

à dire, mais il est certain qu'elle est amplement suffisante pour faire face à toutes les demandes futures de ses services publics. Les quelques chiffres donnés plus haut, malgré leur approximation, ne laissent aucun doute à cet égard. N'a-t-on pas vu en effet qu'il ne pourra guère utiliser que 2 à 300 000 chevaux pour ses chemins de fer, le plus considérable incontestablement de ses services publics. Et si l'on voulait poser un chiffre, on pourrait dire qu'en basses et moyennes chutes il possède au moins 7 à 800.000 chevaux. L'Etat possesseur des cours d'eau navigables et flottables a donc tout ce qui lui est nécessaire en fait de forces hydrauliques. Il ne s'en suit pas qu'il ne puisse avoir le droit, quand besoin sera, de puiser de l'énergie à une chute hors de son domaine, de le faire au même titre qu'un particulier. Il lui arrivera assez fréquemment d'être obligé de capter des hautes chutes parce que c'est dans leur zone d'action que se trouvera la partie du service qu'il veut pourvoir d'énergie électrique. Cela devra lui être permis. Mais comme l'Etat n'aura besoin que des chevaux permanents et qu'il perdra à les aménager sans installer avec eux un certain nombre de chevaux périodiques, il faudra qu'il soit libre de les vendre à l'industrie privée qui peut les utiliser.

De cette obligation où il sera de capter des hautes chutes en résulte-t-il qu'il doive s'approprier toutes celles-ci ? Non assurément. Ce n'est point une raison de prendre 20 chutes ou peut-être davantage parce qu'il aura besoin du tiers ou du quart de l'une d'elles ! Et d'ailleurs, que ferait-il de tous leurs chevaux périodiques ?... Il devrait les vendre à l'industrie privée. L'Etat a-t-il intérêt à vendre de l'énergie ? Ce n'est pas son rôle.

Les moyennes et hautes chutes se trouvent sur les cours d'eau non navigables ni flottables qui appartiennent aujourd'hui à leurs riverains. Or, nous avons vu que ces chutes sont précisément celles qui ont le plus besoin d'une affectation industrielle sans laquelle d'ailleurs elles ne s'installent jamais. Si comme nous l'avons supposé plus haut il y a 4.500.000 chx. aménageables en moyennes et hautes chutes, il faut, pour qu'ils cessent un jour de rouler les cailloux sur leur lit en *détériorant notre appareil hydraulique* que l'industrie privée crée de toutes pièces des applications susceptibles d'en absorber l'énorme masse de 3.500.000. C'est à peu près l'équivalent des trois quarts de l'énergie que dégage la houille actuellement brûlée dans nos ateliers et nos usines métallurgiques et chimiques. Malgré tout l'espoir qui plane sur les laboratoires de nos chercheurs, ces applications ne verront pas le jour de la prospérité sans un effort colossal de cette industrie privée. Et ce n'est que quand elle aura mis en œuvre cette part de richesse dont seule elle peut tirer parti, que nos réseaux de distribution d'énergie pourront s'établir, qu'il leur sera alors possible de souder leurs mailles en ce vaste réseau complété par la houille noire et auquel viendront s'alimenter les services publics. Car il faut bien observer que la loi de progrès qui domine l'évolution de l'économie industrielle en France ira toujours en s'affirmant de plus en plus avec la centralisation administrative : *l'Administration suit le progrès, mais c'est l'Industrie privée qui l'engendre*. C'est l'industrie privée qui a créé les forces hydrauliques, c'est elle qui réalisera l'œuvre du meilleur emploi de notre « énergie française » et l'Etat qui en profitera.

Eh ! bien, Messieurs, ne vous paraît-il pas que ce partage de nos richesses hydrauliques entre l'Etat et les particuliers devrait être fait de nos jours s'il n'existait pas déjà en vertu du classement ancien de nos cours d'eau en navigables et

non navigables ? Il n'y a plus qu'à changer les choses de nom en appelant par exemple la première catégorie de nos cours d'eau : forces hydrauliques publiques, et la seconde : forces hydrauliques privées !...

Nous pouvons donc conclure que la solution du problème de la *meilleure utilisation* de nos forces hydrauliques doit être poursuivie à la faveur d'un régime législatif qui laisse à l'Etat ce qui appartient à l'Etat, et à l'industrie privée ce qui est à elle. Dès lors, le régime de la concession des chutes d'eau par l'Etat sur les rivières non navigables ni flottables ne nous paraît pas devoir être le moyen rationnel de favoriser cette solution. Il faut chercher mieux, et nous allons maintenant analyser ce qui a été tenté dans ce sens du mieux.

(A suivre.)

E.-F. CÔTE.

Étude comparative des Alternateurs à rainures ouvertes et des Alternateurs à rainures fermées

Depuis une vingtaine d'années la construction des machines électriques s'est développée avec une prodigieuse rapidité, subissant de nombreuses transformations. Les *alternateurs* qui, de plus en plus, prennent une place importante dans l'industrie électrique, sont certainement de toutes les machines électriques celles qui ont été construites sous le plus de modèles différents. Chaque constructeur important a voulu avoir le sien et presque chaque année les modèles ont subi quelques changements. Peu à peu cependant, l'expérience et les études techniques ont éliminé les types vicieux ou trop coûteux et, insensiblement, ont forcé les constructeurs à adopter tous, pour les dispositions générales, un seul et même modèle.

