédés électro-synthétiques étaient limités par la difficulté de trouver des forces motrices suffisantes... Que ces procédés soient mis au point et nous verrons que des millions de chevaux peuvent y être affectés non seulement dans les pays dont nous allons parler ci-après, mais ailleurs encore.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Sur la foi des calculs établis par les soins de la *Commission de Conservation du Canada*, on évalue à 6 millions de chevaux-vapeur le chiffre total de la puissance hydraulique dans la seule province de Québec et encore beaucoup de personnes autorisées estiment que ce chiffre est trop faible. Dans le rapport qu'elle a fait paraître pour l'année 1911, cette Commission évalue à 300 000 HP la puissance mise en œuvre, chiffre qui actuellement devrait être porté à 400 000 surtout si l'on tient compte des travaux effectués sur la rivière Ottawa.

Les résultats acquis sont très encourageants, mais il serait facile d'augmenter ces ressources dans une notable proportion en régularisant le débit des rivières, qui présente une variation énorme suivant les saisons de l'année. Durant les hivers longs et froids du pays, les sources habituelles d'alimentation des rivières sont tarées par congélation, et le débit baisse d'une manière analogue à ce qui se produit dans des conditions exactement opposées dans les pays semi-tropicaux où la chaleur et la sécheresse amènent la période d'étiage en été.

Au Canada, la période d'étiage se produit au milieu de l'hiver. De plus, au pied des chutes et des cascades, aux points où il se rencontre une nappe tranquille, l'eau est for-