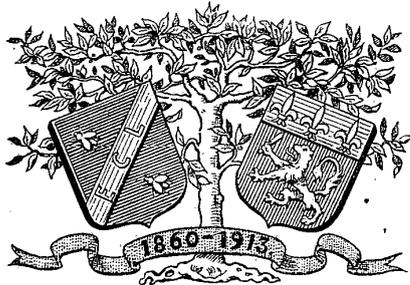


Dixième Année. — N° 113

Septembre 1913

BULLETIN MENSUEL
DE
l'Association des Anciens Elèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE



SOMMAIRE

Communications techniques.

Les phénomènes électro-magnétiques qui résultent de la mise en court-circuit brusque d'un alternateur..... P. BOUCHEROT

Notes sur le VI^e Congrès international de l'aéronautique. Gand, 4-8 août 1913..... P. ROUX-BERGER

Chronique de l'Association et du groupe de Paris

Nécrologie. — Camille Champenois (1865).

Bibliographie. — Sommaire des publications reçues en août 1913.

Placement. — Offres et demandes de situations.

PRIX DE CE NUMÉRO : 0.75 CENT.

Secrétariat et lieu des Réunions de l'Association

24, RUE CONFORT, LYON

Téléphone : 48-05

UNION PHOTOGRAPHIQUE INDUSTRIELLE

La Photographie des COULEURS

AVEC LES PLAQUES

Autochromes LUMIÈRE

Est plus Simple et plus Facile que la Photographie en noir

Reproduction exacte

DE TOUTES LES COULEURS DE LA NATURE

Plaques spéciales pour le **REPORTAGE**
et les **GRANDS INSTANTANÉS**

Plaques

CATHOCHROMATIQUES-ANTI-HALO-SIMPLEX
OU A ENDUIT PELLICULAIRE

Produits chimiques spéciaux pour le voyage
EN CARTOUCHES ET EN TUBES

Catalogues franco sur demande adressée aux
ETABLISSEMENTS

LUMIÈRE et JOUGLA

82, Rue de Rivoli, PARIS

FONDERIE, LAMMOIRS ET TRÉFILERIE
Usines à **PARIS** et à **BORNEL (Oise)**

E. LOUYOT

Ingenieur des Arts et Manufactures

16, rue de la Folie-Méricourt, **PARIS**
Téléphone : à **PARIS** 901-17 et à **BORNEL (Oise)**

Fil spécial pour résistances électriques. — Barreaux pour décolleteurs et tourneurs. — Nickel pur et nickel plaqué sur acier. — Anodes fondues et laminées. — Maillechort, Cuivre demi-rouge, Laiton, Nickel pur, Aluminium. — Argentan, Alpaca, Blanc, Demi-Blanc, Similor, Chrysocial, Tombac, en feuilles, bandes, rondelles, fils, tubes, etc.

APPAREILS DE TRANSPORT

ET DE

MANUTENTION AUTOMATIQUES

Installations d'Usines

ÉTUDES DE MACHINES

H. GAGET & Louis MATHIAN

Ing. expert
Bureau Veritas

Ing. E. C. L.
Successeur de B. SIMON

Bureaux : 6, quai de Retz, **LYON** (Téléph. 24-45)

PH. BONVILLAIN & E. RONCERAY

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

9 et 11, Rue des Envierges; 17, Villa Faucheur, **PARIS**

Toutes nos Machines fonctionnent

dans nos Ateliers,

rue des Envierges,

PARIS

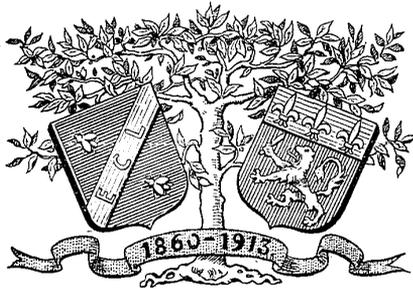
MACHINES A MOULER
les plus perfectionnées
BROYEUR-FROTTEUR AUTOMATIQUE
pour travailler par voie humide
le sable sortant de la carrière

MACHINES-OUTILS

Dixième Année. — N° 113

Septembre 1913

BULLETIN MENSUEL
DE
l'Association des Anciens Elèves
DE
L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE



SOMMAIRE

Communications techniques.

Les phénomènes électro-magnétiques qui résultent de la mise en court-circuit brusque d'un alternateur..... P. BOUCHEROT
Notes sur le VI^e Congrès international de l'aéronautique. Gand, 4-8 août 1913..... P. ROUX-BERGER

Chronique de l'Association et du groupe de Paris

Nécrologie. — Camille Champenois (1865).

Bibliographie. — Sommaire des publications reçues en août 1913.

Placement. — Offres et demandes de situations.

PRIX DE CE NUMÉRO : 0.75 CENT.

Secrétariat et lieu des Réunions de l'Association :

24, RUE CONFORT, LYON

Téléphone : 48-05

AVIS IMPORTANTS

Le Secrétariat (Téléphone : 48-05) est ouvert tous les jours non fériés, de 14 à 18 heures, et le samedi, de 20 à 2 heures, pour les réunions hebdomadaires.

Nos Camarades sont priés de vouloir bien adresser toute leur correspondance au Siège de l'Association :

24, rue Confort, Lyon

Afin d'éviter des confusions dues à l'homonymie d'un grand nombre de camarades, nous prions les membres de l'Association de toujours faire suivre leur signature, dans la correspondance qu'ils pourraient avoir à nous adresser, de la date de leur promotion.

La Commission du Bulletin n'est pas responsable des idées et opinions émises dans les articles techniques publiés sous la signature et la responsabilité de leur auteur.

La reproduction des articles publiés dans le Bulletin de l'Association des Anciens Elèves de l'E. C. L. n'est autorisée qu'à la condition expresse de les signer du nom de leurs auteurs et d'indiquer qu'ils ont été extraits dudit Bulletin.

Tout changement d'adresse d'un membre de l'Association devra être accompagné d'une somme de 0.50.

Toute demande de Bulletin, qui doit être faite à M. le Secrétaire de l'Association, 24, rue Confort, à Lyon, devra toujours être accompagnée d'une somme de 0,80 par exemplaire demandé.

Les ouvrages scientifiques dont l'Association recevra deux exemplaires seront analysés dans le numéro suivant leur réception.

Les sommaires des publications scientifiques reçues dans les mêmes conditions seront également publiés.

PUBLICITÉ DANS LE BULLETIN DE L'ASSOCIATION

TARIF DES ANNONCES

La page.....	(205 m/m × 120 m/m)	60 fr.	pour 12 insertions.
La 1/2 page.....	(110 m/m × 120 m/m)	35 »	»
Le 1/4 de page.....	(50 m/m × 120 m/m)	20 »	»
Le 1/8 de page.....	(50 m/m × 60 m/m)	10 »	»

Dixième Année. — N° 113

Septembre 1913



Les phénomènes électro-magnétiques qui résultent de la mise en court-circuit brusque d'un alternateur ⁽¹⁾

L'usage des puissants alternateurs à grande vitesse angulaire mus par turbines à vapeur, a mis en évidence depuis quelques années l'importance de phénomènes accessoires qui étaient jusqu'alors passés presque inaperçus avec les alternateurs ordinaires à grand nombre de pôles.

Au point de vue purement électro-magnétique ce qui caractérise en effet le turbo-alternateur, c'est la petitesse des fuites magnétiques qu'entraîne le petit nombre de pôles. Alors que, dans un alternateur-volant, l'ensemble des fuites de l'inducteur et de l'induit dépasse souvent, pour un pôle, 50 % du flux utile par pôle, dans un turbo-alternateur il n'est pas rare que ce rapport reste inférieur à 10 %.

Cette petitesse des fuites magnétiques produit de grands effets lors des courts-circuits.

Je me propose d'examiner ici, aussi succinctement que possible, quelques-uns des cas singuliers qui peuvent se produire en pratique.