Actuellement tous les induits sont fixes et les inducteurs mobiles. Les fameux alternateurs à une seule bobine inductrice que le transport de force de Lauffen à Francfort, en 1891, avait rendu célèbres, sont maintenant complètement abandonnés. Il en est de même des alternateurs à fer tournant qui eurent, après ceux de Lauffen, quelques années d'un succès justifié d'ailleurs par leur grande robustesse. Leur prix élevé les a obligés de céder la place aux alternateurs modernes c'est-à-dire aux alternateurs à excitation tournante avec les pôles alternés et chaque pôle bobiné. Il en est de même de l'induit qui a eu aussi ses transformations. Toujours fixe maintenant, il a son enroulement logé à l'intérieur de rainures pratiquées dans les tôles qui forment une immense couronne enveloppant des inducteurs. Ainsi, plus d'induits sans fer, plus d'induits Ferranti. En un mot, ce ne sont plus souvent que des détails de construction parfois à peine sensibles qui permettent à l'heure actuelle de distinguer les alternateurs sortant d'usines différentes.

On conçoit donc toute l'importance que peuvent prendre ces détails de construction car ce sont eux qui pourront faire toute la valeur d'une machine. Ce sont eux que le constructeur devra étudier particulièrement et que toute personne appelée à décider du choix d'un alternateur, l'ingénieur-conseil, notamment, devra s'efforcer de connaître. Nous pensons donc intéresser nos lecteurs en donnant ici, d'après M. BÜCHI, directeur technique de la Société Alioth,

ingénieur d'une indiscutable compétence, la très pratique étude suivante qu'il a fait paraître sur les alternateurs à rainures ouvertes et sur les alternateurs à rainures fermées.

Cette étude, publiée dans le journal *Electrical Magazine* de Londres, à l'obligeance duquel nous devons les figures ci-jointes, est particulièrement intéressante parce qu'elle montre bien nettement que les rainures fermées donnent les meilleurs résultats soit au point de vue de l'isolation, soit à celui de la courbe de la force électromotrice qui peut alors se rapprocher davantage de la sinusoïde. Avec les grands transports de force actuels, ce sont précisément ces qualités qui sont les plus importantes. Il n'est pas rare, en effet, de rencontrer maintenant des alternateurs fonctionnant directement à 10.000 volts, même davantage, et malgré l'insuccès de certaines expériences et l'opinion de constructeurs sérieux, il est possible que l'on atteigne dans la pratique des chiffres plus élevés. A ces hautes tensions l'isolation de la machine devient une question capitale, surtout si l'alternateur doit alimenter directement une ligne un peu longue exposée aux coups de foudre. D'autre part, on connaît bien aujourd'hui toute l'importance que peut avoir la forme de la courbe de la force électromotrice dans l'exploitation d'un réseau, d'un réseau souterrain principalement ; les récentes et nombreuses discussions qui ont eu lieu sur ce sujet à la Société Internationale des Electriciens sont une preuve de cette importance et, d'ailleurs, il suffit d'interroger un constructeur de câbles pour être pleinement édifié sur les méfaits des harmoniques.

Dans son étude, M. Büchi recommande le bobinage de l'induit en rainures demi-fermées par opposition aux rainures complètement ouvertes (fig. 1, *a* et *b*) ; et pour justifier cette manière de voir, il établit une comparaison entre les avantages et les désavantages respectifs des deux systèmes, considérés au point de vue de la fabrication comme à celui de l'exploitation.

Il dit : On distingue deux systèmes de bobinage suivant que les rainures sont complètement ouvertes, comme le montre la fig. 1 *b*, ou bien complètement ou à demi-fermées suivant la fig. 1 *a*.

Le plus répandu des deux procédés est le second, permettant l'emploi des pôles massifs ; l'autre système, à rainures



FIG. 1, *a* et *b*.

ouvertes, est beaucoup plus employé en Amérique et comporte l'usage de pôles ou semelles polaires lamellés. Dans le premier cas les bobines induites doivent être enroulées sur la machine même, et à la main ; dans le second cas, au contraire, l'emploi des rainures ouvertes permet d'enrouler ces bobines à l'avance par un dispositif quelconque et de les fixer ensuite dans la machine.

Il semble donc que le second procédé ait sur le premier l'avantage de faciliter aussi bien la construction de la machine que les réparations éventuelles à faire à l'enroulement induit ; d'un autre côté les deux systèmes d'enroulement semblent se valoir au point de vue électrique.

Nous étudierons la question séparément :

- 1° pour machines à basse tension,
- 2° pour machines à haute tension.

Nous considérons comme machines à basse tension celles pour lesquelles l'enroulement de l'armature est, ou peut être exécuté au moyen de barres ; cet enroulement est préparé d'avance au moyen de barres courbées à leurs extrémités pour l'établissement des connexions. Comme machines à haute tension nous entendons les machines pour lesquelles l'enroulement de l'armature est formé de bobines en fil de cuivre, ou de câbles, chaque bobine se composant d'un nombre de spires faites avec le même fil.

