On y voyait encore deux moteurs à courant continu dont l'arbre se prolonge à l'extérieur et est destiné à recevoir des meules émeri, des tampons à polir, des brosses, etc.

Cette maison a obtenu un troisième prix avec médaille de bronze.

La maison CADIOT présentait une petite machine universelle très pratique. Le moteur, à courant alternatif monophasé, est d'une puissance de $1/6^e$ de cheval, il est supporté par un bâti et est complètement enveloppé d'un carter sphérique. Sur l'axe du moteur, on peut adapter indifféremment une petite scie à métaux, une meche à percer, une meule émeri ou bien encore des tampons à polir. Les carters servent à protéger ces divers outils et à recevoir les limailles, ils sont aussi destinés à servir de supports de pièces pour la meule et pour la scie.

La maison DUKARD présentait des appareils de chauffage, chauffe-pieds pour tramways et chauffe-plats. Les chauffe-pieds de tramways servent pour 24 voyageurs et sont composés de cinq plaques chauffantes; la dépense en électricité est de 1400 watts, soit 45 watts par voyageur. Le chauffe-plat est à une seule plaque chauffante et consomme à peu près 1 hectowatt; il fonctionne sous le courant de 120 volts. Contrairement aux radiateurs ordinaires, les plaques chauffantes de ces appareils ne comportent pas de matière isolante, cause d'absorption de chaleur.

La Société française d'électricité A. E. G. présentait, dans son stand, une série de moteurs à courant alternatif de faible puissance, pour machines à coudre, machines-outils, machines pour dentistes, etc. Ces moteurs sont remarquables par la robustesse de leur construction. Des flasques porte-paliers protègent les enroulements contre toute atteinte extérieure. La partie tournante est constituée soit par un induit à court-circuit, soit par induit qui aboutit à 3 bagues permettant l'adjonction de résistance dans le circuit induit. Ces moteurs, par suite de l'absolue symétrie de toutes les pièces, peuvent se placer indifféremment par terre, se fixer au plafond ou contre un mur.

Outre cette série de moteurs, on remarquait encore une petite perceuse pour établi, du même modèle que celle décrite plus haut, et une perceuse portative avec réducteur de vitesse. Il y avait également un moteur de machine à coudre monté sur glissière pour permettre de tendre la courroie; le démarrage se fait au moyen d'un rhéostat spécial commandé par la pédale de la machine.

Le jury a attribué à cette société un troisième prix avec médaille de bronze.

Même récompense a été décernée à la Société des tondeuses électriques, qui, outre des tondeuses, exposait aussi divers petits moteurs.

H. BUTHION.

La Distribution de l'Énergie Électrique dans la Ville de Grenoble

Conférence faite le 28 mai 1906, devant la Société pour le développement de l'Enseignement technique près l'Université de Grenoble, par M. F. JENNY, Ingénieur, chef du service électrique de la ville de Grenoble.

Sur la demande de M. Barbillon, l'éminent directeur de l'Institut Electrotechnique de Grenoble et du Bureau de contrôle municipal, je me fais un véritable plaisir de venir vous exposer en quelques mots la façon dont notre ville est alimentée en énergie électrique.

Je passerai rapidement sur la première partie de cette installation, comprenant l'usine génératrice et la ligne d'adduction à très haut voltage, qui, assurément, présente un très grand intérêt, mais qui ne dépend pas de mon service.

L'exploitation de l'éclairage électrique de la cité grenobloise est entièrement municipale, fait qui se rencontre très rarement en France. L'énergie est fournie à la ville, aux bornes secondaires des transformateurs, à la tension de 5 000 volts, par la Société Electro-chimique de la Romanche qui a la concession totale et unique pour une durée de 45 ans.