De prime abord l'apparence des phénomènes est très compliquée : c'est ce qui frappe le plus lorsque l'on se trouve mis en présence de relevés oscillographiques obtenus par l'expérience. Mais par une discussion serrée et moyennant la négligence de faits secondaires peu importants, on parvient à voir assez clairement ce qui peut se passer

(1) Communication faite au Congrès international des applications de l'électricité, à Turin, les 10-17 septembre 1911, par M. P. BOUCHEROT, professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie de la Ville de Paris et à l'Ecole supérieure d'Electricité.

dans les différents cas, sans avoir recours à autre chose qu'aux notions les plus connues de la Physique.

Afin de ne pas rebuter ceux des lecteurs qui désirent seulement avoir une idée d'ensemble de la question, je n'ai mis que très peu de calculs dans le texte principal : les développements mathématiques sont renvoyés dans des notes annexées que le lecteur pourra étudier à part si bon lui semble.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il est nécessaire de préciser la signification de quelques expressions qui seront employées au cours de ce Mémoire et dont la nette distinction est indispensable à la compréhension de ce qui suivra.

I. — Des divers coefficients d'inductance qu'il y a lieu de considérer pour un des circuits d'un alternateur.

On entend souvent par coefficient de self-induction, ou self-inductance d'un circuit, des choses très différentes. Aussi doit-on, si l'on veut se faire comprendre, employer des expressions différentes pour des choses différentes. A défaut d'une entente internationale à ce sujet, qui est encore à venir, je me conforme aux règles qui découlent des considérations qui vont suivre.

Lorsqu'un circuit électrique est seul ou en présence d'autres circuits ouverts, ce qui revient au même si les effets de capacité sont négligeables, il a un coefficient de self-inductance L et c'est tout. Ce coefficient est défini par le produit nF du nombre de spires n du circuit par le flux magnétique F qu'il embrasse lorsqu'il est parcouru par un courant égal à une unité CGS, c'est-à-dire 10 ampères. C'est là son coefficient de self-induction, ou sa self-inductance, et il n'y a pas lieu d'appliquer cette expression à autre chose.

Mais si les autres circuits sont fermés sur eux-mêmes, ou sur quoi que ce soit, il y a d'autres coefficients à envisager utilement pour le premier circuit considéré et par conséquent aussi pour chacun des autres.

Considérons d'abord le cas simple où deux circuits électriques sont en présence et fixes dans un milieu de conformation magnétique invariable (transformateur). Ils ont chacun un coefficient de *self-inductance*, L_1 pour le primaire, L_2 pour le secondaire, défini comme il vient d'être dit, l'autre étant ouvert.

Ils ont entre eux un coefficient de mutuelle inductance M correspondant à la portion du flux émis par l'un d'eux embrassée par l'autre; de ce fait, ils ont des coefficients de *self-inductance de fuites*, \mathfrak{L}_1 pour le primaire, \mathfrak{L}_2 pour le secondaire, donnés par les relations :

$$\mathfrak{L}_1 = L_1 - \frac{n_1}{n_2} M \qquad \mathfrak{L}_2 = L_2 - \frac{n_2}{n_1} M$$

Enfin si l'un des circuits est supposé alimenté lorsque l'autre est fermé sur lui-même en court-circuit, il a une self-inductance apparente très différente de sa self-inductance véritable et de sa self-inductance de fuites; ce n'est pas, à proprement parler, une self-inductance, puisqu'alors la mutuelle intervient, c'est une inductance; et comme dans ces conditions le flux qu'embrasse ce circuit est la somme des flux de fuites des deux, j'emploie pour ce coefficient apparent l'expression d'*inductance des fuites totales* ramenées dans ce circuit. Cette inductance peut être envisagée pour l'un ou l'autre des circuits et a les valeurs suivantes :

$$N_1 = L_1 - \frac{M^2}{L_2} \text{ au primaire,}$$

$$N_2 = L_2 - \frac{M^2}{L_1} \text{ au secondaire.}$$

On trouvera dans la note annexée (n° 1, page 21), quelques explications et justifications à l'appui de ce que je viens de dire.

Il y a donc, indépendamment du coefficient de mutuelle inductance, 3 coefficients d'inductance à considérer pour chacun des circuits.

Mais il ne s'agit là que d'un transformateur statique dans lequel la mutuelle induction est constante. Que deviennent ces coefficients pour un alternateur dans lequel la mutuelle est variable avec le temps?

La réponse n'est pas simple. Elle dépend à la fois des circuits que l'on envisage et de la nature de l'alternateur quant au nombre de phases et à la constitution de l'inducteur.

Plaçons-nous d'abord au point de vue du circuit inducteur seul.

Il se trouve fort heureusement que pour un alternateur diphasé, placé, bien entendu, dans des conditions telles qu'il puisse être toujours considéré comme système diphasé, et dénué d'harmoniques, les trois coefficients d'inductance conservent entièrement leurs significations et leurs valeurs pour le *circuit inducteur*, avec cette seule modification que M est le maximum du coefficient de mutuelle inductance de ce circuit avec chacun des circuits d'induit (Voir note annexée, n° 2, page 23).

Il en va de même évidemment pour tout autre alternateur polyphasé sous réserve du changement que peut apporter aux valeurs numériques la mutuelle induction constante entre les circuits d'induit. L'alternateur diphasé est le seul en effet des alternateurs polyphasés dans lequel les circuits d'induit n'aient pas de mutuelle inductance entre eux; pour cette raison il est toujours plus commode d'établir les théories générales concernant les alternateurs polyphasés au moyen du diphasé pris comme type.

Ainsi, en résumé, pour un alternateur polyphasé les trois coefficients d'inductance du circuit inducteur conservent les significations et valeurs symboliques qu'ils ont pour l'un des circuits d'un transformateur statique monophasé.

Il n'en est plus de même malheureusement pour un alternateur monophasé. Bien qu'en apparence plus simple, cet appareil conduit toujours à des résultats plus complexes quand on veut en approfondir l'étude. La self-inductance de chacun des deux circuits, inducteur et induit, peut être et est généralement constante, mais la self-inductance de fuites et l'inductance des fuites totales ne sont plus constantes : ce sont des fonctions périodiques du temps, et, de ce fait tous les problèmes se trouvent compliqués (Voir note annexée n° 3, page 24).

Plaçons-nous maintenant au point de vue des circuits induits.

On voit immédiatement que, même si l'alternateur est polyphasé, *s'il n'y a qu'un circuit inducteur*, les coefficients d'inductance de fuites ne sont pas constants pour les circuits d'induit. Dans le cas du diphasé par exemple, l'un des circuits induits n'a de mutuelle induction qu'avec le circuit inducteur; il se trouve donc, en ce qui concerne ses coefficients de fuites, dans la même situation que l'inducteur d'alternateur monophasé que nous venons d'envisager précédemment.

Il en est tout autrement si le système inducteur possède un autre circuit fermé sur lui-même en quadrature avec le circuit inducteur, et que nous appellerons circuit *amortisseur*. Les coefficients d'inductance de fuites des circuits induits reprennent alors la signification et la valeur qu'ils ont dans le transformateur statique, même pour un alternateur monophasé. L'inducteur constitue alors, en effet, à notre point de vue spécial, un système polyphasé; les courants qui circulent dans ses deux circuits réagissent sur ceux de l'induit comme ceux d'un induit polyphasé réagissent sur l'inducteur.

Résumons-nous. Si les deux parties d'un alternateur sont constituées toutes deux en systèmes polyphasés, les coefficients d'inductance de fuites conservent les significations et les valeurs qu'ils ont dans un transformateur statique pour *tous* les circuits. Si une seule des parties est polyphasée, il n'en est ainsi que pour les circuits de l'autre.

La question doit se poser maintenant de ce qu'on peut entendre par circuit amortisseur. Jusqu'ici nous avons entendu par là un circuit, non pas identique comme nombre de spires et section de fil au circuit inducteur, cela n'est pas nécessaire, mais tout au moins contenant la même quantité de cuivre disposée semblablement quoique en quadrature.