I. MACHINES A BASSE TENSION. — Pour les machines à basse tension l'avantage apparent du système des rainures ouvertes n'existe pas ; en effet les barres de cuivre qui constituent l'enroulement sont toujours cintrées d'avance et introduites latéralement dans les rainures, que celles-ci soient ouvertes ou fermées (fig. 2) ; ces barres sont ensuite reliées entre elles par soudure ou par boulonnage. En revanche les rainures ouvertes présentent en plus le désavantage de nécessiter une consolidation assez difficile des barres dans chaque rainure pour les empêcher de s'en échapper.

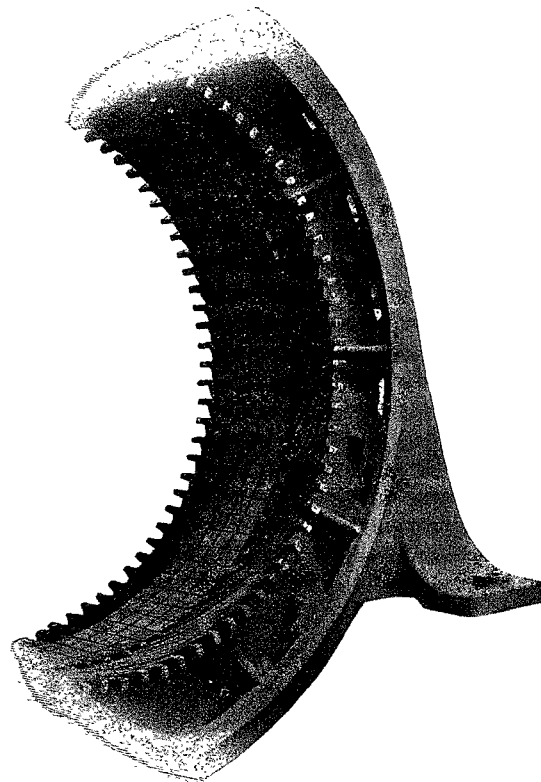


FIG. 2.

Dans les cas de réparations à effectuer, il est très facile de retirer latéralement les barres endommagées ou dont l'isolation est devenue défectueuse, puis de les remplacer par d'autres ; cette opération ne présente pas plus de difficultés avec des rainures fermées qu'avec des rainures ouvertes, car, même dans ce dernier cas, on est obligé, si l'on veut retirer les barres dans la direction de l'axe de la machine, de démonter une partie de la roue polaire.

2. MACHINES A HAUTE TENSION. — Dans les machines à haute tension les bobines sont composées de fils de cuivre logés dans les rainures ; non seulement ces fils doivent être isolés les uns des autres, mais encore doivent-ils l'être très soigneusement de la masse, à l'intérieur et à l'extérieur des rainures.

A. Rainures complètement ou à demi-fermées. — Avec le système des rainures complètement ou à demi fermées,

ce but est atteint au moyen de caniveaux d'une seule pièce complètement clos; ces caniveaux sont en micanite et fabriqués spécialement à l'épreuve de la chaleur et du feu; d'une remarquable résistance vis-à-vis des actions

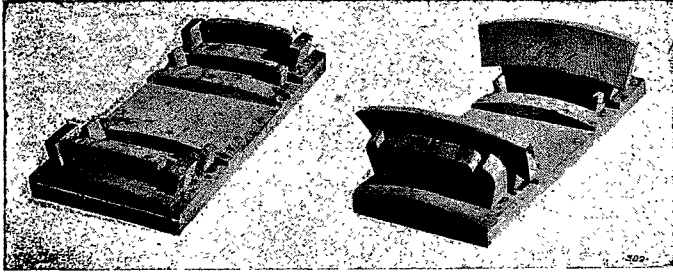


FIG. 3.

mécaniques, due à leur constitution d'un seul morceau, ils présentent enfin les garanties les plus complètes sous le rapport de l'isolation. Ces caniveaux en micanite sont fixés dans l'armature de façon à la dépasser de chaque côté; les têtes des bobines se trouvent séparément isolées par une distance suffisante de l'armature et l'une vis-à-vis de l'autre par un écartement plus que suffisant, sans qu'il soit nécessaire de les entourer de tous les matériaux d'isolation possibles et imaginables.

Ce système d'isolation des têtes de bobines est très remarquable et n'a été exécuté jusqu'à maintenant que par un nombre restreint de constructeurs. La plupart des autres croient mieux faire en entourant les têtes des bobines de toute sorte de matériaux d'isolation de différentes qualités; ceci permet peut-être de gagner quelques centimètres dans la largeur totale de la machine, mais offre par contre un obstacle au refroidissement des bobines et entraîne en outre une série de désavantages bien connus.

C'est au travers de ces caniveaux que les fils sont tirés; disons immédiatement que les usines installées d'une façon moderne, ne procèdent plus à cette opération comme autrefois en introduisant chaque fil dans l'espace laissé libre par des tiges minces retirées au fur et à mesure; actuellement on donne aux rainures des dimensions suffisantes pour que tout ouvrier quelque peu exercé puisse introduire et tirer les fils sans aucune espèce de difficulté.

