

disponible dépasse cinquante chevaux ; c'est-à-dire que pour les communes envisagées, la puissance des cours d'eau qui arrosent leur sol est très supérieure au maximum que les populations rurales sont capables d'utiliser. Or il s'agit de localités où il n'existe aucune distribution d'énergie électrique, où les frais de lignes d'amènée seraient élevés et hors de proportion avec le produit financier qu'une société pourrait en tirer. Il n'est pas douteux que de nombreuses communes rurales se trouvent dans des situations comparables à celle-ci.

Il semble que dans les conditions actuelles les installations hydrauliques de faible puissance soient un peu onéreuses. Cela ne tiendrait-il pas à ce fait que les turbines sont calculées et construites pour chaque chute envisagée. Ne serait-il pas possible d'arriver à construire ces appareils en série. On serait amené à préparer non plus une turbine pour une chute déterminée, mais une chute pour une turbine dont les caractéristiques seraient

convenablement encadrées par celles de la chute d'eau à utiliser.

Enfin il faut faire l'éducation et l'instruction pratique spéciale des agriculteurs intéressés, tant en ce qui concerne l'utilisation de la houille blanche qu'en ce qui concerne l'usage de l'énergie électrique. Pour atteindre ce but, la réalisation de quelques installations modèles pouvant servir à des démonstrations, l'équipement de wagons de chemins de fer, ou même de camions automobiles, pour en faire des centres de démonstration et d'apprentissage circulant dans les régions agricoles, paraissent des moyens efficaces à proposer. On peut donc souhaiter que, sous le haut patronage des services intéressés de l'Etat, cette propagande soit entreprise, d'une façon désintéressée au point de vue immédiat, par les constructeurs, avec l'aide des Compagnies de chemins de fer, qui ont obtenu déjà par leur puissante action dans d'autres domaines de l'organisation agricole de si remarquables résultats,

Les Conducteurs électriques d'aluminium et d'aluminium-acier.

Par M: DUSAUGEY, *Ingenieur civil des Mines à Grenoble.*

HISTORIQUE

Bien que l'aluminium ne possède pas en lui-même des propriétés mécaniques très remarquables, sa faible densité et sa conductibilité électrique relativement élevée ont depuis longtemps attiré l'attention des électriciens, surtout à partir du jour où son prix de revient lui a permis de compter au nombre des métaux usuels.

Il est assez difficile de savoir si c'est en Europe ou en Amérique que l'on a pour la première fois utilisé l'aluminium comme conducteur électrique. Ce qu'il y a de certain c'est qu'il y a bien une trentaine d'années que les premiers essais ont été effectués en France.

Ils ne donnèrent pas des résultats bien séduisants. La qualité du métal était assez mauvaise, la nature et la proportion des impuretés nuisibles assez mal connues, leur influence sur les propriétés mécaniques et électriques du métal complètement inconnue et enfin la technique d'emploi inexistante. On subit donc des mécomptes qui, bien entendu, rendirent l'aluminium suspect pendant de nombreuses années, de même que le cuivre était demeuré suspect pendant près de 30 ans.

Aujourd'hui, après 25 ans de perfectionnement dans la fabrication du métal et de ses alliages et dans les méthodes d'emploi des produits fabriqués, l'emploi de l'aluminium en électricité s'est généralisé et l'aluminium est officiellement admis par les règlements administratifs de la plupart des nations, au même titre que le cuivre, dans la construction des installations électriques. Il ne sera donc bientôt plus nécessaire de consacrer à ce métal une attention plus particulière qu'aux autres matériaux de l'électrotechnique.

L'aluminium a fait l'objet, au point de vue scientifique et au point de vue technique, d'un grand nombre d'études qui ont été synthétisées dans une série de conférences organisées à Paris du 21 au 29 mai 1921, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale. Ces conférences, faites à l'occasion d'une exposition publique des applications de l'aluminium, ont fait ressortir les progrès considérables réalisés en ces dernières années dans la métallurgie et dans l'emploi de ce métal. Tous les industriels qui sont appelés à bénéficier de ces progrès liront avec fruit cette série de conférences. Mais le plus important travail au point de vue des applications électriques, semble

être celui qui a été exécuté, au cours des années 1918 et 1919, par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Dans un substantiel rapport, l'Union des Syndicats de l'Electricité montre le très grand intérêt économique qu'il y a, pour les pays pauvres en cuivre, à faire un large usage de l'aluminium. Elle décrit les résultats pratiques acquis à ce jour dans l'emploi de ce métal. Elle définit ses propriétés chimiques, mécaniques et électriques lorsqu'il doit servir à la constitution des conducteurs électriques. Enfin elle fait ressortir ses avantages économiques sur le cuivre et elle indique les principes généraux à observer dans la construction des installations électriques.