USINE GÉNÉRATRICE

L'usine génératrice est située à Livet, petit village adossé aux pieds des rochers gigantesques des massifs du Taillefer et de Belledonne, et traversé par un torrent impétueux, « la Romanche », affluent du Drac, et qui prend sa source dans l'Oisans. C'est ce torrent qui fournit l'énergie nécessaire au fonctionnement des turbines de l'usine de la Société Electro-chimique de la Romanche. L'eau est captée au pont de l'Aveynat, à 2 kilomètres environ en amont de Livet, et est amenée à la chambre d'eau, située au-dessus de l'usine, par une galerie souterraine de section sensiblement circulaire, de 3 m. 75 de diamètre. De là, l'eau est conduite sous pression dans le collecteur par une conduite forcée verticale en tôle d'acier, de 2 m. 50 de diamètre, et placée dans un puits foré dans le rocher. La hauteur de la chute est de 60 mètres environ.

Les turbines sont capables de développer chacune une puissance normale de 2 500 chevaux à la vitesse de 375 tours à la minute, mais, en réalité, elles peuvent fournir une puissance un peu plus élevée, afin de répondre dans une certaine mesure à la surcharge que les alternateurs peuvent supporter. Elles ont été construites par la Maison A. et H. Bouvier, de Grenoble. Chaque turbine commande, au moyen d'un accouplement direct, un alternateur de 2 500 kilovoltampères, pour $\cos \varphi = 0,7$, produisant du courant triphasé à 50 périodes sous 3 000 volts composés.

Le courant engendré à cette tension, après avoir passé par un tableau renfermant les appareils de sécurité et de manœuvre les plus modernes, est conduit dans un transformateur de même puissance que l'alternateur, et est transformé à la tension de 26 000 volts.

Il est intéressant de remarquer que le tableau dont on vient de parler permet le couplage de n'importe quelle machine sur un transformateur quelconque.

Le matériel électrique a été fourni et installé par la maison Brown et Boveri de Baden (Suisse).

Le courant à 26 000 volts, venant des transformateurs, est dirigé ensuite sur un tableau de couplage de lignes, en ciment armé, d'où partent 2 lignes triphasées à 3 fils.

Chaque ligne passe par un interrupteur automatique à huile, à action différée, et par un parafoudre dont nous donnerons une description détaillée dans l'étude de la sous-station de Grenoble.

Notons encore, avant de quitter l'usine, qu'elle renferme 3 groupes analogues à celui que nous venons de décrire, et que les moteurs hydrauliques sont munis d'un régulateur d'un nouveau système construit par la maison A. et H. Bouvier de Grenoble.

Ce système présente cette particularité que, pour la première fois, il donne la solution du réglage simultané de toutes les unités d'une station centrale au moyen d'un seul pendule. A ce sujet, il est bon de rappeler que la Société Internationale des Electriciens s'est vivement préoccupée de cette question, et que, dans son bulletin d'avril 1902, certains de ses membres émettaient l'opinion que la régularisation par un seul régulateur conduirait à une solution parfaite du problème, mais que cette solution semblait très difficile à

réaliser. Or, le système Henri Bouvier semble répondre précisément aux desiderata qui ont été exprimés, car il assure non seulement un excellent réglage pour toutes les unités fonctionnant en parallèle, mais en outre il se prête excessivement bien au couplage en parallèle des groupes et à la mise hors-circuit d'une des unités (*).

L'usine renferme encore 2 groupes d'excitatrices, d'une puissance de 175 chevaux, tournant à la vitesse de 600 tours, et servant en même temps à l'éclairage de l'usine et à la commande de différents moteurs de ponts-roulants. Les moteurs hydrauliques entraînant ces excitatrices sont aussi munis du même système de régulateur.

Chacune des turbines de l'installation est en outre munie d'un régulateur de pression, contre les coups de béliers.

LIGNE D'ADDUCTION

La ligne d'adduction a une longueur de 38 kilomètres ; elle est établie dans la vallée de la Romanche jusqu'à Vizille, et de là, elle remonte à Brié et Angonnes pour redescendre à Eybens et enfin à Grenoble. Elle suit de grandes voies de communications sur la plus grande partie de son parcours, ce qui permet d'effectuer rapidement sa visite en cas d'accident. Elle se compose de 2 lignes triphasées, comprenant chacune 3 fils de 8 m/m en bronze silicieux, reposant sur des isolateurs à triple cloche essayés à 70 000 volts. Ces isolateurs sont supportés par des tiges de fer galvanisé verticales, boulonnées sur des traverses en chêne.