Il est clair cependant qu'entre cet amortisseur parfait et l'absence complète d'amortissement, il y a place pour une infinité de solutions pratiques possibles qui se rapprocheront plus ou moins de l'amortissement parfait. Dans ce cas se trouveront des pôles massifs, des inducteurs feuilletés traversés par de forts boulons d'assemblage formant plus ou moins cage d'écureuil, etc.

Pratiquement on sera conduit à examiner ce qui se passe dans les deux cas extrêmes, avec ou sans amortisseur parfait, et à conclure suivant la nature de l'amortissement réellement existant dans l'alternateur.

II. — Court-circuit brusque polyphasé

Un alternateur polyphasé étant à vide, le flux dans l'inducteur est constant et égal à :

$$F_1 = \frac{L_1}{n_1} J ;$$

où J est le courant continu d'excitation.

Le flux tournant dans l'induit, qui est aussi le flux maximum dans chaque phase d'induit, est :

$$F_2 = \frac{M}{n_2} J.$$

Et la force électromotrice efficace par phase :

$$E_2 = \frac{\omega M J}{\sqrt{2}}.$$

Lorsque cet alternateur est en court-circuit sur toutes ses phases depuis longtemps, le courant efficace par phase est :

$$I_{2cc} = \frac{E_2}{\omega L_2} = \frac{M J}{\sqrt{2} L_2}$$

en négligeant la résistance devant la réactance.

Les flux sont alors considérablement réduits. Dans l'induit le flux est nul puisqu'on suppose les enroulements sans résistance : le flux dans l'induit est la résultante du flux de fuites d'induit et d'un flux égal et contraire que lui envoie l'inducteur. Dans l'inducteur le flux est la résultante du flux de fuites de l'inducteur et du flux de fuites d'induit changé de signe. Par un calcul identique à celui fait dans la note annexée n° 1 pour le transformateur, on trouve ainsi pour ce flux inducteur :

$$F_{1cc} = \frac{J}{n_1} N_1.$$

Il y a donc pendant le changement de régime, pendant l'état variable qui suit immédiatement la mise en court-circuit brusque, une variation de flux dans l'inducteur :

$$F_1 - F_{1cc} = \frac{J}{n_1} (L_1 - N_1).$$

Si la résistance du circuit inducteur est R_1 , il en résulte une quantité d'électricité induite dans ce circuit :

$$\frac{J (L_1 - N_1)}{R_1}$$

qui se manifeste sous forme d'un *courant continu*. Ce courant s'amor-

tit sous la forme exponentielle, mais il peut atteindre dans les premiers instants des valeurs considérables; les courants alternatifs de court-circuit dans l'induit atteignent de ce fait, eux aussi, des valeurs considérables, puisque, en court-circuit, il y a proportionnalité entre les courants induits et le courant inducteur.

Que l'alternateur ait peu ou beaucoup de fuites, la quantité d'électricité induite dans l'inducteur pendant l'état variable reste à peu près la même, car les fuites ne font varier que N_1 , petit devant L_1 ; mais ce qui change grandement avec l'importance des fuites, c'est l'allure de l'exponentielle qui représente le courant. Pour une même quantité d'électricité, cette exponentielle peut être plus ou moins inclinée sur l'axe des temps, suivant que la *constante de temps* du circuit inducteur est plus ou moins grande (fig. 1).

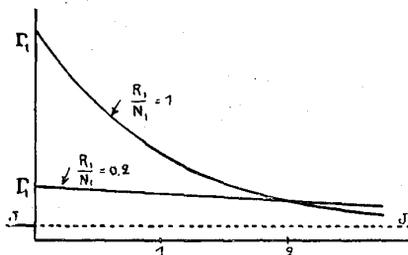


Fig. 1.

Si l'induit était ouvert, la constante de temps du circuit inducteur serait $\frac{R_1}{L_1}$. Comme l'induit est fermé sur lui-même, la constante de temps à prendre est $\frac{R_1}{N_1}$.

Le courant continu induit dans l'inducteur est donc de la forme :

$$\Gamma_1 \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t}$$

(où ε est la base des logarithmes népériens) et la quantité d'électricité induite lui est reliée par la formule :

$$\int_0^{\infty} \Gamma_1 \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} dt = \frac{J(L_1 - N_1)}{R_1},$$

d'où la valeur de ce courant au début Γ_1 :

$$\Gamma_1 = J \frac{L_1 - N_1}{N_1}.$$

Le courant continu total dans l'inducteur, au premier instant du court-circuit, est donc :

$$J + \Gamma_1 = J \frac{L_1}{N_1}$$

et le courant efficace dans chaque phase d'induit :

$$\frac{M}{\sqrt{2}} \cdot \frac{J}{L_2} \cdot \frac{L_1}{N_1} = \frac{MJ}{\sqrt{2}} \cdot \frac{L_2}{L_2} \cdot \frac{1}{N_2} = \frac{MJ}{\sqrt{2} \cdot N_2} \quad (1).$$

Nous n'avons fait aucune hypothèse sur la constitution du système inducteur ; ce résultat est donc le même, qu'il y ait ou non un circuit amortisseur.

Mais le phénomène se complique de ce que, par un mécanisme analogue, des courants continus prennent naissance également dans les circuits de l'induit, qui donnent lieu encore à un courant alternatif dans l'inducteur. Il y a donc finalement, dans l'inducteur et dans l'induit, superposition de courants continus et de courants alternatifs amortis.

Les courants continus qui se développent dans les circuits d'induit n'ont pas la même importance dans tous : contrairement à celui de l'inducteur, ils dépendent dans chaque phase du moment de fermeture du court-circuit.

Supposons qu'il s'agisse d'un alternateur diphasé et que le court-circuit soit produit juste au moment où le flux est maximum dans la phase A, et, par conséquent, nul dans la phase B. Il ne se produira pas de courant continu dans celle-ci ; au contraire la quantité d'électricité induite dans la phase A aura la plus grande valeur possible.

Le flux dans cette phase variant de $\frac{MJ}{n_2}$ à zéro et sa résistance étant R_2 , la quantité d'électricité induite y sera :

$$\frac{MJ}{R_2}$$

Elle donnera lieu à un courant continu de la forme :

$$\Gamma_2 e^{-\frac{R_2}{N_2} t}$$

dont la valeur initiale Γ_2 se déduira comme précédemment de :

$$\int_0^{\infty} \Gamma_2 e^{-\frac{R_2}{N_2} t} dt = \frac{MJ}{R_2}$$

et sera :

$$\Gamma_2 = \frac{MJ}{N_2}$$

(1) Par suite de l'égalité $\frac{L_1}{N_1} = \frac{L_2}{N_2}$. Voir note annexée n° 1, page 21.

Le courant instantané dans la phase A sera ainsi de la forme :

$$i_2 = \frac{MJ}{N_2} \left[\varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} - \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} \cos \omega t \right] + \frac{MJ}{L_2} \cos \omega t$$

et celui dans la phase B :

$$i_2 = \frac{MJ}{N_2} \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} \sin \omega t - \frac{MJ}{L_2} \sin \omega t.$$

(Le dernier terme de chaque expression y représente le courant de court-circuit permanent.)

Mais nous avons fait en passant une hypothèse sur laquelle il est nécessaire d'attirer l'attention : en admettant pour la constante de temps d'un des circuits d'induit $\frac{R_2}{N_2}$ nous avons supposé implicitement que le système inducteur est muni d'un circuit amortisseur ; autrement N_2 ne serait pas constant et la forme du phénomène serait un peu plus compliquée, ainsi qu'on le verra dans la note annexée n° 4, page 24. Restons-en là pour le moment et voyons ce qu'est le courant inducteur.