Il est impossible de discuter aujourd'hui les emplois de l'aluminium en électricité sans se référer à cet important travail. C'est ce que nous ferons dans le présent rapport.

COMPARAISON TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE DE L'ALUMINIUM ET DU CUIVRE

Après avoir rappelé que les mécomptes subis lors des premiers essais étaient dus à la composition chimique du métal et aux mauvaises méthodes d'emploi des produits fabriqués, l'Union des Syndicats de l'Electricité, guidée par les résultats de l'expérience acquise à ce jour, définit les propriétés de l'aluminium industriel qui doit satisfaire aux exigences de l'industrie de l'électricité.

Un métal trop pur n'aurait pas assez de ténacité, un métal trop impur n'aurait pas une conductibilité électrique suffisante. La dose optimum d'impuretés (Fe, Si, C et O) a été fixée à 1 %, étant entendu que le sodium, facteur probable de l'altération du métal, ne serait jamais en quantité perceptible à l'analyse chimique. A cette dose d'impuretés, correspond une résistance mécanique, à l'état recuit, de 8,5 à 9 kg par mm² et une résistivité de 2,89 microhms-centim. à 20°. Si le métal est écroui, la résistance mécanique peut atteindre, pour des fils de 1,5 à 2 mm., c'est-à-dire fortement écrouis par le tréfilage, 20 à 22 kg par mm² tandis que la résistivité s'accroît légèrement de 1 % environ, et passe à 2,95 microhms-cent.

On trouve de suite dans ces chiffres et dans ceux d'un tableau comparatif très complet des propriétés mécaniques et électriques de l'aluminium commercial et du cuivre commercial (Ta-

TABLEAU I

Tableau comparatif des propriétés mécaniques et électriques de l'Aluminium de haute conductibilité, du Cuivre commercial, de l'Aluminium-Acier à 7 brins, de l'Aluminium-Acier à 37 brins.

	ALUMINIUM haute conductibilité	CUIVRE commercial	CABLES	
			ALUMIN.-ACIER à 7 brins	ALUMIN.-ACIER à 37 brins
Poids spécifique	2,7	8,95	3,55	3,85
Conductibilité électrique	60	100	51,5	49
Coefficient de dilatation linéaire	$22,8 \times 10^{-6}$	16×10^{-6}	$18,2 \times 10^{-6}$	$17,25 \times 10^{-6}$
Tension de rupture en kilogrammes par millimètre carré	20 ^{kg}	41 ^{kg}	29 ^{kg}	32 ^{kg}
Limite d'élasticité en kilogrammes par millimètre carré	11 à 12 ^{kg}	23 à 25 ^{kg}	16 ^{kg}	17 à 18 ^{kg}
Coefficient d'allongement .	massif..... câble.....	massif..... câble.....	massif..... câble.....	massif..... câble.....
	185×10^{-6}	97×10^{-6}		
Module d'élasticité en kilogrammes par millimètre carré	6750	13000	7850	8680
Rapport des sections à égalité de conductibilité	1,666	1	1,943	2,05
— diamètres — —	1,29	1	1,395	1,43
— poids — —	0,5	1	0,73	0,835
Poids d'un câble par millimètre carré de section totale et par kilomètre de longueur	2 ^{kg} ,84	9 ^{kg} ,4	3 ^{kg} ,55	3 ^{kg} ,85
Résistance kilométrique à 0° en ohms d'un câble de S millimètres carrés de section	28,6	17,2	33,4	35,2
Tension maxima d'un conducteur suspendu :	S	S	S	S
avec le coefficient = 3.....	6 ^{kg} ,7	14 ^{kg}	9 ^{kg} ,7	10 ^{kg} ,7
— — = 5.....	4 ^{kg}	8 ^{kg} ,5	5 ^{kg} ,8	6 ^{kg} ,4
— — = 10.....	2 ^{kg}	4 ^{kg} ,25	2 ^{kg} ,9	3 ^{kg} ,2
Voltage de l'effet de couronne à égalité de conductibilité	$1,20 \times n$ volts	n volts	$1,23 \times n$ volts	$1,27 \times n$ volts