Les poteaux sont d'un système qui n'avait pas encore été expérimenté au moment de la construction de cette ligne qui a donc été la première de ce genre. Ils sont en ciment armé avec ane intérieure en bois, système Bourgeat. Les traverses sont fixées contre ces poteaux au moyen de colliers à boulons. (**)

La distance horizontale entre fils est de 0 m. 85, et la distance verticale de 0 m. 75. Les fils des 3 phases d'une même ligne sont disposés en triangle.

SOUS-STATION DE MALLIFAUD

Le courant à 2600 volts aboutit donc à la sous-station de la Porte Mallifaud, où il est transformé à 5000 volts et livré sous cette tension à la ville de Grenoble.

Cette sous-station étant située sur le chemin de ronde intérieur des fortifications, les lignes à haute tension n'empruntent aucune voie municipale *intra muros*.

Le bâtiment de ce poste de transformation est construit exclusivement en matériaux incombustibles ; toutes les charpentes sont métalliques et le toit lui-même, en ciment armé, est recouvert de pontinium (composé de plomb et d'antimoine.) Cet édifice comprend un rez-de-chaussée et 2 étages. Le rez-de-chaussée renferme les 3 transformateurs, le 1^{er} étage les tableaux à 26000 volts et à 5000 volts, et enfin le 2^e étage est spécialement réservé à la batterie des parafoudres de la ligne d'adduction.

L'entrée des lignes se fait au moyen de belvédères, placés sur la toiture du bâtiment, et au nombre de 3. Deux sont utilisés par les 2 lignes dont nous venons de parler, et l'autre est réservé à une ligne de secours, reliée au réseau de la Société Hydro-Electrique de Fure et Morge (**), qui suit

les lignes du Drac ; cette ligne se compose de 3 fils de bronze silicieux de 8 m/m de diamètre, elle est établie sur des poteaux en treillis métallique qui sont plantés sur la pente extérieure des talus des fortifications, sur une longueur de 1500 mètres environ.

Parafoudres. — Chacune de ces trois lignes aboutit directement à une batterie de parafoudres Brown-Boveri qui présente un intérêt tout spécial.

Une batterie comprend 3 parafoudres distincts, soit un par phase. Un parafoudre est composé d'une série de 17 éléments, constitués eux-mêmes par une série de 7 rouleaux en bronze moulé, espacés les uns des autres de un millimètre environ, et renfermés dans une coquille en porcelaine ; à ces 17 éléments sont réunis en série 4 groupes parallèles de 4 éléments en série. Chacun de ces groupes est relié à 4 bobines de self, de 0 m, 60 de diamètre environ, comprenant chacune 5 spires de fil isolé, enroulées suivant un plan vertical. Le tout est monté sur un chevalet en bois, isolé du sol par des isolateurs à haute tension.

Le courant arrivant de la ligne se trouve donc en présence d'une première série d'éléments au nombre de $(17 + 4 = 21)$ et de la première bobine de self ; après avoir traversé celle-ci, il se trouve de nouveau en présence d'un parafoudre et d'une bobine de self : la même chose se reproduit après les deuxième et troisième bobines. Enfin après la quatrième self, le courant pénètre dans l'enroulement primaire du transformateur après avoir passé par un disjoncteur automatique et par le tableau à 26000 volts.

FIG. 1.
Parafoudres Brown-Boveri.