Dans ces conditions, la mise en place d'une bobine a lieu de la manière suivante: On enlève de la roue polaire les deux ou trois pôles les plus proches, ou, s'il s'agit d'une petite machine, on retire la roue polaire elle-même; après quoi, l'on introduit le gabarit de la bobine, deux modèles de gabarit étant d'ailleurs en usage, un pour la bobine droite et un pour la bobine courbe (fig. 3); au préalable, on aura remplacé les caniveaux de micanite reconnus défectueux, s'il s'en trouve (voir fig. 4 et 5). En l'espace de une ou deux heures l'enroulement de la bobine est terminé, et, ce qui

est d'une grande importance, du moment où l'enroulement est achevé, l'isolation est également établie et la bobine prête à fonctionner.

B. Rainures complètement ouvertes. — Avec le système des rainures complètement ouvertes l'isolation s'obtient au moyen de caniveaux ouverts, en mica, permettant d'introduire directement la bobine S; le caniveau est garanti par un coin en bois, ou en fibre, qui sert d'une part, à empêcher la bobine de s'échapper, et d'autre part à assurer l'isolation. Les points faibles de ce dispositif sont marqués *a* sur la figure 6 ce sont eux qui sont presque toujours causes des court-circuits qui peuvent se produire. On remédie partiellement à ce défaut d'isolation en enveloppant la bobine avec un tissu isolant quelconque ou avec du papier. Le coin en bois ou en fibre ne peut pas dépasser l'armature sur les côtés, et l'on est obligé d'y suppléer au moyen d'un bandage isolant quelconque enroulé autour de la bobine (fig. 7).

Un autre procédé d'isolation pour le système des rainures ouvertes, consiste dans l'emploi des caniveaux taillés en biseau et se refermant suivant une ligne transversale (fig. 8). — Ce dispositif ne présente pas les mêmes points faibles que le précédent, en revanche le caniveau d'isolation, qui doit être ailleurs assez flexible, est soumis à un violent effort aux points marqués *b b* au moment de l'introduction de la bobine; il en résulte que la puissance isolatrice diminue très notablement à ces endroits, et cette diminution peut donner lieu à des accidents. En outre, il faut donner très

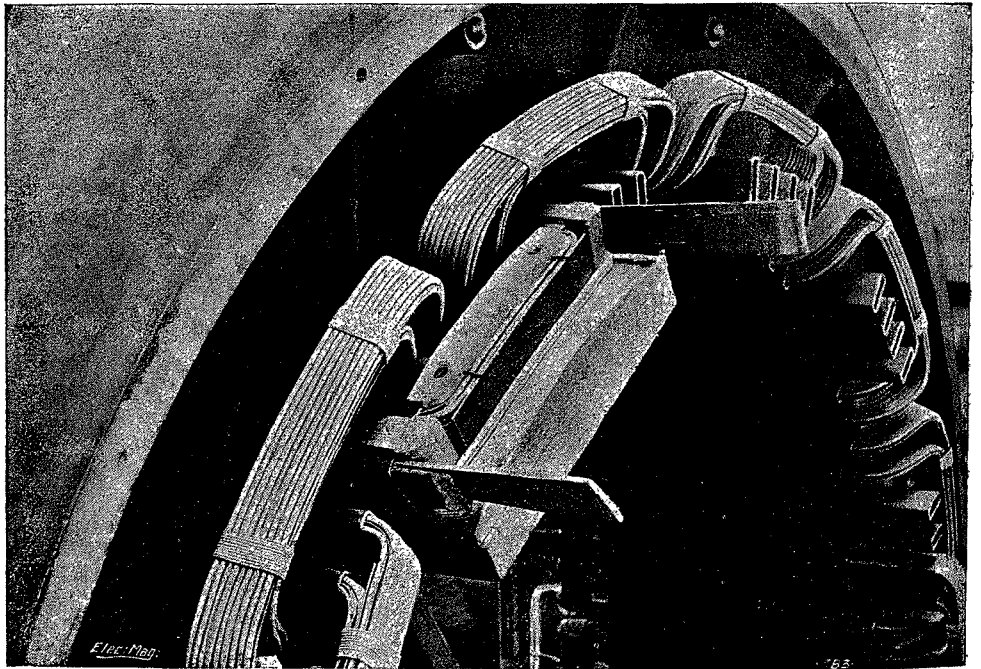


FIG. 4.

rigoureusement à la bobine les dimensions prévues, surtout dans le sens de la largeur, faute de quoi il serait impossible de fermer le caniveau sans l'endommager.

Le caniveau à demi ouvert est représenté par la figure 9, où ses points faibles sont marqués *c*; la description faite pour la figure 8 est également valable pour cette disposition.

Enfin, il existe un troisième moyen d'arriver à isoler les bobines dans le cas des rainures ouvertes: la bobine de fils de cuivre est enveloppée d'un papier ou d'un tissu

isolant spécialement préparé (tissu imprégné, toile ou papier à base de mica) si fortement, et sous une épaisseur telle que tout caniveau isolant devient inutile. Ce procédé peut être considéré comme le meilleur de ceux que nous avons cités, mais il exige un personnel bobineur très expérimenté; en effet, il est également essentiel que l'épaisseur finale de la bobine et que l'épaisseur de son isolation présentent une parfaite régularité, et l'on conçoit sans peine qu'un tel résultat ne peut être obtenu que par des ouvriers très habiles.