bleau I), tous les éléments permettant d'établir la comparaison entre les deux métaux au point de vue mécanique, au point de vue électrique et, partant, au point de vue économique. On voit ainsi que le rapport du poids de l'aluminium au poids du cuivre est de 30 à 100 à égalité de section des conducteurs, de 42 à 100 à égalité d'échauffement et de 50 à 100 à égalité de conductibilité, et que, par conséquent, si le rapport du prix de l'aluminium au prix du cuivre est de 1,5 par exemple, comme il était en moyenne à la veille de la guerre, la substitution de l'aluminium au cuivre procure une économie, dans les frais d'achat de métal conducteur, de 55 % si les conducteurs ont même section, de 37 % s'ils sont calculés pour un même échauffement et de 25 % s'ils sont calculés pour une même conductibilité.

Dans le prix global d'une installation, ce taux d'économie pourra être légèrement modifié dans un sens ou dans l'autre, suivant la nature des ouvrages, et cela en raison de la différence des sections et des charges de rupture des deux conducteurs de métaux différents qui impliquent des fatigues différentes de la matière et des dimensions d'ouvrages différentes. Mais, d'une manière générale, dans l'ensemble d'un ouvrage, l'emploi de l'aluminium conduisait toujours, avant la guerre, à une économie appréciable.

Dans la situation troublée que nous traversons, en présence de la variation fébrile des cours, la comparaison que l'on peut établir n'a pas grande valeur. Cependant, à l'heure actuelle, le rapport des cours n'est pas éloigné de 1,5, de sorte que l'économie serait encore celle que je viens d'indiquer.

Au point de vue technique, les éléments fournis par l'Union des Syndicats permettent de poursuivre la comparaison sur tous les terrains. On peut dire, d'une manière générale, qu'au point de vue purement électrique, toutes les fois qu'il n'est pas question de résistance mécanique, l'aluminium est franchement supérieur au cuivre. C'est ainsi que, en raison du moindre échauffement sous le passage du courant électrique, les conducteurs d'alumi-

nium pourront supporter, avec des risques moindres, des surcharges supérieures à celles des conducteurs en cuivre, que l'effet de couronne, et la contrainte du diélectrique qui en résulte, seront moindres, que l'inductance à égalité de conductibilité est moindre et la capacité plus grande, que les courants de Foucault sont moindres. Les électriciens savent bien que ces différences ont pour résultat des avantages appréciables dans le bon fonctionnement, soit des connexions intérieures d'usines, soit des gros feeders de traction, soit des câbles isolés, soit des lignes à très haute tension.

Si l'aluminium semble présenter quelque désavantage, c'est que, du fait de ses constantes physiques, densité, coefficient de dilatation, élasticité, charge de rupture, limite d'élasticité, sensiblement différentes de celles du cuivre, les conducteurs suspendus d'aluminium ne se comportent pas, sous l'influence des mêmes effets extérieurs, variations de température, surcharge du vent, etc., de la même façon que les conducteurs en cuivre. Si l'on veut avoir la même sécurité sous l'effet de surcharges données, par exemple les surcharges fixées administrativement par le règlement technique français, il faut consentir au conducteur d'aluminium, à égalité de portée, des flèches plus grandes qu'au conducteur de cuivre. Mais, en pratique, pour les portées considérées jusqu'à ce jour comme normales, 50 à 60 m., il n'en résulte pas de modification appréciable dans les dispositions et dans le prix des supports.

Ce n'est que dans les grandes portées de 100, 150, 200 m., et même davantage, qui deviennent la pratique courante des grandes lignes modernes, que les supports de câbles d'aluminium devront être, à égalité de portée, plus hauts que ceux des câbles de cuivre. Ainsi pour que, sur une portée de 180 m., deux câbles de même conductibilité, l'un en aluminium de 153 mm², l'autre en cuivre de 92 mm², subissent tous deux la même fatigue, celle prévue par le règlement français, il faut que la flèche maxima du câble de cuivre soit de 4,08 m. et celle du câble d'aluminium de

4,65 m. Il est vrai, je m'empresse de le dire, que ce n'est pas d'une façon aussi simpliste que doit se traiter la question de la comparaison économique des deux métaux dans la construction d'une ligne donnée, mais en recherchant la portée économique et en adoptant, pour chaque métal, la portée optima qui lui convient. On atténue ainsi considérablement le désavantage apparent des plus grandes flèches de l'aluminium et l'on peut même, dans certains cas, faire ressortir une économie supplémentaire importante.