On comprend aisément le fonctionnement de l'appareil que nous venons de décrire. Les décharges atmosphériques étant pour la plupart du temps à très haut voltage et à haute fréquence, elles s'écoulent au sol sans difficulté par la série d'éléments Wurtz qui constitue un parafoudre à rupture multiple, tandis qu'elles rencontrent une très grande difficulté à circuler dans la self et par conséquent à se rendre jusqu'au transformateur. On sait en effet que l'impédance d'un circuit réactant croît avec la fréquence, tandis qu'il n'en est pas de même pour la résistance ohmique constituée par le parafoudre proprement dit qui n'offre pas d'obstacle insurmontable à des courants de haut voltage. Les 3 séries de parafoudres et de selfs qui suivent contribuent à rendre plus efficace le fonctionnement de l'appareil, au cas où une partie seulement de la décharge atmosphérique se serait écoulée au sol par le premier parafoudre mis en présence.

Il est intéressant de remarquer aussi que cet appareil étant réglé pour fonctionner immédiatement au-dessus du voltage normal d'exploitation (vers 29000 à 30000 volts)

(*) Pour la description de cet appareil, voir *La Houille Blanche* de juin 1903, p. 164.

(**) Voir *La Houille Blanche*, juillet 1903 et septembre 1904.

(***) Voir Bulletin de la Société Internationale des Electriciens Tome II (2^e série) n° 18, 1902. Conférence de M. Lépine.

agit aussi comme déchargeur continu, c'est-à-dire que chaque surtension, tant faible soit-elle, et provenant de causes diverses que nous n'avons pas le temps d'examiner ici, est conduite à la terre (*).

Il arrive en effet fréquemment que des aigrettes lumineuses se produisent dans ces parafoudres, même par les temps les plus calmes, notamment au moment des variations brusques de charges sur le réseau, et pendant les temps de pluies ou de brouillards. Ce dernier phénomène s'explique facile-

ment parafoudres à cornes pour éviter des à-coups, ou même des courts-circuits, pendant leur fonctionnement. Le grand nombre des ruptures en série sur le circuit de terre de ces appareils empêche en effet la formation d'un arc trop puissant et par conséquent en facilite l'extinction. Notons encore, avant de laisser cet intéressant appareil, que la ligne de terre est établie en fil de cuivre de 8 m/m de diamètre, et que l'on a évité autant que possible les coudes brusques pour en diminuer l'impédance.

Disjoncteurs. — Après avoir traversé ce parafoudre, chaque ligne passe par un disjoncteur automatique, à rupture brusque dans l'huile, construit pour une puissance de 2 500 K.V.A. sous 26 000 volts. Cet appareil peut se commander de même à la main au moyen d'un volant placé sur le tableau de chaque transformateur, composé d'une sorte de pupitre renfermant aussi les appareils de commande du déclenchement automatique et un ampèremètre par phase. Le déclenchement automatique est réglable et à action différée; il est basé sur le principe suivant : sur chacune des phases est placé en série un transformateur d'intensité T (fig. 3) dont le secondaire communique d'une part avec le relai du disjoncteur E et d'autre part avec une sorte de moteur à champ tournant M, dont la partie mobile, un disque en aluminium, ne se met en mouvement qu'à partir d'une certaine valeur du champ d'induction, c'est-à-dire au moment où l'intensité de la ligne atteint elle-même une certaine valeur qui correspond à celle pour laquelle l'appareil doit fonctionner. Le disque étant en mouvement, enroule autour de son axe un fil qui lui est suspendu, et qui porte une série de rondelles, formant contre-poids P. Arrivées au bout de leur course, ces rondelles viennent buter contre un ressort flexible C qui ferme alors le circuit du relai. Le circuit étant fermé, le courant passe dans l'électro E du relai qui fait déclencher l'interrupteur I. Le réglage est obtenu en faisant varier le nombre des rondelles et par conséquent la valeur du contre-poids P; quant au retard, on l'obtient en faisant varier la longueur du fil F dont il a été question ci-dessus. En temps ordinaire, cet appareil est réglé pour déclencher avec une surcharge de 50 pour 100 de la charge normale, avec un retard de 3 à 4 secondes. De cette façon, on peut éviter un arrêt général lors de la production d'un court-circuit ou

d'une surcharge brusque de très faible durée. Le volant de commande à la main transmet son mouvement à l'interrupteur proprement dit au moyen de câbles souples en acier et de chaînes de Galles.

