

négociation commerciale dans le sens que nous avons indiqué ?

Il n'en est rien. Le transfert commercial a cela de particulier qu'il ne peut pas ne point s'opérer quand les deux parties contractantes veulent le faire. Il est obligatoire pour la société ; le Conseil d'administration ne peut pas s'y opposer, et n'a même pas à être consulté, aussi par exemple dans les sociétés anonymes, dont les valeurs sont cotées en bourse, tout le monde sait que les agents de change, tenus au secret professionnel, font d'office des transferts de la partie vendeuse à l'agent de change vendeur, puis celui-ci à l'agent de change acquéreur, et enfin de ce dernier à la partie acquéreur.

Si la valeur n'est pas cotée, le transfert n'en est pas moins facile: il s'exécute sur une demande des intéressés dont le seul consentement suffit.

Tout autre est la cession à laquelle les statuts, pour qu'elle soit valable, ont imposé *la formalité de l'acceptation de la société*. Quand cette acceptation est donnée, il importe peu qu'elle soit couchée pour ordre sur un registre, et que ce registre s'appelle « registre de transferts », le nom ne fait rien à la chose.

Concluons donc sur ce point: 1° que toute société civile doit, avant tout, contenir cette impossibilité, complète, absolue, de toute négociation commerciale, telle que nous l'avons définie; 2° que l'on ne saurait trop le répéter, puisqu'il se trouve encore des rédacteurs assez oublieux des principes pour faire des erreurs grossières.

Mais hâtons-nous d'ajouter que cette précaution n'est pas une panacée universelle, qui puisse garantir de tout ennui les membres d'une société civile. Il peut arriver, notamment, que lorsqu'elles contracteront avec des tiers, ceux-ci ignorent ou feignent d'ignorer les statuts, et que, trompés par ces mots « société civile », ils veuillent appliquer les principes de l'article 1863 « les associés sont tenus envers le créancier avec lequel ils ont contracté, chacun pour une somme ou une part égales, encore que la part de l'un d'eux fût moindre ». Supposons, par exemple, qu'un Conseil d'administration contracte avec un tiers et ne lui révèle pas la limitation de l'engagement de chacun à sa part virile: il se pourrait fort bien que le tiers voulût considérer chacun des contractants comme responsable pour une part égale, vis-à-vis de lui, ce qui semblerait assez juste, la société civile n'ayant pas de publication légale destinée à avertir les intéressés d'une limitation quelconque. Il faudra donc que dans l'acte le tiers soit prévenu de cette limitation, sous peine de danger et d'ennui pour plus tard.

Complétons donc nos conclusions ci-dessus, en disant: lorsque les statuts auront été faits comme nous l'avons indiqué, tout contrat contiendra la mention expresse que la société civile est ainsi faite « que ses membres ne peuvent être engagés pour une somme plus forte que le montant de leur part ».

Paul BOUGAULT,

Avocat à la Cour d'Appel de Lyon.

Nous rappelons que tout ce qui concerne la Rédaction doit être adressé au rédacteur en chef, M. Côte, 24, rue Sully, à LYON, et que tout ce qui concerne l'Administration doit être adressé aux éditeurs, MM. Gratier et Rey, Grande Rue, à Grenoble.

## 35<sup>e</sup> Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences

Le 35<sup>e</sup> Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences s'est tenu cette année à Lyon, du 2 au 7 août. De très intéressantes communications ont été faites à la section du Génie Civil, nous reproduisons ici celles qui intéressent plus particulièrement la production, le transport et l'utilisation de l'énergie électrique.

### TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DE MOUTIERS A LYON

Rapport de M. A. BOISSONNAS, directeur de la Société Franco-Suisse pour l'Industrie électrique.

Toutes les villes situées à moins de 200 kilomètres de chutes d'eau importantes ont demandé à la transmission de l'énergie électrique de leur fournir la force motrice.

Grenoble, puis Milan et Turin ont donné l'exemple; la ville de Lyon, plus éloignée des massifs montagneux, les a suivies, et ce fut ensuite le cas de Marseille, Bordeaux, Venise, pour ne parler que des villes les plus importantes.