Une fois la bobine achevée, sa mise en place nécessite un dispositif préliminaire plus compliqué que le procédé du gabarit exposé à propos des rainures fermées; la mise en place elle-même ne va pas sans quelque difficulté, car il faut introduire simultanément et progressivement les deux côtés de la bobine dans la rainure.

donner une chute de tension plus élevée que les machines à rainures fermées, par suite d'une plus grande dispersion magnétique à pleine charge comparée à la dispersion à vide.

Un autre désavantage des machines à rainures ouvertes, qui peut dans certaines circonstances être très important, consiste en ce fait que la forme de la courbe électromotrice s'écarte considérablement de la sinusoïde; il faut en rechercher la cause dans la densité très irrégulière du champ magnétique dans l'entrefer, par suite de l'interruption que produisent les rainures dans la surface de passage courant. L'effet de ces irrégularités peut être notablement atténué en

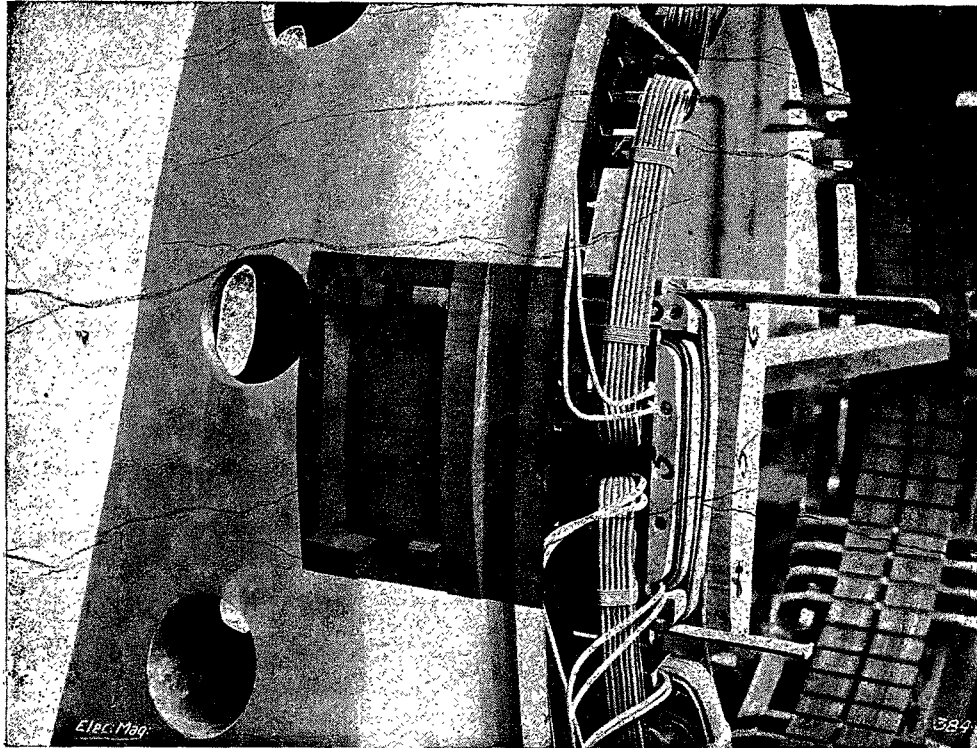


FIG. 5.

augmentant l'entrefer par rapport à la largeur des rainures; mais, même si l'on donne à l'entrefer presque la moitié de la largeur des rainures, la courbe de la force électromotrice est encore irrégulière. Un exemple très frappant est donné

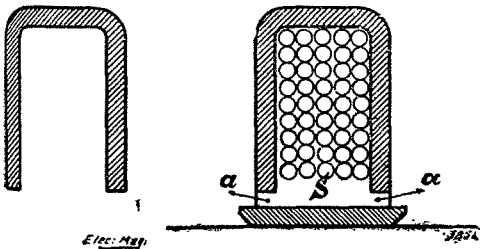


FIG. 6.

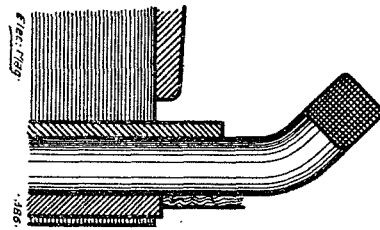


FIG. 7.

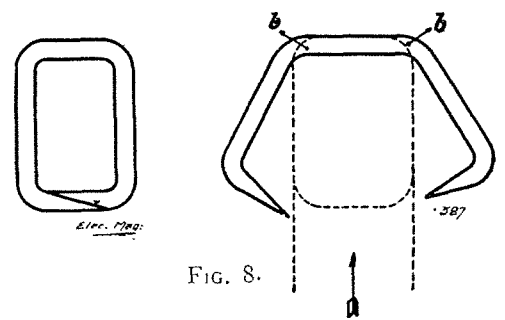


FIG. 8.

L'isolation, qui d'ailleurs est assez délicate, peut facilement être endommagée pendant cette opération, et tout l'ouvrage est alors à recommencer.