Tableau. — Les 3 lignes arrivent ensuite au tableau à 26 000 volts, construit suivant les principes les plus modernes.

Il est établi en ciment armé, et se compose uniquement de cases spéciales, dans lesquelles se trouvent les barres auxquelles aboutissent d'une part les lignes et de l'autre les transformateurs abaisseurs. Un système simple et ingénieux de barrettes et de fiches permet de mettre l'un quelconque des transformateurs sur n'importe quelle ligne.

FIG. 2. — Vue intérieure de l'usine de Livet.

ment; en effet, si une branche, ou un objet quelconque, vient à être mis en contact avec un des fils de la ligne par une atmosphère humide ou pluvieuse, la tension des 2 autres fils par rapport à la terre augmente, et les parafoudres correspondants sont amorcés.

Il reste encore à signaler un réel avantage de ce système d'appareil; c'est la suppression des résistances ohmiques que l'on est obligé d'intercaler sur le circuit de terre des

(*) Voir Bulletin de la Société Internationale des Electriciens, tome II (6^e série) n° 18, 1902, et tome V (2^e série) n° 42, 1905, ainsi que le Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'Institut Electrotechnique de Grenoble (n° 4).

FIG. 3. — SCHÉMA DU MONTAGE DE LA SOUS-STATION DE LA PORTE MALLIFAUD

Partie basse tension

Le réseau de Livet comprend 2 lignes triphasées, il est de même possible d'utiliser 3 fils quelconques sur les 6 pour constituer une ligne triphasée. Ceci présente un grand avantage en cas d'accident sur plusieurs fils distincts à la fois.

La manœuvre des couteaux et des fiches se fait très commodément, et sans aucun danger pour l'opérateur, au moyen de pinces et d'outils spéciaux en bois paraffiné. On

FIG. 4. — Disjoncteurs à action différée.

ne peut du reste accéder au tableau qu'à la condition de monter sur un plancher isolant. Il est à remarquer que les manœuvres du tableau ne peuvent se faire qu'à vide parce que : 1° La rupture n'est pas assez brusque et 2° parce qu'il n'est pas possible d'opérer sur les 3 phases simultanément.

De ce tableau, le courant est conduit aux transformateurs par l'intermédiaire d'un interrupteur à coupe-circuit d'urgence et d'un commutateur à couteaux.

L'interrupteur à coupe-circuit, manœuvrable à la main, est du type à cornes ; chacune des phases est séparée par un écran en marbre ; il sert à doubler l'automatique en cas de non-fonctionnement de celui-ci et à isoler plus sûrement chaque transformateur.

Le commutateur permet de coupler les enroulements primaires de transformateurs en triangle, ou en étoile, suivant que la distribution est faite à 15 000 volts ou à 26 000 volts. Cet appareil ne peut être manœuvré qu'au repos, il est en effet inutile qu'il en soit autrement, les changements de voltage ne pouvant pas se faire pendant le fonctionnement du réseau. Immédiatement en dessous de ces appareils se trouvent placés les transformateurs qui abaissent la tension de 26 000 volts à 5 000 volts.

Transformateurs. — Chaque transformateur est d'une puissance de 2 500 K.V.A., pour $\cos.\varphi = 0,7$; les enroulements baignent dans l'huile, et le refroidissement est obtenu au moyen d'une circulation d'eau dans un serpentin plongeant dans l'huile. Le poids d'un tel appareil est environ de 18 000 kilogrammes. Afin de faciliter les manœuvres des transformateurs, en cas d'avarie ou de nettoyage, ceux-ci peuvent être placés sur des rouleaux et poussés sur un wagonnet monté sur rails ; de là, on peut les conduire sans difficulté en-dessous d'un pont roulant de 20 tonnes installé à l'entrée de la sous-station.