Le problème du transport de force, bien qu'apparemment partout le même, présente dans l'exécution des différences intéressantes.

Les distances et les quantités d'énergie à transmettre varient, les contrées traversées sont de climats divers ou d'une topographie différente et le régime des lois sous lesquelles les lignes électriques peuvent être installées en facilite plus ou moins l'établissement suivant les pays.

Ce dernier côté de la question exerce une influence prépondérante.

En France, en particulier, aucune loi ne donne le droit d'établir des supports de lignes électriques sur propriétés privées (\*).

Les lignes ne peuvent y être posées que le long des voies publiques dont elles doivent suivre toutes les sinuosités à moins d'entente amiable avec les propriétaires intéressés. Il y a là une cause d'entrave pour le développement des transmissions d'énergie électrique, et l'on attend les plus heureux effets du projet de loi encore à l'étude qui avait fait l'objet des discussions du Congrès de la Houille Blanche en 1902.

La ville de Lyon étant située à plus de 100 kilomètres des forces motrices facilement réalisables, les difficultés dont il vient d'être parlé avaient empêché, jusqu'à maintenant, de songer à la houille blanche, en dehors de la remarquable usine de Jonage située sur le Rhône aux portes de la ville.

Le transport qui fait plus spécialement l'objet de cette communication franchit une distance de près de 178 kilomètres avant d'atteindre la ville de Lyon, et il a sa station génératrice située à Moutiers en Savoie.

Il a été entrepris et exécuté par la Société Grenobloise de Force et Lumière, avec le concours de la Société Franco-Suisse pour l'Industrie Électrique, pour assurer le service de la Société des Omnibus et Tramways de Lyon.

Il s'agissait de fournir environ 3 000 kilowatts en courant continu, directement utilisable pour la traction, à la tension de 600 volts. C'est dire que dans l'opération étaient compris la production du courant à la source hydraulique, son transport et sa transformation à l'arrivée; cette dernière devait avoir lieu au centre de l'alimentation du réseau des tramways, au cœur même de la ville de Lyon.

(\* Ceci n'est plus vrai à l'heure actuelle; ce rapport ayant été écrit avant le vote de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, dont nous avons publié le texte dans le dernier numéro de La Houille Blanche.

Le cas était spécial, et ne comportait pas comme d'ordinaire une distribution générale atteignant divers abonnés. Il consistait uniquement en un transport d'un point à un autre d'une quantité déterminée d'énergie électrique.

La transmission par courant alternatif à laquelle il a été presque exclusivement recouru jusqu'ici pouvait réaliser le programme avec la tension de 50 000 volts déjà utilisée sur le Littoral Méditerranéen, par exemple.

L'établissement de la ligne présentait cependant de sérieuses difficultés, vu la nature des contrées traversées, et l'obligation de se plier aux contours et détours multiples des routes qu'il fallait suivre.

Pour cette raison, principalement, il a été adopté un système peu utilisé jusqu'ici, mais qui cependant avait déjà fait ses preuves, et qui est connu sous le nom de « Système série à courant continu ».

Ce système permet une simplification notable de la ligne de transport.

Au point de vue économique, cela ne veut pas dire que son coût d'établissement soit inférieur à celui des autres systèmes, car les usines génératrices et réceptrices sont par contre d'un coût élevé.

Pour en faire comprendre les caractéristiques, il est plus aisé de l'examiner par comparaison avec le système à courant alternatif déjà connu.

Le courant continu produit est maintenu constant à une valeur fixée, dans le cas qui nous occupe, à 75 ampères, tandis qu'avec le courant alternatif, l'intensité aurait varié avec la charge.

La tension des dynamos génératrices varie, ainsi que leur vitesse, suivant la puissance à fournir, alors qu'avec le courant alternatif la vitesse et la tension auraient été maintenues constantes.

Avec le courant continu, c'est la variation de la tension à l'usine génératrice qui adapte la production de l'énergie à celle absorbée par les moteurs.