Mais il existe, pour les lignes modernes à grande portée, une solution bien plus avantageuse par l'emploi des câbles d'aluminium armés d'une âme d'acier. Ces câbles ont fait, eux aussi, l'objet des études de l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Ces conducteurs sont constitués par une âme en acier doublement galvanisé, de haute résistance mécanique, sur laquelle sont câblés, en une ou plusieurs couches, les fils d'aluminium. Ils se font normalement à 7 brins avec fil central en acier ou à 37 brins avec 7 fils centraux en acier, mais d'autres combinaisons sont possibles. L'Union s'est arrêtée à ces deux types et, cherchant à les assimiler à un métal homogène, on en a fixé les caractéristiques électriques et mécaniques, ce qui permet de résoudre tous les problèmes techniques relatifs à l'emploi de ces conducteurs et de faire toute comparaison au point de vue économique avec les conducteurs équivalents en cuivre ou en aluminium (Voir tableau I).

Le câble aluminium-acier donne, au point de vue mécanique, la solution économique et rationnelle des grands transports d'énergie dans la construction desquels on doit s'efforcer, par l'emploi des grandes portées, de diminuer autant que possible le nombre des isolateurs qui sont le point faible des lignes électriques, les occupations de terrain qui coûtent fort cher, les angles du tracé et enfin les trop grandes flèches qui nuisent à la rigidité et à la tenue de l'ensemble des ouvrages.

Le câble d'aluminium armé, dont le diamètre à égalité de conductibilité dépasse de 10 % celui de l'aluminium et de 40 % celui, du cuivre donne aussi la solution économique rationnelle des grands transports d'énergie au point de vue électrique puisque, pour un écartement et un voltage donnés, le voltage critique ou tension d'effluves, croît, suivant une fonction assez complexe donnée par Peek, avec le rayon du conducteur.

Les câbles aluminium-acier sont déjà employés depuis plusieurs années dans les grands réseaux américains. Il n'a nulle part été constaté, ce que l'on paraissait beaucoup redouter, d'attaque électrolytique entre l'aluminium et l'acier galvanisé. Ceci tient certainement d'une part au faible écart qui sépare l'aluminium du zinc dans la série électrolytique et, d'autre part, à l'étanchéité parfaite, sous l'effort de la tension mécanique, de la couche d'aluminium qui maintient l'âme d'acier à l'abri de toute humidité.

En Europe, il existe quelques lignes d'aluminium armé en France et en Allemagne, mais c'est surtout en Amérique qu'il a été fait un emploi considérable de ces conducteurs mixtes dans les réseaux de très haute tension et de très grande capacité de transport.

Il n'est pas impossible que le câble aluminium-acier puisse aussi trouver emploi dans les grands réseaux télégraphiques et téléphoniques aériens. Au point de vue mécanique, il donnerait les meilleurs résultats. Au point de vue électrique, la question est un peu plus complexe car, sous le passage des courants de haute fréquence utilisés dans la télégraphie et la téléphonie multiples, dont la périodicité peut atteindre 500.000 alternances à la seconde, les conducteurs câblés ne se comportent évidemment pas comme les fils conducteurs cylindriques massifs. Si le contact électrique était parfaitement assuré entre chaque brin, le courant se localiserait dans une pellicule périphérique de telle façon que l'utili-

saion de la section du câble serait probablement plus mauvaise que celle d'un fil, mais on peut se demander si la pellicule d'aluminium qui recouvre naturellement les fils d'aluminium et que l'on pourrait au besoin renforcer artificiellement, ne permettrait pas, en isolant électriquement les brins entre eux, de constituer des conducteurs aériens extrêmement favorables à la transmission des courants de haute fréquence. Ce sujet intéressant mérite de faire l'objet d'une étude expérimentale approfondie.

LA TECHNIQUE DE L'ALUMINIUM

L'Union des Syndicats de l'Electricité ne s'est pas contentée de mettre en lumière les qualités techniques et économiques de l'aluminium, elle a encore voulu fournir aux exploitants, afin de leur éviter les erreurs et les échecs, deux choses essentielles : d'abord un cahier des charges précisant la qualité du métal à employer et les conditions de réception à observer, et ensuite un guide pour l'emploi de ce métal dont la nature spéciale exige, de toute évidence, des méthodes de mise en œuvre différentes de celles du cuivre. C'est l'oubli de ce détail qui a en effet été la cause de la très grande majorité des échecs qui ont été enregistrés et des découragements qui en ont été la conséquence.