Dès que l'on a introduit et installé la bobine à sa place, il faut isoler soigneusement les points qui ont souffert pendant la mise en place, ou ceux qui étaient d'avance considérés comme faibles, suivant qu'on a employé l'un ou l'autre des systèmes décrits ci-dessus.

Les considérations qui précèdent, donnent une base suffisante à la comparaison des deux systèmes d'enroulement au point de vue de la construction, de la sécurité de l'exploitation, et de la facilité des réparations; pour ce qui concerne la qualité des machines au point de vue électrique il y a lieu d'ajouter que, toutes choses égales d'ailleurs, les machines avec rainures ouvertes semblent devoir

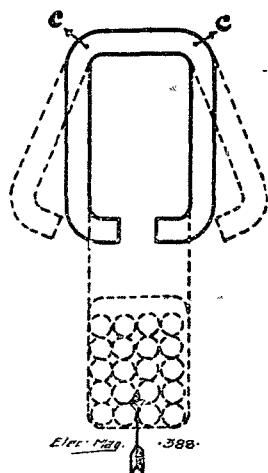


FIG. 9.

par les deux courbes ci-jointes, qui ont été relevées récemment dans une centrale à vapeur du continent sur deux alternateurs triphasés. Les deux machines ont été construites d'après le même cahier des charges pour la même puissance de 1200 HP., la même tension de 6200 volts et la même vitesse de 94 tours; elles sont commandées par deux machines à vapeur identiques possédant le même effet cynétique du volant $PD^2 = 600\,000 \text{ kgm}^2$. Les deux alternateurs ne diffèrent que par les rainures qui sont ouvertes pour la machine A tandis qu'elles sont presque fermées pour la machine B. Ainsi que le montrent les figures 10 et 11 qui représentent les dimensions comparatives de l'armature et des pôles des deux machines, les diamètres des armatures sont presque les mêmes (distance polaire 255 et 242 mm). Les courbes de la force électromotrice ont été

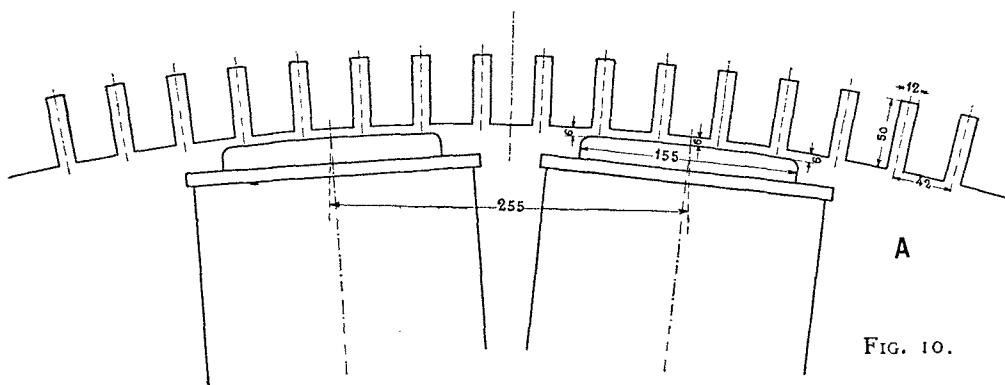


FIG. 10.

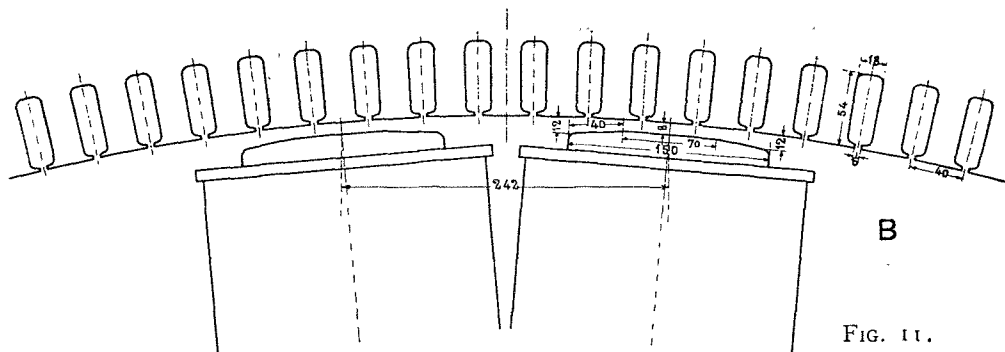


FIG. 11.

prises sur les deux machines avec le même ondographe système Hospitalier, chacune des machines débitant 54/56 amp. à 6 000 volts et à la vitesse de 94 tours ; la courbe de la figure 12 est celle de la machine à rainures ouvertes, la courbe de la figure 13 est celle de la machine à rainures fermées. Ces courbes démontrent d'une façon tout à fait positive que le système des rainures ouvertes est à ce point de vue bien inférieur à celui des rainures fermées, car l'examen de la première courbe fait ressortir la présence d'harmoniques élevées qui donnent lieu à des surlévations dangereuses de la tension.