Les génératrices, de même que les réceptrices, sont branchées sur une seule et même ligne, en série les unes après les autres.

Le même courant les traverse toutes.

Un régulateur à la station génératrice fait varier la vitesse, et, partant, la tension produite, tandis que les moteurs tournent à vitesse constante en absorbant plus ou moins de voltage suivant leur charge.

La constance de la vitesse des moteurs est une des données du problème, car ils doivent actionner des génératrices à courant continu pour tramway à la tension constante d'environ 600 volts.

Au départ, le régulateur de l'usine de production est actionné par le courant de ligne qu'il s'agit de maintenir constant.

Toutes les fois que la charge tend à s'accroître, le régulateur ouvre le vannage des turbines, accroît la vitesse et par suite la tension des génératrices, ce qui a pour effet de fournir la puissance demandée à un voltage plus élevé. Il en résulte que, pour cette même puissance, le courant est ramené automatiquement à sa valeur de régime.

À l'arrivée, pour conserver la constance de vitesse des moteurs, le régulateur est à force centrifuge et actionne le porte-balais des dynamos, dont le mouvement a pour effet de décaler plus ou moins le champ induit en faisant varier le couple moteur suivant la force à développer.

À chaque puissance à fournir correspond une position donnée des balais, et le régulateur a pour office d'adapter chaque position à chaque charge.

Les collecteurs sont la partie délicate de toute machine à courant continu. Il y a donc intérêt à en diminuer le nombre et pour cela à augmenter le plus possible la puissance de chacune des unités, tant génératrices que réceptrices, sans dépasser cependant la tension admissible entre deux frotteurs des collecteurs.

Dans le cas qui nous intéresse, la tension de chaque induit des génératrices a été fixée en pleine charge à environ 3 000 volts. Ces induits sont montés par quatre sur un bâti commun, et forment un groupe d'une tension de 14 000 volts, ce qui, pour quatre groupes à l'usine simultanément en fonction, nous donne 56 000 volts au départ.

La ligne est établie pour une perte en ligne de 12,5 0/0 de la puissance engendrée à 56 000 volts.

Elle se compose de deux fils de cuivre de 9 mm. de diamètre sur 173 kilomètres, et sur 5 kilomètres à l'arrivée elle est en câbles souterrains d'une section utile de 75.2 mm<sup>2</sup>.

Les moteurs fournissent sur leur arbre une puissance de 725 chevaux et actionnent directement des génératrices courant continu 600 volts de 500 kilowatts chacune.

Les génératrices du départ, les moteurs à l'arrivée, ainsi que les génératrices (courant continu tramway) des groupes de transformation, ayant chacune un rendement en pleine charge d'environ 93 0/0, on obtient, en tenant compte de la perte en ligne, un rendement général de 70,5 0/0 entre la force fournie sur l'arbre des turbines et l'énergie distribuée par le tableau général de l'usine des tramways.

Quant au rendement de transmission, entre arbre turbine et arbre moteur, il est de 75,5 0/0.

Notons encore une divergence essentielle entre le système série à courant continu et le système usuel à courant alternatif avec potentiel constant.

Avec le premier, la perte en ligne dépendant de la résistance de celle-ci et de la valeur du courant est constante, puisque ces deux facteurs sont constants, tandis que dans le deuxième système cette perte est proportionnelle à la charge.

Dans le cas qui nous occupe, cette perte représente environ 535 kilowatts qui sont dépensés continuellement, que la ligne fournisse ou non de l'énergie utile.

En pratique, lorsque l'on a l'eau en abondance et que l'on n'a pas la possibilité d'accumuler, c'est-à-dire lorsqu'on laisse perdre l'eau qui n'est pas utilisée, il n'y a pas d'inconvénient à maintenir la ligne continuellement en charge.

A un autre point de vue, le courant continu série présente de sérieux avantages. Il évite les effets de self-induction et d'induction mutuelle qui limitent avec le courant alternatif le diamètre des fils, et oblige en conséquence à en augmenter le nombre, entraînant ainsi l'établissement de supports fort dispendieux et souvent très difficiles à installer vu leur trop grand encombrement. Rien n'empêche, avec le courant continu, d'adopter n'importe quelle section.