Il est à remarquer que la tension devant être de

5 000 volts, aux bornes de transformations du réseau de Grenoble, à vide, il y a généralement plus de 26 000 volts à l'arrivée ; actuellement, on monte à 5 200 volts sur le secondaire au moment de la forte charge, soit environ 27 000 volts (plus la perte en ligne, encore très faible actuellement mais qui pourra atteindre 7 pour 100 en pleine charge, soit 5 000 chevaux, avec un décalage correspondant à $\cos.\varphi = 0,7$, les 2 lignes étant en parallèle).

Le tableau à 26 000 volts et les transformateurs ont été construits et montés par la maison Brown-Boveri.

Tableau à 5 000 volts. — La ville prend possession du courant, aux bornes secondaires des transformateurs que nous venons de décrire, à la tension moyenne de 5 000 volts. Le tableau à 5 000 volts est divisé en 2 parties au point de vue distribution ; il comprend : 1°, 3 panneaux de transformateurs et, 2°, 7 panneaux de feeders.

Chaque transformateur aboutit à un interrupteur qui permet de le brancher sur des barres omnibus au nombre de 4, une par phase et une pour le neutre.

Les barres omnibus conduisent le courant aux compteurs et de là aux barres omnibus des feeders.

Les interrupteurs de transformateurs ne sont pas à déclenchement automatique ; ils sont à rupture brusque dans l'huile, et ont été construits par la Société Industrielle des Téléphones ; ils sont prévus pour 2 500 K.V.A.

La rupture du neutre ne se fait pas dans l'huile, mais simplement à l'air libre ; il n'y a aucun inconvénient de ce fait, car la charge de ce conducteur est sensiblement nulle.

La consommation est enregistrée par 3 compteurs monophasés, dont l'enroulement série est embroché sur une phase, et l'enroulement en déviation est branché entre la

FIG. 5. — Schéma du montage des compteurs.

phase correspondante et le neutre. Les appareils qui, ainsi que nous le disions plus haut, sont placés entre les barres des transformateurs et les barres des feeders, sont du modèle Stanley, à champ tournant ; leur calibre est de 400 ampères. L'appareil proprement dit est relié aux barres par des transformateurs d'intensité T_i et de voltage T_v , transformant le courant de 400 ampères en 10 ampères et de $\frac{5\,000}{\sqrt{3}}$ volts à 120 volts.

Le montage de ces appareils est effectué conformément au croquis ci-joint. Ce type de compteur est d'une construction très robuste ; il diffère surtout des autres appareils similaires par sa suspension magnétique. La description de cet appareil a été donnée du reste tout au long dans le numéro de décembre 1903 de *La Houille Blanche*.

Les barres omnibus des feeders distribuent le courant sur 7 panneaux de feeders placés de part et d'autre des 3 tableaux de transformateurs. Les panneaux sont tous identiques. Ils comprennent chacun un disjoncteur automatique à rupture brusque dans l'huile de 1 000 kilovoltampères et un ampèremètre par phase.

Le courant venant des barres passe par les transformateurs d'intensité du disjoncteur (2 sur 3 phases) et l'interrupteur; de là il traverse les transformateurs d'intensité des ampèremètres et va enfin rejoindre les boîtes d'extrémité des câbles-feeders.

Chaque panneau ainsi constitué est encore relié à un autre tableau comprenant une série de 7 panneaux de limiteurs de tension. Le fonctionnement et le montage du tableau à 5 000 volts sont du reste indiqués sur le schéma de montage de la sous-station.

Les disjoncteurs automatiques dont on a parlé ci-dessus ont aussi été construits par la Société Industrielle des Téléphones; ils sont réglables et à action différée. Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut le mécanisme, de déclenchement est commandé par 2 phases seulement; dans ce système, il n'existe pas de relai; le courant secondaire des transformateurs T montés en série passe directement dans

FIG. 6. — Interrupteurs S. I. T.

2 électro E en série, dont le noyau de fer doux mobile vient buter contre un levier de déclenchement, lorsque l'intensité atteint une trop grande valeur. Le réglage de cet appareil s'obtient en faisant varier la course du noyau mobile, et par conséquent la distance d'attraction; le retard, lui, est obtenu en faisant varier la course d'un piston dans un cylindre à glycérine, relié au mécanisme de déclenchement. Le montage électrique de cet appareil est du reste représenté sur le schéma ci-contre (fig. 6).