Le courant continu dans la phase A :

$$\frac{MJ}{N_2} \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t}$$

développe dans le circuit inducteur une f. é. m. Nous n'en retiendrons que la partie la plus importante :

$$\frac{MJ}{N_2} \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cdot \omega M \sin \omega t$$

qui donne un courant (analogue au courant de court-circuit ordinaire) :

$$-\frac{MJ}{N_2} \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cdot \frac{M}{L_1} \cos \omega t = -\frac{L_1 - N_1}{N_1} J \cdot \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cos \omega t,$$

en sorte que le courant inducteur instantané total est :

$$i_1 = J \left[1 + \frac{L_1 - N_1}{N_1} \left(\varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} - \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cos \omega t \right) \right]$$

J'ai dit que le raisonnement suppose un amortisseur dans l'inducteur. On verra par la comparaison des notes annexées n°s 4 et 5, pages 24 et 27, dans lesquelles sont traités complètement les deux cas, sans et avec amortisseur, que sans amortisseur la constante de temps des circuits induits, au lieu d'être $\frac{R_2}{N_2}$, est sensiblement $\frac{R_2}{2N_2}$; il en résulte quelques changements des surintensités et de leurs durées, sur lesquels je n'insiste pas.

Lorsque le court-circuit est produit à un autre moment de la période, l'allure de ces courants d'induit change, puisque du courant continu est induit dans les deux phases, mais celle du courant inducteur ne change pas.

Je pourrais reproduire, à l'appui des formules établies dans les notes 4 et 5, un assez grand nombre d'oscillogrammes expérimentaux qui ont été publiés ou que l'on m'a communiqués. Mais étant donné

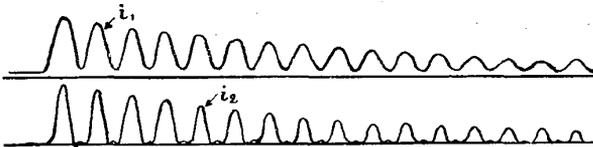


Fig. 2

l'accord entre l'expérience et la théorie, je préfère donner ici, en figures 2 et 3, des courbes théoriques, qui sont plus caractéristiques que des courbes expérimentales, parce qu'elles correspondent aux cas extrêmes sans et avec amortissement, tandis que celles-ci sont généralement obtenues avec un amortissement imparfait.

Pour établir ces courbes on a supposé le rapport $\frac{L_1}{N_1} = 10$, $\frac{R_1}{N_1} = 5$ et $\frac{R_2}{N_2} = 10$, ce qui correspond à un turbo-alternateur de grandes dimensions. La figure 2 suppose l'absence, la figure 3 la présence d'un amortisseur. On n'a figuré qu'un des deux courants induits, en supposant tout le flux dans le circuit correspondant au moment du court-circuit.

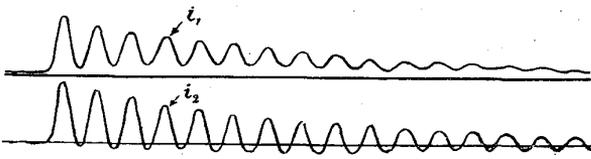


Fig. 3

Je dis que l'accord entre la théorie et l'expérience est complet. On trouve en effet sur les oscillogrammes des valeurs des surintensités et constantes de temps qui correspondent bien à celles qu'on peut raisonnablement attribuer aux machines ayant servi aux expériences. Il faut nécessairement, dans les expressions des inductances, tenir compte de la self-inductance de l'excitatrice, qui doit entrer dans L_1 .

Les constantes de temps de l'inducteur et de l'induit ne sont pas les mêmes. Il y a toujours plus de fil sur l'inducteur que sur l'induit ;

or, comme la résistance ne croît que comme le nombre de spires, tandis que *tous les coefficients d'inductance* croissent au moins comme le carré du nombre de spires, on doit avoir nécessairement $\frac{R_1}{N_1} < \frac{R_2}{N_2}$.

Dans l'inducteur le courant alternatif doit s'amortir plus vite que le courant continu, et ce doit être le contraire dans l'induit. C'est bien en effet ce que confirme l'expérience.

Enfin, on trouve bien sur certains oscillogrammes, pour l'induit, le courant de fréquence double de la fréquence normale, qui indique l'absence d'amortisseur ou la présence d'un amortissement imparfait.

On constatera qu'il y a assez peu de différence entre l'exposé physique réduit que j'ai fait ici et le calcul complet pour qu'on se contente en pratique du premier qui a l'avantage d'une compréhension facile.

Tirons maintenant de ceci des conclusions pratiques.

Il convient d'envisager la valeur des surintensités et leur durée.

Dans l'inducteur se développe une surintensité continue :

$$J \cdot \frac{L_1}{N_1},$$

et une surintensité alternative ayant presque cette valeur comme maximum.

Le rapport $\frac{L_1}{N_1}$ peut atteindre 10 pour un turbo-alternateur. L'intensité dans l'inducteur atteint donc momentanément 20 fois l'intensité d'excitation normale J.

Dans l'induit l'intensité efficace atteint 10 fois le courant de court-circuit normal lequel peut être déjà 2 ou 3 fois le courant de pleine charge. A ce courant alternatif se superpose un courant continu qui dépend du moment de fermeture et peut atteindre en valeur le maximum du courant alternatif.

Dans un alternateur volant ces surintensités sont bien moindres parce que le rapport $\frac{L_1}{N_1}$ n'atteint que 3 ou 4 au plus.

Quant aux durées il faut d'abord s'expliquer sur ce qu'on entend par là. On pourra par exemple appeler durée le temps t qu'il faut pour que la surintensité soit réduite au 1/10 de sa valeur initiale. Il faut pour cela que l'exposant de l'exponentielle ait pour valeur 2, 3, c'est-à-dire :

$$\frac{R_1}{N_1} t_1 = 2,3$$

s'il s'agit de la surintensité continue dans l'inducteur et alternative dans l'induit, qui est celle qui dure le plus.

N_1 étant plus grand dans un alternateur volant que dans un turbo-alternateur (pour un même L_1), il s'ensuit que la durée serait plus

grande dans le « volant » si sa résistance R_1 était la même. Mais, pour des raisons analogues à celles qui font la petitesse de N_1 , la résistance dans le « turbo » est très petite aussi, en sorte que la durée y est plus grande aussi.

En fait, la durée de la surintensité continue dans l'inducteur, définie comme ci-dessus, est de 1, 2 ou 3 secondes pour un turbo-alternateur; la durée de la surintensité alternative, 2 ou 3 fois moindre. Celle-ci se rapproche d'autant plus de la première que la quantité de cuivre dans l'induit se rapproche plus de celle de l'inducteur, autrement dit que la réaction d'induit est plus grande.

Les conséquences de ces surintensités sont déjà trop connues, hélas ! Elles durent trop peu de temps pour que l'échauffement provoqué soit dangereux, mais les effets mécaniques en sont parfois désastreux.

Sous l'influence de ces énormes courants, les parties latérales des enroulements sont soumises à des efforts énormes qui les déforment et provoquent des contacts entre fils et à la masse, à la suite desquels des coups de feu se produisent. Les constructeurs ont ainsi été amenés à prendre des dispositions spéciales et nouvelles pour l'amarrage des conducteurs des enroulements en dehors des encoches, sur lesquelles je n'insisterais pas.

La grande puissance mécanique absorbée momentanément en effet Joule n'est pas non plus sans danger si certaines parties mécaniques ne sont pas très largement établies.

Enfin il en résulte souvent des détériorations des isolants dans l'inducteur par surtension du fait de la self-inductance de l'excitatrice. Il est nécessaire de bien préciser ce point; si l'excitatrice n'avait aucune self-inductance, il n'y aurait aucune surtension dans l'inducteur, quelle que soit la grandeur des courants, pas plus qu'il n'y a de tension dans le secondaire d'un transformateur en court-circuit quelle qu'y soit l'importance du courant.

Supposons que la self-inductance de l'excitatrice soit, pour fixer les idées, le quart de l'inductance des fuites totales N_1 ; sa réactance pour le courant alternatif de l'inducteur est $1/4 \omega N_1$. La valeur efficace de ce courant alternatif, dans les premiers instants, est sensiblement

$\frac{J}{\sqrt{2}} \frac{L_1}{N_1}$ (exactement $\frac{J}{\sqrt{2}} \frac{L_1 - N_1}{N_1}$). La tension efficace aux

bornes de l'excitatrice et de l'inducteur est donc :

$$\frac{1}{4\sqrt{2}} \cdot \omega L_1 J,$$

c'est-à-dire $1/6$ environ de la tension que l'on aurait aux bornes d'une bobine ayant même self-inductance que la self-inductance *totale* de l'inducteur L_1 et dans laquelle on ferait passer un courant efficace J .