Parce que l'aluminium est moins dur que le cuivre, parce qu'il est plus léger, parce qu'il fond à une température plus basse, enfin parce qu'il est plus élastique et plus dilatable, on dit que l'aluminium est plus fragile que le cuivre, et beaucoup d'esprits superficiels s'en tiennent à ce qualificatif pour le condamner. Mais chacune des conséquences des constantes physiques particulières de l'aluminium peut, si elle est fâcheuse, être combattue par une technique spéciale, de même qu'il a bien fallu inaugurer, quand on a voulu le substituer au fer, une technique spéciale du cuivre, plus fragile aussi que son prédécesseur.

La faible dureté de l'aluminium exige dans les manipulations quelques outils et quelques soins spéciaux. En très peu de temps, le moins intelligent des monteurs a appris à faire le nécessaire. Cette même particularité prescrit, il est vrai, l'emploi des conducteurs d'aluminium massifs, chez lesquels toute entaille, toute blessure peut rapidement devenir mortelle, mais les conducteurs massifs en cuivre ne sont pas eux-mêmes à recommander et, en fait, on ne les rencontre plus que rarement dans les installations modernes et plus du tout dans les lignes à grande section.

La plus grande facilité de fusion de l'aluminium est automatiquement combattue par la plus grande surface des conducteurs qui rayonne plus de chaleur et il a été démontré (1), qu'un conducteur d'aluminium soumis à un arc, par exemple sur un isolateur fêlé, accident particulièrement redoutable, ne met pas plus de temps, pour fondre, que le conducteur de cuivre équivalent. D'ailleurs, il est extrêmement facile de protéger tous les conducteurs contre les accidents de ce genre en les enveloppant, au droit de l'isolateur, dans une fourrure constituée par un simple déchet de fil entouré en hélice. Ce dispositif a été employé dans la nouvelle ligne à 45.000 v., en aluminium, de Jeumont à Valenciennes, et il a plusieurs fois agi efficacement ; à la suite de rupture d'isolateurs, la fourrure a été endommagée, mais le câble est resté absolument intact.

La légèreté de l'aluminium, qui constitue le grand avantage au point de vue économique, peut être un inconvénient au point de vue de la bonne tenue des lignes sous l'effort du vent, car le déplacement pendulaire des conducteurs d'aluminium est plus grand que ceux du cuivre, mais si l'on a soin d'établir préalablement l'épure du balancement, il est ensuite facile, par une disposition appropriée des supports, de se mettre en garde contre ses conséquences.

(1) *Revue électrique* du 28 février 1909.

Enfin la plus grande élasticité et la plus grande dilatation se traduisent par des variations de flèche dont il est également facile de tenir compte dans la disposition des supports. La grande élasticité permet aux conducteurs d'aluminium de subir momentanément des surcharges excessives qui provoqueraient la rupture du cuivre, et c'est probablement pourquoi on a plusieurs fois constaté, en France et au Canada, lors de grandes chutes de neige ou d'ouragans violents, des conducteurs de cuivre rompus à côté de conducteurs d'aluminium indemnes.

On a aussi incriminé la difficulté que l'on éprouve à souder l'aluminium. C'est un préjugé qu'il faut détruire, car il existe aujourd'hui des procédés de soudure absolument parfaits et rien ne s'oppose à ce que les conducteurs électriques soient soudés quand ils doivent l'être. Mais on sait qu'il ne faut jamais souder les conducteurs aériens, quels qu'ils soient, pour ne pas altérer leur résistance mécanique. La jonction des conducteurs aériens d'aluminium et d'aluminium-acier se fait donc aussi facilement, à l'aide des manchons souples, que celle des conducteurs en cuivre.

LES RÉSEAUX D'ÉLECTRICITÉ EN ALUMINIUM

Il serait fastidieux de citer les réseaux actuellement construits en aluminium dans les différentes parties du monde, car c'est par milliers de kilomètres qu'il faut les compter. C'est aussi par milliers de kilomètres qu'il faut aussi compter ceux qui sont en voie d'installation, particulièrement en France, en Allemagne, aux États-Unis et au Canada.