Il se produit par contre, avec le courant continu à haute tension, des charges statiques qui obligent à décharger continuellement la ligne en la mettant en rapport avec la terre par l'intermédiaire de résistances très élevées.

Un autre point délicat du système est l'obligation d'adopter des mesures toutes spéciales d'isolement, non seulement entre la terre et les moteurs, mais aussi entre la terre et le personnel qui peut être appelé à toucher aux machines sous tension.

Le courant alternatif permettant la transformation de la tension par des convertisseurs statiques, on a, en toute occasion, la possibilité de transformer à des tensions non dangereuses toutes les parties des conducteurs et des machines qui peuvent venir en contact de personnes.

Ce n'est pas le cas avec le courant continu série où chaque partie du circuit est traversée par le même courant non transformable.

Les effets de la foudre sont particulièrement à redouter pour la dernière raison qui vient d'être indiquée, puisque les dynamos parcourues par le courant de ligne lui-même présentent une grande surface à proximité de la terre constituent le point le plus délicat du système toujours facilement attaqué.

Pour y parer, il a été installé les systèmes de parafou

dre les plus divers, à interruptions multiples avec souffleurs magnétiques, à condensateurs et à décharge continue par le moyen d'une résistance élevée. Tout fait espérer que la pratique prouvera leur bon fonctionnement.

Il est intéressant de signaler les précautions qui ont été prises pour éviter toute interruption de service en sectionnant la ligne en plusieurs tronçons, et en la faisant inspecter par des postes permanents de gardiens placés environ tous les 15 kilomètres.

Ces différents postes sont reliés entre eux par une double ligne téléphonique, ainsi qu'avec les stations génératrices et réceptrices.

Des appareils de contrôle permettant la mise rapide en service, ou hors service, des différents groupes et la simplicité des tableaux et de l'appareillage doit tout particulièrement être remarquée, car une unité peut être mise en circuit ou hors circuit par la simple manœuvre d'un seul interrupteur.

Nous devons revenir sur un point important que nous n'avons fait que mentionner, nous voulons parler de la partie de la ligne d'environ cinq kilomètres de longueur formée de deux câbles souterrains à un seul conducteur.

Ce câble constitue une innovation, car, à part le câble triphasé à 27 000 volts placé à titre d'essai à Toulon pour le compte de la *Société française pour l'Exploitation des procédés Thomson-Houston* et construit par la maison *Geoffroy et Delore*, nous ne connaissons pas d'exemple de câble directement intercalé dans une ligne de transport de force à tension aussi élevée.

Dans le cas qui nous occupe, le câble doit résister à une tension normale de 50 000 volts entre son âme et la terre, mais il a été éprouvé aux essais à 75 000 volts alternatifs correspondant à près de 106 000 volts courant continu, soit plus du double de la tension de service.

Le câble a été fourni par la maison *Berthoud-Borel* de Lyon.

Afin de diminuer dans la mesure du possible toutes les interruptions de service, il a été installé à l'arrivée à Lyon une station transformatrice de secours, composée de moteurs à courant continu accouplés à des génératrices triphasées, 10 000 volts, dépendant elles-mêmes du réseau général alternatif à 30 000 volts de la *Société Grenobloise de Force et Lumière* qui pénètre jusqu'à Lyon.

Ces dynamos conjuguées forment des groupes reversibles.

Nous voulons dire par là que chaque groupe peut aussi bien recevoir du courant continu et produire du courant alternatif qu'il peut absorber du courant alternatif et engendrer du courant continu série.

Des régulateurs doubles sur les unités à courant continu permettent ces deux fonctionnements.

Cette station peut donc, soit livrer du courant alternatif triphasé 10 000 volts pour divers usages, soit fonctionner comme station génératrice de courant continu série et venir au secours de la station génératrice de Moutiers.