En ce qui concerne maintenant les qualités mécaniques de la machine au point de vue de son fonctionnement, il va sans dire qu'une roue polaire, composée d'une roue en acier sur laquelle sont boulonnés des pôles ou semelles polaires massifs, est notablement plus solide qu'une roue munie de pôles ou semelles polaires formés de paquets de tôles assemblés, car, avec des rainures complètement ouvertes, si l'on ne veut pas avoir des pertes considérables dues à l'échauffement des semelles polaires par suite de l'hystérésis, il est indispensable de fabriquer au moins les semelles polaires en tôle lamellée.

L'unique avantage véritable que possèdent les alternateurs à rainures ouvertes vis-à-vis des autres, qui a, sans

aucun doute, conduit les constructeurs américains à adopter ce système, consiste en ce que les bobines peuvent être fabriquées par des bobineuses mécaniques au lieu de l'être à la main, et, en ce que tout le bobinage de la machine revient par cela même meilleur marché.

On voit que seul, le fabricant profite de cette supériorité, tandis que les clients en supportent tous les inconvénients.

Il nous reste à parler d'un dernier procédé de bobinage et d'isolation qui convient aux rainures ouvertes ; rarement employé jusqu'à présent, il échappe aux inconvénients dûs à une mauvaise isolation des bobines, mais il n'a pas pour le constructeur l'avantage de contribuer à abaisser le prix de revient du bobinage et il n'empêche pas la forme de la courbe de s'écarter de la sinusoïde. Ce système consiste

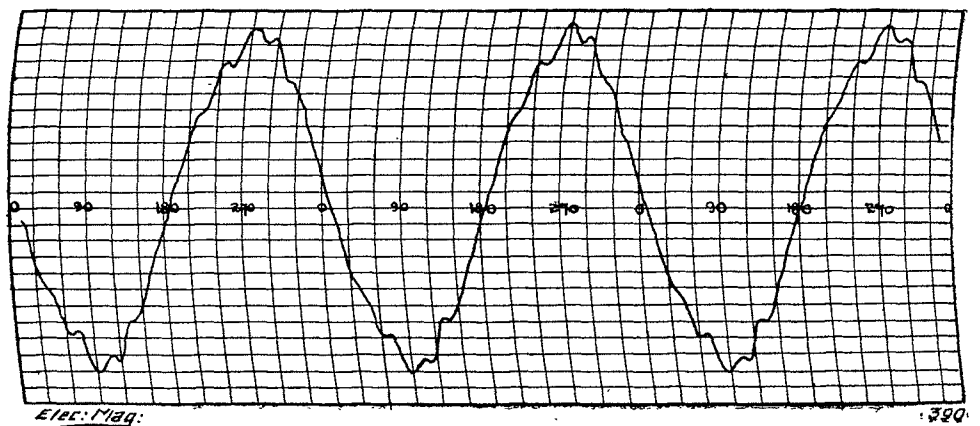


FIG. 12.

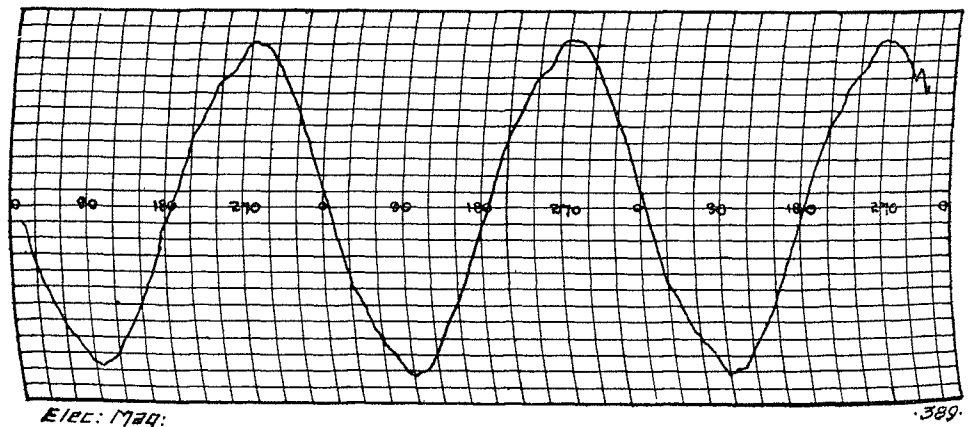


FIG. 13.

dans l'emploi de caniveaux isolants fermés, en même temps que de rainures ouvertes. — Les bobines (fig. 14) peuvent, il est vrai, être établies à l'avance, mais on est obligé de tirer les fils à la main aux travers des caniveaux.

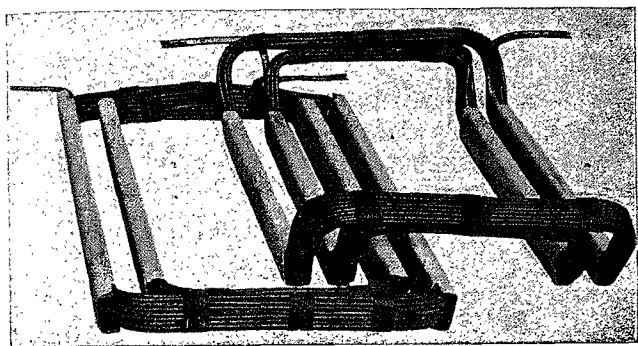


FIG. 14.