Cela représente évidemment des milliers de volts pour un inducteur excité sous 100 volts. Il faut donc que l'inducteur et l'excitatrice soient isolés pour des tensions incomparablement plus grandes que celle du fonctionnement normal.

Pour réduire les surintensités de court-circuit, il y a évidemment avantage à augmenter les fuites de l'alternateur, dans l'inducteur comme dans l'induit, contrairement à ce qu'on s'est appliqué à faire jusqu'ici pour les alternateurs. Cela n'empêche pas d'ailleurs de prendre les précautions indiquées par les considérations précédentes.

Comme palliatif aux surintensités, pour les alternateurs existants, on a, comme il fallait s'y attendre, proposé les bobines de self-induction. Elles peuvent être appliquées théoriquement dans l'inducteur comme dans l'induit. L'augmentation de L_1 , aussi bien que celle de L_2 , a pour effet d'augmenter N_1 et N_2 , comme il résulte des formules :

$$N_1 = L_1 - \frac{M^2}{L_2} \quad , \quad N_2 = L_2 - \frac{M^2}{L_1} .$$

Dans l'inducteur, il n'y faut pas songer pratiquement. Outre que cela obligerait à faire l'excitation sous une tension plus élevée, pour fournir la chute ohmique de la bobine de self, cela provoquerait des surtensions considérables, lors des courts-circuits, aux bornes de l'excitatrice et de l'inducteur, comme je l'expliquais tout à l'heure.

L'application de bobines de self dans les circuits de l'induit ne présente pas autant de danger, mais il ne faut pas oublier que, dans le fonctionnement normal, ces bobines absorberont une tension importante en quadrature avec le courant débité par l'alternateur, ce qui obligera celui-ci à fournir, en charge, une tension supérieure de 15 à 30 pour 100 à la tension pour laquelle il a été prévu.

Il ne faut pas se dissimuler non plus que le prix d'acquisition de ces bobines n'est pas négligeable, étant donnée leur puissance apparente.

III. — Court-circuit brusque sur une phase

Avant d'aborder l'étude de l'état variable qui suit la mise en court-circuit brusque d'une phase d'un alternateur, il est nécessaire de dire quelques mots du régime permanent en court-circuit monophasé.

Cette question est en effet assez peu connue. On peut, en première approximation, dire que, comme dans l'alternateur polyphasé, le courant de court-circuit efficace a pour valeur :

$$I_{2cc} = \frac{E_2}{\omega L_2} .$$

Mais si l'on veut regarder les choses de plus près, elles sont plus complexes : les inductances de fuites sont, en effet, ainsi que nous avons vu plus haut, des fonctions du temps, au lieu d'être des constantes ; il s'ensuit que, dans l'inducteur et dans l'induit, des harmoniques prennent naissance en nombre infini. On peut se proposer de traiter le problème sous sa forme complète, et cela a été fait plusieurs fois. J'ai moi-même montré, dans *La Lumière électrique* de 1893, que, pour une charge quelconque, et par conséquent en court-

circuit aussi, le courant inducteur contient tous les termes pairs de la série de Fourier et le courant induit tous les termes impairs, et donné les expressions complètes de ces courants (sans amortisseur dans l'inducteur).

Pour le sujet que nous avons en vue aujourd'hui on peut procéder par simplification en négligeant les résistances des enroulements; on

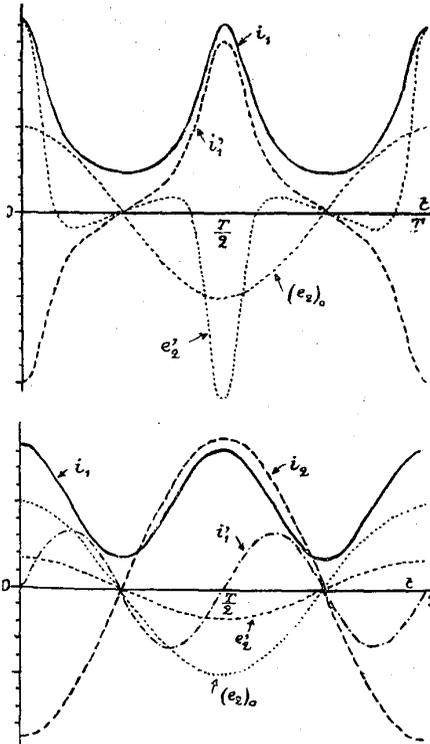


Fig. 4 et 5.

- i_1 Courant inducteur instantané ;
- i_1' Courant amortisseur instantané ;
- i_2 Courant de court-circuit instantané ;
- e_2' Tension instantanée dans la phase ouverte ;
- $(e_2)_0$ Tension instantanée à vide.

arrive ainsi à se faire une idée beaucoup plus nette de ce qui se passe en évitant les développements en série. C'est ce qui est fait dans les notes annexées n° 6 et 7, pages 28 et 31, dans la première pour l'alternateur sans amortisseur, dans la deuxième pour l'alternateur avec amortisseur.

Les figures 4 et 5 donnent les courbes des valeurs instantanées des diverses grandeurs, en jeu dans ces deux cas. Ce qui frappe immédiatement quand on compare ces deux figures, c'est la disparition des harmoniques lorsqu'il y a un circuit amortisseur : les circuits d'induit ne contiennent plus, comme f. é. m. ou courant, que le terme en ωt ; le circuit inducteur et le circuit amortisseur ne contiennent plus que le terme en $2\omega t$.

Le courant efficace dans la phase en court-circuit est toujours plus grand que dans l'hypothèse où le courant inducteur est constant, c'est-à-dire plus grand que la valeur L posée plus haut. Sans amortisseur il est d'autant plus grand que les fuites sont plus petites ; il est compris entre 1,5 fois et 2 fois L_{2cc} pour les valeurs pratiques du rapport $\frac{L_1}{N_1}$. Avec amortisseur il est très voisin de 2 fois L_{2cc} .

C'est ce qu'on admet généralement dans le calcul industriel des alternateurs, mais on voit ici ce que cela suppose et qu'on passe généralement sous silence.

Quant à la tension dans la phase restée ouverte, on voit combien le résultat dépend des circonstances, puisque, avec un amortisseur, les valeurs maxima et efficaces de cette tension sont toujours plus petites que celles obtenues avec les deux phases ouvertes, tandis que sans amortisseur la valeur efficace de cette tension peut être plus grande ou plus petite, et la valeur maxima est toujours plus grande.

C'est surtout en vue de cette tension dans la phase ouverte que j'ai cru utile d'entrer dans ces détails du court-circuit monophasé permanent. On comprendra dès maintenant l'importance de ce point pour l'étude de l'état variable, la surintensité continue dans l'inducteur pouvant provoquer surtension dans la phase restée ouverte. Il valait donc la peine qu'on s'y arrêtât un peu.

Les résultats des calculs des notes 6 et 7 ne sont certainement qu'approchés, puisqu'on néglige les résistances devant les réactances, tout en n'étant que particuliers, au cas où les coefficients de mutuelle inductance sont sinusoidaux, ce qui n'est pas toujours complètement réalisé en pratique. Il ne faudrait donc pas avoir la prétention d'utiliser ces formules pour calculer *exactement* les diverses grandeurs en jeu ; mais je pense que, comme indication générale sur le sens des phénomènes et sur la possibilité de certaines réalisations, ils peuvent être utilisés.

La plus grosse difficulté, surtout en ce qui concerne la tension dans la phase ouverte, est certainement de discerner, pour un alternateur donné s'il faut le considérer comme étant sans ou avec amortisseur, puisque généralement il y a un amortissement plus ou moins imparfait.

Passons maintenant à l'état variable.