Nous serions incomplets si nous ne mentionnions pas la question du retour par la terre qui a fait l'objet d'intéressantes études, en 1902, sur l'initiative de MM Bergès, et qui ont été suivies par une commission désignée par le Comité d'Electricité sous la présidence de M. Harlé.

La possibilité de la marche du système avec un fil mis partiellement ou totalement à la terre a bien été envisagée, mais, pratiquement, il a dû y être renoncé, vu les difficultés de tabler, pour le moment encore, sur ce mode de fonctionnement aussi longtemps qu'il n'aura pas été plus dûment éprouvé, et qu'il n'aura pas été autorisé, car il n'est pas sans entraîner quelques troubles locaux du fait des courants telluriques.

En terminant, c'est peut-être la place ici de rappeler une

communication présentée à l'*Académie des Sciences* en 1881, par M. Cornu, au nom de M. Cabanellas.

Il est intéressant de noter que, déjà à cette époque, M. Cabanellas, comme un précurseur, faisait prévoir le parti qu'on pourrait tirer du fonctionnement des dynamos branchées en série.

Plus tard, en 1886, M. Fontaine soumettait à l'*Académie* le résultat de ses expériences pour obtenir des hautes tensions en remplaçant une seule machine réceptrice par diverses machines branchées en série.

Ce n'est, cependant, qu'après 1890 que le système reçut une première application importante en Italie, qui permit à M. Thury, actuellement ingénieur en chef de la *Compagnie de l'Industrie Electrique et Mécanique*, de mettre au point, à cette occasion, la question du réglage qu'il a perfectionnée depuis et réalisée d'une façon que l'on peut dire parfaite dans l'exemple que nous venons d'exposer, car c'est à cette Compagnie qu'est due la construction du matériel courant continu série installé à Moutiers et à Lyon.

Nous ne voulons pas tirer de conclusions générales sur les applications que l'on peut faire de ce système, car à chaque cas correspond une solution spéciale qui résulte des conditions toujours variables du problème à résoudre, mais nous devons insister sur l'intérêt considérable et sur l'avenir que nous croyons réservés à la facilité de constituer en câbles souterrains les lignes à courant continu série.

L'essai couronné de succès fait par la *Société Grenobloise de Force et Lumière* mérite, à ce point de vue tout spécial, de retenir l'attention.

## LA TRACTION ÉLECTRIQUE SUR LES CHEMINS DE FER

Rapport de M. AUVERT, ingénieur principal à la Compagnie P.-L.-M.

Depuis longtemps déjà, les Ingénieurs électriciens de tous les pays ont compris que l'électricité pourrait, sous certaines conditions, être avantageusement utilisée à la traction sur les chemins de fer.

De nombreuses et patientes recherches, tant théoriques que pratiques, de coûteuses expériences, ont été faites, et elles ont été suivies d'un certain nombre d'applications.

Quelques-unes de celles-ci n'ayant pas donné dans la pratique les résultats économiques que leurs promoteurs en attendaient, les adversaires du nouveau mode de traction ont pu, par une généralisation quelque peu hâtive, conclure que l'électricité, excellente pour la traction sur les tramways urbains, ou interurbains, et sur les chemins de fer métropolitains, ne pourrait jamais faire une concurrence sérieuse à la vapeur pour la traction sur les grandes lignes.

Une telle conclusion est d'autant moins justifiée que les mauvais résultats économiques, auxquels je viens de faire allusion, proviennent de ce fait qu'on s'est généralement borné à appliquer aux chemins de fer les procédés de traction couramment employés sur les tramways ou les métropolitains, où les réseaux sont beaucoup moins étendus en longueur, et où la circulation est relativement très régulière.

Or, si on laisse de côté les métropolitains, où l'emploi de l'électricité présente des avantages spéciaux qui la font préférer à la vapeur en dehors de toute considération économique, il convient de remarquer que les tracteurs mécaniques pour tramways à vapeur ou à air comprimé laissent généralement beaucoup à désirer, ils sont peu économiques tant au point de vue de la consommation qu'à celui de l'entretien.

Dans ces conditions, la substitution de la traction élec-