Le tableau suivant résume tout ce qui précède :

MACHINES A RAINURES FER-
MÉES OU DEMI-FERMÉES.

MACHINES A RAINURES
OUVERTES.

A. Machines à basse tension.

1. Les deux systèmes sont équivalents au point de vue du bobinage à cause de l'usage de barres de cuivre.

B. Machines à haute tension.

2. Mauvaise isolation des rainures, due à l'absence de caniveaux fermés;

par suite :

3. Détérioration fréquente de bobines et entretien coûteux.

4. Avantage apparent provenant de l'introduction des bobines : en fait, cette introduction dure presque aussi longtemps que le tirage tel qu'on doit le faire dans le cas des rainures fermées ou demi-fermées.

5. Chute de tension relativement grande.

6. Les bobines induites peuvent être fabriquées mécaniquement, d'où construction moins coûteuse (avantage uniquement pour le constructeur).

7. La courbe de la force électro motrice n'est pas sinusoïdale, d'où peuvent résulter des surélevations de tension.

8. La roue polaire est moins solide, parce que la couronne polaire se compose de pièce lamellées.

2. Isolation excellente jusqu'aux plus hautes tensions.

3. Réparations du bobinage très rares et entretien peu coûteux.

4. Le tirage des bobines est un peu plus long mais en revanche, le travail fait est certainement bien fait.

5. Chute de tension faible.

6. Les bobines doivent être fabriquées à la main, ce qui renchérit le bobinage de la machine.

7. La courbe de la force électromotrice se rapproche beaucoup d'une sinusoïde.

8. La roue polaire d'une seule pièce en acier est extrêmement rigide.

P. BERGEON.

Ingénieur-Diplômé de l'Ecole Supérieure
d'Electricité de Paris.

CANONS PARAGRÈLES

A ACÉTYLÈNE

Conférence faite par M. TABARD, à la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie, de Lyon.

Nous avons pensé intéresser les lecteurs de *La Houille Blanche* en mettant sous leurs yeux le texte de la conférence de M. TABARD, tel qu'il a été inséré dans les *Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie* de Lyon. L'emploi des canons paragrèles tendant à se généraliser de plus en plus dans les pays de vignobles, il pourrait y avoir, par l'emploi des canons à acétylène, un débouché intéressant pour le carbure de calcium, cet important produit électrochimique. C'est à ce titre que nous le présentons à nos lecteurs.

N. D. L. R.

HISTORIQUE DES CANONS PARAGRÈLES

Origines du tir contre la grêle.— La défense méthodique contre la grêle par les canons n'est pas très ancienne : elle remonte à 1896 où elle fut introduite pour la première fois en Autriche, par M. Albert Stiger, propriétaire à Windisch Feistritz. En 1899, de nombreuses stations, environ 2000, s'organisèrent en Italie sous l'impulsion donnée à ce mode de défense par M. Edoardo Ottadi, député au Parlement italien. En France, elle fut propagée, au commencement de 1900, par M. Guinand, vice-président de l'Union du Sud-Est des Syndicats agricoles.

Trois importants Congrès internationaux furent tenus à cette époque : le premier eut lieu, en 1899, à Casale Monferrato, le second en 1900 à Padoue et le troisième à Lyon en 1901. La résolution suivante fut adoptée au Congrès de Padoue : « Le Congrès, ayant entendu successivement les rapports et les discussions sur les résultats du tir, retient comme démontrée d'une façon irréfragable, par l'ensemble des renseignements obtenus, la grande efficacité du tir contre la grêle ».

En France, la première Société fut organisée en 1900, à Denicé, par l'initiative des Présidents des Syndicats agricoles de Villefranche et d'Anse : MM. Châtillon et Blanc. Encouragé par les résultats obtenus dès cette première campagne, le Syndicat faisait former, en 1901, 17 Sociétés nouvelles qui protégèrent 10 000 hectares défendus par 333 canons. En 1902 et 1903, d'autres Sociétés furent organisées en Beaujolais et dans plusieurs autres régions.

Actuellement, on compte 512 canons dans le département du Rhône.

En Saône-et-Loire...	233 canons,	44 postes-fusées.
Côte-d'Or.....	180 —	140 — —
Loire.....	220 —	40 — —
Gironde.....	70 —	160 — —
Allier.....	47 —	25 — —

soit, en tout, pour la France, 1 252 canons et 409 postes de fusées ou pétards.

En Italie, et dès 1900, il existait un grand nombre de Sociétés ; et malgré que beaucoup d'entre elles aient disparu parce qu'elles s'étaient organisées avec un matériel insuffisant, il existait encore, en 1904, plus d'un millier de canons qui fonctionnèrent en donnant presque partout de bons résultats.

En Autriche, le nombre des canons grêlifuges est d'environ 800, et le service des canons étant mieux assuré qu'en Italie, les résultats de la campagne de 1904 et des précédentes furent partout très satisfaisants.

En Suisse on compte 110 canons de gros calibre.

Russie environ	100 —	—
Espagne	— 150 —	—

Il existe donc actuellement en Europe près de 4 000 pièces d'artillerie agricole, qui protègent partout efficacement les territoires qu'elles défendent, lorsqu'elles sont utilisées convenablement.