La question de l'aluminium a été discutée à la Conférence Internationale des Grands Réseaux de transport d'énergie électrique qui s'est tenue à Paris en novembre 1921. On peut dire que l'opinion des praticiens a été résumée par le rapport présenté par MM. Mailloux et Kennely et dont nous reproduisons les termes en manière de conclusion. Cette opinion américaine est d'autant plus précieuse que les États-Unis sont le pays le plus gros producteur de cuivre du monde et que ses ingénieurs ne peuvent par conséquent envisager l'aluminium qu'au point de vue de ses avantages techniques.

Le rapport en question s'exprime ainsi :

« J'espère que l'on admettra qu'une ligne de transport de grande puissance sera d'autant plus parfaite qu'il y aura un plus petit nombre de supports isolateurs. Ceci conduit à une réduction correspondante du nombre des pylônes ou supports. Une autre conséquence sera d'assurer au conducteur une plus longue portée, sans danger de rupture ou de dérangement, du fait des conditions atmosphériques ou de l'action du courant lui-même.

« Dans le but de satisfaire à ces conditions, le câble conducteur doit posséder un maximum de résistance mécanique et de conductibilité électrique et présenter en même temps un minimum de légèreté, ainsi qu'un diamètre suffisamment grand pour permettre d'éviter l'effet couronne, d'assurer la flexibilité que demande la manipulation et la stabilité aux conditions atmosphériques.

« Au point de vue résistance mécanique, un fil d'acier au carbone galvanisé, fournira à poids égal une résistance de beaucoup supérieure à celle que pourrait fournir un fil de tout autre métal. Au point de vue conductibilité, l'aluminium est, à poids égal, beaucoup plus avantageux que tout autre métal. Une conséquence logique de ces propriétés est l'emploi combiné de ces deux métaux permettant d'obtenir un maximum de conductibilité joint à un poids minimum et à un maximum de résistance mécanique.

« Le premier désir de l'Ingénieur sera ensuite, sans doute d'obtenir une résistance satisfaisante aux conditions atmosphériques. Si le fil d'acier est placé au centre du câble, l'aluminium étant enroulé autour de lui, l'acier sera considérablement protégé du contact de l'atmosphère et de l'humidité. Et, s'il est inexact de dire que l'aluminium forme un scellement hermétique autour de l'âme d'acier, l'expérience constante a cependant prouvé qu'un fil enveloppant une âme métallique exerce une influence protectrice très importante sur celle-ci. Ce fait a été notamment contrôlé, maintes fois, dans l'emploi de câbles toronnés composés de différents métaux. Les torons intérieurs restent toujours dans un état de préservation satisfaisant. Ceci est encore plus net avec des câbles composés de torons extérieurs en aluminium, car, à l'usage, l'enveloppe d'aluminium se resserre étroitement autour de l'âme. De plus, l'aluminium et l'acier, de même que l'aluminium et le zinc, sont voisins dans la série électro-chimique et comme l'aluminium est positif par rapport à ces deux autres métaux, ces derniers ne seraient pas altérés par une action électrolytique éventuelle.

« Une autre propriété qui tend à empêcher l'altération est l'existence, à la surface de l'aluminium, d'une pellicule d'oxyde. Cette propriété qui est utilisée dans le parafoudre électrolytique.

« Toute cette base théorique permet donc de prévoir une longue durée aux câbles d'aluminium à âme d'acier. Cette théorie a été suffisamment vérifiée par l'utilisation de 40.000 milles de lignes construites suivant ces principes et dont certaines sont utilisées depuis plus de treize ans. »

NOTE DE LA RÉDACTION

A la suite de notre compte rendu du Congrès de la Houille Blanche, à Marseille, nous avons reçu des Etablissements Leflaive, à St-Etienne, la lettre que nous reproduisons ci-après :

Monsieur,

Dans votre numéro de juillet-août 1922, à la page 115, 1^{re} colonne, ligne 24 et suivantes, vous écrivez :

« L'usine hydraulique est équipée par quatre groupes hydro-

électriques constitués chacun par une turbine Neyret-Beylier de 10.000 H. P., 300 tours, chute moyenne de 34 mètres. »

Cette assertion est inexacte. L'usine de Sainte-Tulle comporte bien quatre groupes de 10.000 chevaux à 300 tours, mais deux turbines seulement ont été fournies par Neyret-Beylier et les deux autres par nous-mêmes.

Nous comptons sur votre courtoisie pour rectifier une omission qui paraît nous exclure d'une des usines les plus importantes et les plus modernes qui viennent d'être mises en route.

Nous vous prions d'agréer, etc.

LEFLAIVE.