Je n'ai pas besoin de dire que l'étude en est très pénible quand il n'y a pas d'amortisseur ; on la trouvera résumée dans la note n° 8, page 33, celle de l'alternateur avec amortisseur dans la note n° 9, page 36.

Sans amortisseur, les constantes de temps sont de la forme singulière :

$$\frac{R}{\sqrt{LN}}$$

et le facteur de surintensité de la forme $\sqrt[3]{\frac{L}{N}}$

Dans l'un et l'autre cas, la courbe du courant inducteur change avec l'époque de fermeture du court-circuit. Suivant cette époque, il y a en effet plus ou moins de courant continu induit dans le circuit fermé de l'induit, et par conséquent plus ou moins de courant alternatif dans l'inducteur.

Aussi ai-je dû présenter, dans les figures 6 à 9, les courbes des courants inducteur et induit, non seulement avec et sans amortisseur, mais dans les deux cas extrêmes où le court-circuit est fait quand le flux F_2 est nul et quand il est maximum dans la phase court-circuitée.

Les figures sont donc établies :

Fig. 6 sans amortisseur, F_2 maximum.

Fig. 7 sans amortisseur, F_2 nul.

Fig. 8 avec amortisseur, F_2 maximum.

Fig. 9 avec amortisseur, F_2 nul.

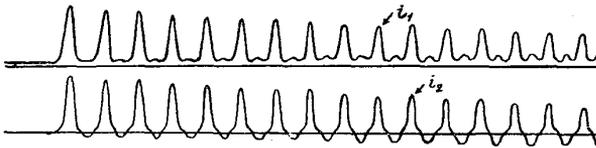


Fig. 6

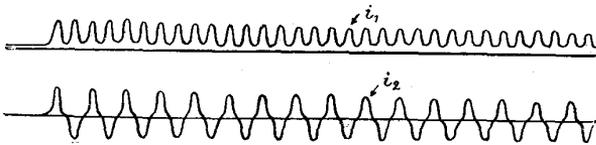


Fig. 7

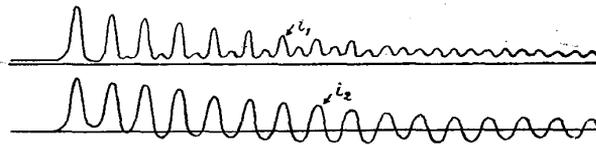


Fig. 8

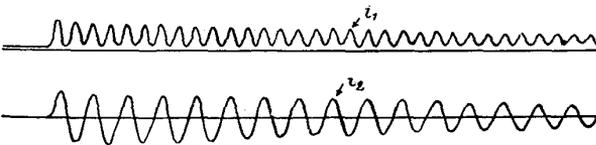


Fig. 9

Pour que la comparaison soit facile, on a évidemment admis pour toutes ces courbes le même rapport $\frac{L_1}{N_1} = 10$, et les mêmes constantes de temps $\frac{R_1}{N_1} = 5$, $\frac{R_2}{N_2} = 10$, que lors du court-circuit diphasé.

Ce qui frappe alors, c'est la durée bien plus grande de l'état variable dans le court-circuit monophasé.

Ces courbes ressemblent encore, à s'y méprendre, à certains oscillogrammes expérimentaux qui ont été publiés. Il me semble inutile de disserter plus longuement à leur sujet.

La conclusion la plus importante à tirer de cette partie de notre étude théorique concerne la tension dans la phase restée ouverte ; je n'en ai malheureusement pas de confirmation expérimentale, je veux dire oscillographique, mais de fortes présomptions de vérité résultant de descriptions d'accidents.

La théorie indique qu'avec un amortisseur, la tension maxima dans la phase ouverte, qui est ωMJ avant le court-circuit, diminue constamment pendant l'état variable, et qu'au contraire, sans amortisseur, elle peut atteindre des valeurs considérablement plus grandes. S'il n'y avait pas saturation magnétique, pour un turbo-alternateur, cette tension maxima pourrait atteindre de 10 à 20 fois la tension maxima à vide, suivant le moment du court-circuit.

Cette différence semble, au premier abord, presque paradoxale ; elle s'explique très bien par l'influence du courant dans l'amortisseur qui est très grand, lui aussi, comme le courant inducteur. Les formules de la note n° 9, page 36, montrent clairement que les courants i_1 et i'_1 induisent dans la phase ouverte deux surtensions, égales et contraires, qui s'annulent.

Pratiquement, la saturation magnétique d'une part, la présence d'un amortissement plus ou moins imparfait d'autre part, ont certainement pour effet de réduire la surtension dans la phase ouverte, même quand il n'y a pas d'amortisseur. Cette surtension peut encore néanmoins être assez grande : je n'en veux pour preuve que le grand nombre de coups de feu qui se sont produits sur phases ouvertes lors de courts-circuits monophasés en ligne.

IV. -- Courts-circuits partiels.

Il est évident que si, pour une raison quelconque, un court-circuit se produit dans une portion seulement de l'enroulement induit, sur une bobine quand il y en a plusieurs, ou même sur une fraction de bobine, il en résulte encore des surintensités continues et alternatives pendant l'état variable, mais de moindre importance.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que ces courts-circuits *partiels* aussi bien pendant l'état variable qu'en régime établi, peuvent provoquer des surtensions dangereuses dans l'inducteur.

Nous avons vu précédemment qu'à cause de la self-inductance de l'excitatrice, un court-circuit sur l'ensemble d'une phase, ou de deux, sur la ligne par exemple, peut provoquer des tensions alternatives élevées aux bornes extrêmes de l'inducteur et de l'excitatrice. Mais, ainsi que je l'ai déjà dit, ces surtensions ne résultent que de cette self-inductance de l'excitatrice ; avec une source d'excitation sans self-inductance il n'y aurait rien.

Au contraire, des courts-circuits partiels, dans une machine multipolaire, peuvent donner lieu à des surtensions dans l'inducteur, en dehors de toute self-inductance dans la source d'excitation. Une f. é. m., aussi élevée qu'on voudra, en court-circuit n'est pas dangereuse ; au contraire, deux f. é. m. égales et contraires dans un circuit, qui ne donnent pas lieu à un courant de circulation, peuvent soumettre les isolants à des tensions pour lesquelles ils ne sont pas prévus ; de même deux f. é. m. inégales et contraires donnent lieu à un courant de circulation résultant de la différence et à une tension entre fils par la masse, qui peut être funeste.

Par exemple, soit un inducteur comportant 4 bobines en série. Si les 4 bobines sont chacune le siège d'une f. é. m. de 1.000 volts, il n'y aura qu'un courant de circulation si les 4 f. é. m. sont de même sens. Si 2 des f. é. m. dans 2 bobines successives sont de sens contraire à celles des deux autres, il n'y aura pas de courant de circulation, mais une différence de potentiel entre certains fils, par la masse, de 2.000 volts. Si 3 des f. é. m. dans 3 bobines successives sont de sens contraire à la quatrième, il y aura un courant de circulation correspondant à 2.000 volts et une différence de potentiel de 1.000 volts entre certains fils par la masse. Etc., etc...

Or, ceci peut se produire de plusieurs façons, par des courts-circuits partiels dans l'induit ; j'en signalerai au moins deux.

1° Un alternateur diphasé marche en parallèle avec un autre ; un court-circuit se déclare dans une bobine d'une phase. Cette bobine devient le siège d'un courant de court-circuit, donc en quadrature en retard. Mais pour l'ensemble de la phase considérée, la f. é. m. a diminué ; elle devient le siège d'un courant en quadrature en avance que fournit l'autre alternateur. La machine ne fonctionne plus en polyphasé ; l'inducteur est le siège de deux f. é. m. en $2 \omega t$ produites dans des bobines différentes, et de sens contraire, puisque le courant déwatté est de sens contraire dans des bobines différentes d'une même phase.