Les ampèremètres, de provenance Hartmann et Braun, de Francfort, sont à transformateurs d'intensité.

Chaque phase traverse un transformateur d'ampèremètre et les secondaires de ces appareils sont réunis à un commutateur bipolaire à 3 directions qui permet de mesurer l'intensité sur chaque fil au moyen d'un seul cadran.

Le tableau proprement dit comprend encore un voltmètre ordinaire, et un voltmètre enregistreur thermique, système Jules Richard. Ces deux appareils sont branchés sur les secondaires de transformateurs triphasés 5 000 volts/110 volts, par l'intermédiaire de commutateurs bipolaires à 3 directions permettant de mesurer le voltage sur les 3 ponts. Ainsi qu'on a pu le remarquer, aucun des fils à haute tension ne communique directement avec la partie accessible du tableau.

Il nous reste enfin à décrire les panneaux de limiteurs de tensions. Ces appareils sont du système Vedovelli; ils se composent d'une série de huit obus en zinc strié, séparés les uns des autres par un intervalle d'air de un millimètre environ. Ils sont réglés pour s'amorcer à un voltage

de $\frac{7500}{\sqrt{3}}$ volts par rapport à la terre, soit pour une surtension de 50 pour 100 de voltage normal. Ils sont reliés aux bornes de départ des feeders par l'intermédiaire du coupe-circuit à huile CC destiné à couper le courant de décharge au cas où celui-ci atteindrait une trop grande valeur.

FIG. 7. — Schéma de montage et détail des limiteurs de tension.

Ces coupe-circuits à huile, d'un modèle très ingénieux, et qui donne les meilleurs résultats, sont construits par la maison Sprecher et Schuler, d'Aarau (Suisse); ils sont amovibles et peuvent se manœuvrer à vide au moyen de pinces isolantes spécialement combinées à cet effet. Les fusibles, en argent, sont maintenus tendus au moyen d'un tube de porcelaine rempli d'huile. Lorsque le fusible vient à se rompre, à la suite d'une surintensité, le ressort attire vivement l'arc dans l'huile et celui-ci est alors étouffé instantanément.

Enfin, sur le circuit de terre de ces limiteurs, se trouvent branchées en série des résistances ohmiques qui sont destinées à limiter le courant de décharge.

(A suivre.)

F. JENNY.

Redresseur-Régulateur Auvert et Ferrand

Dans le dernier numéro de *La Houille Blanche*, on a lu le rapport présenté par M. AUVERT au 35^e Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences sur la traction électrique des chemins de fer; nous donnons aujourd'hui la description du *redresseur-régulateur* de courant alternatif en courant continu de M. Auvert, d'après un article qu'il a publié sur cet appareil dans la *Revue Générale des Chemins de fer et Tramways*.

Le but de tout redresseur est de transformer un courant alternatif monophasé en un courant qui soit, sinon tout à fait continu, du moins toujours de même sens. L'appareil imaginé par MM. Auvert, ingénieur principal, et Ferrand, ingénieur à la C^{ie} P.-L.-M., permet, grâce à un artifice spécial, d'obtenir un courant qui, non seulement est toujours de même sens, mais encore est très peu ondulé. Il repose sur le principe suivant :

Considérons un anneau lamellé AA (fig. 1) formé de minces lames de tôle d'acier doux, autour duquel sont placés deux enroulements EE occupant chacun le quart de la circonférence de l'anneau. Sur le même axe que celui-ci est monté un collecteur ayant l'aspect extérieur d'un collecteur de dynamo à courant continu, mais qui en diffère cependant en ce qu'il est divisé en quatre parties égales, dont deux XY sont formées de lames isolées les unes des autres par du mica, et dont les deux autres B et C sont formées d'une portion de cylindre remplissant l'intervalle compris entre les parties lamellées.