2° Un alternateur diphasé fonctionne seul ; deux courts-circuits se produisent en même temps, l'un sur une bobine de la phase sinus, l'autre sur une bobine d'un autre pôle de la phase cosinus. Résultat : encore deux f. é. m. en $2 \omega t$ sont développées dans deux bobines différentes de l'inducteur, et elles sont de sens contraire. En effet, si

les deux bobines en court-circuit étaient sur le même pôle, la somme des deux f. é. m. en $2\omega t$ serait nulle; elle sont donc bien de sens contraire.

On trouverait probablement encore d'autres cas possibles en cherchant bien.

Et il ne faudrait pas croire que les f. é. m. ainsi développées dans l'inducteur par un court-circuit partiel soient petites : on calcule aisément qu'elles atteignent plusieurs milliers de volts dans un turbo-alternateur.

Conclusion.

La variété des accidents qui peuvent se produire avec les turbo-alternateurs est aussi grande que les conséquences en sont désastreuses. Le plus souvent il s'en produit plusieurs simultanément ou successivement.

Généralement, cela commence par un court-circuit en ligne sur une phase, qui produit des détériorations par surtensions dans la phase ouverte ou dans l'inducteur, ou par déformation des connexions latérales des enroulements. Lorsque la tension remonte, les parties abîmées cèdent et provoquent de nouveaux courts-circuits totaux ou partiels qui produisent de nouvelles détériorations. Et le combat cesse faute de combattants !

Il est certain que l'impression d'insécurité des turbo-alternateurs fut grande il y a deux ou trois ans, et qu'elle n'est pas encore effacée. Le président du conseil d'administration d'une grande société d'exploitation française, qui possède un assez grand nombre de turbo-alternateurs, ne disait-il pas à ce moment, devant une société technique nombreuse, que pour être certain d'avoir un turbo-alternateur en service il fallait en acheter trois ?

Heureusement, cette impression d'insécurité s'efface tous les jours et les accidents se font de plus en plus rares. Par l'emploi de procédés spéciaux de fixation des enroulements, par le renforcement des isolants, on est arrivé à obtenir de ces machines qu'elles supportent bien mieux les conséquences des états anormaux passagers des réseaux.

Je m'excuse de la longueur de cette communication. Je l'ai faite aussi courte qu'il était possible sans laisser dans l'obscurité des choses importantes. Le lecteur qui pourra l'étudier à fond se rendra compte que cette affirmation n'est pas de pure forme.

Je dois des remerciements, pour l'assistance intelligente et dévouée qu'il m'a prêtée dans l'accomplissement des calculs que comporte cette étude, à mon élève et collaborateur M. P. Noël.

P. BOUCHEROT

Professeur à l'Ecole de Physique et de Chimie
de la Ville de Paris
et à l'Ecole supérieure d'Electricité.

NOTES ANNEXÉES

N° 1

Sur les coefficients d'inductance des 2 circuits d'un transformateur. L_1 et L_2 sont les coefficients de self-inductance proprement dits, définis comme si chaque circuit était seul :

$$L_1 = n_1 F_1 \quad L_2 = n_2 F_2$$

n_1 et n_2 étant les nombres de spires, F_1 le flux qu'embrasse le circuit 1 lorsqu'il est seul parcouru par un courant de 10 ampères, F_2 le flux qu'embrasse le circuit 2 lorsqu'il est seul parcouru par un courant de 10 ampères.

D'autre part M est défini par :

$$M = n_2 k_1 F_1 = n_1 k_2 F_2$$

$k_1 F_1$ étant la portion du flux F_1 embrassée par le circuit 2 quand le circuit 1 est parcouru par un courant de 10 ampères, et $k_2 F_2$ étant la portion du flux F_2 embrassée par le circuit 1 quand le circuit 2 est parcouru par un courant de 10 ampères.

D'où les self-inductances de fuites :

$$\mathfrak{L}_1 = L_1 - n_1 k_1 F_1 = L_1 - \frac{n_1}{n_2} M$$

$$\mathfrak{L}_2 = L_2 - n_2 k_2 F_2 = L_2 - \frac{n_2}{n_1} M.$$

Evidemment on a :

$$M^2 = (L_1 - \mathfrak{L}_1) (L_2 - \mathfrak{L}_2).$$

Si l'on affecte artificiellement toutes les fuites au circuit 1 en lui attribuant une inductance des fuites totales N_1 , on aura de même :

$$M^2 = (L_1 - N_1) L_2$$

d'où :

$$N_1 = L_1 - \frac{M^2}{L_2}.$$

On peut de même affecter toutes les fuites au circuit 2 en lui attribuant une inductance des fuites totales N_2 :

$$N_2 = L_2 - \frac{M^2}{L_1}.$$

On sera dans l'un ou l'autre de ces cas en alimentant l'un des circuits lorsque l'autre est fermé sur lui-même. Soit par exemple le

secondaire en court-circuit, en négligeant les résistances, ce qu'on peut faire pratiquement; on a dans ce circuit :

$$L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} = 0$$

d'où :

$$i_2 = -\frac{M}{L_2} i_1$$

et dans le primaire la f. é. m. :

$$e_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} = \left(L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right) \frac{di_1}{dt} = N_1 \frac{di_1}{dt}$$

ce qui veut dire que, quelle que soit la forme du courant, N_1 est l'inductance apparente du primaire.

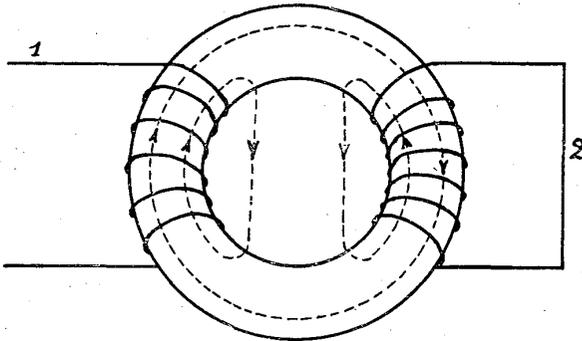


Fig. 10

J'ai dit que dans ces conditions le flux embrassé par le primaire est la somme des flux de fuites des deux circuits, bien entendu, pris dans le même sens au même instant. En effet, le flux réel dans le secondaire est nul puisqu'il est supposé sans résistance. Le secondaire reçoit donc du primaire un flux égal et contraire à son flux de fuites; augmenté du flux de fuites secondaire changé de signe (voir fig. 10), c'est-à-dire :

$$\frac{\mathcal{E}_1 i_1}{n_1} - \frac{\mathcal{E}_2 i_2}{n_2},$$

soit, en remplaçant \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 par leurs valeurs en fonction de L_1 , L_2 et M , et i_2 par sa valeur en fonction de i_1 :

$$\left(L_1 - \frac{n_1 M}{n_2} \right) \frac{i_1}{n_1} + \left(L_2 - \frac{n_2 M}{n_1} \right) \frac{i_1 M}{n_2 L_2} = \left(L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right) \frac{i_1}{n_1} = \frac{N_1 i_1}{n_1}.$$

N_1 est bien ainsi l'inductance des fuites totales.

Il n'est pas inutile de remarquer que $\frac{N_1}{N_2} = \frac{L_1 n_1^2}{L_2 n_2^2}$.

N° 2

Dans un alternateur diphasé les 3 coefficients d'inductance de l'inducteur conservent la signification qu'ils ont pour l'un des circuits d'un transformateur.

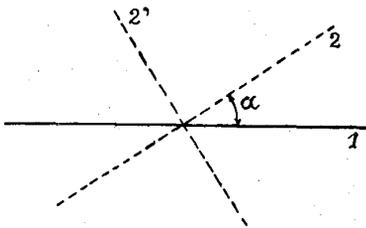


Fig. 11

Soit (fig. 11) 1 le circuit inducteur, 2 et 2' les deux circuits induits. Faisons passer 10 ampères dans le circuit 1, il embrasse un flux F_1 tel que :

$$L_1 = n_1 F_1.$$

Une partie $k_1 F_1$ de ce flux traverse l'ensemble des circuits 2 et 2' ;

la composante $k_1 F_1 \cos \alpha$ traverse le circuit 2 et la composante $k_1 F_1 \sin \alpha$ traverse le circuit 2'.

Les mutuelles inductances sont :

$$M \cos \alpha \text{ entre 1 et 2,}$$

$$M \sin \alpha \text{ entre 1 et 2';}$$

en sorte qu'on a bien encore :

$$M = n_2 k_1 F_1$$

$$\text{et } \mathcal{E}_1 = L_1 - n_1 k_1 F_1 = L_1 - \frac{n_1}{n_2} M.$$

Si l'on ferme les circuits 2 et 2' sur eux-mêmes, en négligeant encore les résistances, on a :

$$\frac{d}{dt} (L_2 i_2 + M \cos \alpha \cdot i_1) = 0$$

$$\frac{d}{dt} (L_2' i_2' + M \sin \alpha \cdot i_1) = 0$$

d'où :

$$i_2 = - i_1 \frac{M \cos \alpha}{L_2} ; \quad i_2' = - i_1 \frac{M \sin \alpha}{L_2}$$

(dans lesquelles α est fonction quelconque du temps).

D'où, la f. é. m. dans le circuit 1 :

$$e_1 = \frac{d}{dt} (L_1 i_1 + M \cos \alpha \cdot i_2 + M \sin \alpha \cdot i_2')$$

$$e_1 = \frac{d}{dt} \left(L_1 i_1 - i_1 \frac{M^2 \cos^2 \alpha}{L_2} - i_1 \frac{M^2 \sin^2 \alpha}{L_2} \right)$$

$$e_1 = N_1 \frac{di_1}{dt}.$$

N° 3

La self-inductance de fuites et l'inductance des fuites totales de l'inducteur d'un alternateur monophasé sont des fonctions périodiques du temps.

La même figure 11 peut servir en supprimant par la pensée le circuit 2¹. Faisons passer 10 ampères dans le circuit 1, il embrasse un flux F_1 tel que :

$$L_1 = n_1 F_1.$$

Quand $\alpha = 0$, une partie $k_1 F_1$ de ce flux traverse 2 ; quand α est quelconque, une partie $k_1 F_1 \cos \alpha$ de ce flux traverse 2. La self-inductance de fuites est donc :

$$\mathcal{L}_1 = L_1 - \frac{n_1}{n_2} M \cos \alpha.$$

Fermons 2 sur lui-même.

$$\frac{d}{dt} (L_2 i_2 + M \cos \alpha i_1) = 0$$

d'où :

$$i_2 = -i_1 \frac{M \cos \alpha}{L_2}$$

et la f. é. m. dans 1 :

$$e_1 = \frac{d}{dt} (L_1 i_1 + i_2 M \cos \alpha)$$

$$e_1 = \frac{d}{dt} \left(L_1 i_1 - i_1 \frac{M^2 \cos^2 \alpha}{L_2} \right)$$

$$e_1 = \frac{d}{dt} \left[\left(L_1 - \frac{M^2 \cos^2 \alpha}{L_2} \right) i_1 \right].$$

L'inductance des fuites totales est donc :

$$N_1 = L_1 - \frac{M^2 \cos^2 \alpha}{L_2};$$

α étant fonction du temps, L_1 et N_1 sont fonctions du temps.

N° 4

Etat variable qui suit le court-circuit brusque sur les deux phases d'un alternateur diphasé sans amortisseur.

Le flux dans l'inducteur passe de la valeur constante F_1 à la valeur constante F_{1cc} par une exponentielle, simple si l'on néglige le $R_1 i_1$ du circuit inducteur, dentelée si l'on en tient compte ; nous n'en tiendrons pas compte.

De même, dans un des circuits de l'induit, il passe, de la valeur qu'il a au moment de la fermeture, à zéro, de la même manière. Les exposants des exponentielles ne sont pas les mêmes pour l'inducteur et l'induit.

Nous appellerons :

- m_{12} et m'_{12} , les coefficients de mutuelle inductance entre l'inducteur et chacun des circuits de l'induit,
 i_1 , le courant instantané dans l'inducteur,
 i_2 et i'_2 , les courants instantanés dans les circuits d'induit,
 L_1 et L_2 , les self-inductances de l'inducteur et de l'induit,
 F_2 et F'_2 , les valeurs des flux dans chaque circuit d'induit au moment de la fermeture (pour $t=0$).

Nous aurons ainsi (1) :

$$\begin{aligned} m_{12} i_1 + L_2 i_2 &= F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} \\ m_{12}' i_1 + L_2 i'_2 &= F'_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} \\ m_{12} i_2 + m_{12}' i'_2 + L_1 i_1 &= F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}. \end{aligned}$$

Tirons i_2 et i'_2 des deux premières équations et remplaçons dans la troisième. En remarquant que $m_{12}^2 + m_{12}'^2 = M^2$ et que $L_1 - \frac{M^2}{L_2} = N_1$, il vient :

$$i_1 = \frac{1}{N_1} \left[F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{1}{L_2} (m_{12} F_2 - m_{12}' F'_2) \varepsilon^{-\alpha_2 t} \right].$$

En écrivant que :

$$\int_0^{\infty} (i_1 - J) dt = \frac{F_1 - F_{1cc}}{R_1}$$

on déduit immédiatement :

$$\alpha_1 = \frac{R_1}{N_1}$$

Pour pouvoir faire varier les conditions initiales du court-circuit, nous ferons toujours, celui-ci à l'époque $t=0$, mais nous donnerons aux mutuelles inductances les formes :

$$m_{12} = M \cos \omega (t + \tau); \quad m_{12}' = -M \sin \omega (t + \tau);$$

dans lesquelles nous pourrons donner à τ telle valeur que nous voudrons. Il en résulte :

$$F_2 = MJ \cos \omega \tau; \quad F'_2 = -MJ \sin \omega \tau$$

et :

$$m_{12} F_2 + m_{12}' F'_2 = M^2 J \cos \omega t.$$

i_2 et i'_2 peuvent être exprimés en fonction de i_1 .

(1) Les circuits sont tous ramenés à une spire pour simplifier.

En écrivant que :

$$\int_0^{\infty} i_2 dt = \frac{F_2}{R_2},$$

ou que :

$$\int_0^{\infty} i_2 dt = \frac{F_2}{R_2},$$

on trouve de même :

$$z_2 = \frac{R_2 L_2 + N_2}{2N_2 L_2},$$

expression plus compliquée que celle de z_1 parce que l'inducteur n'est pas polyphasé.

Finalement peuvent être exprimés i_1 , i_2 et i_2' , en remplaçant F_1 et F_{1cc} :

$$i_1 = J \left[1 + \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} - \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon^{-\frac{R_2 L_2 + N_2}{2N_2 L_2} t} \cos \omega t \right]$$

(cette expression ne contenant pas τ , la forme du courant inducteur est indépendante de l'époque à laquelle est fait le court-circuit) ;

$$i_2 = -\frac{MJ}{L_2} \left[\cos \omega (t + \tau) + \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon^{-\frac{R_1}{N_1} t} \cos \omega (t + \tau) - \frac{1}{2} \frac{L_1 + N_1}{N_1} \varepsilon^{-\frac{R_2 L_2 + N_2}{2N_2 L_2} t} \cos \omega t - \frac{1}{2} \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon^{-\frac{R_2 L_2 + N_2}{2N_2 L_2} t} \cos \omega (2t + \tau) \right]$$

et une formule analogue pour i_2' , mais en sinus.

On peut en outre retenir de ces formules que lorsque les deux parties d'une machine ne sont pas constituées toutes deux en systèmes polyphasés, la constante de temps est de la forme $\frac{R}{N}$ pour le circuit de la partie non polyphasée, et de la forme :

$$\frac{R L + N}{2N L},$$

ou sensiblement $\frac{R}{2N}$, pour les circuits de la partie polyphasée.

N° 5

Etat variable qui suit le court-circuit brusque sur les deux phases d'un alternateur diphasé avec amortisseur.

Mêmes symboles qu'à la note n° 4, avec en plus : i_1' courant instantané dans l'amortisseur ; $m_{1,2}$ et $m_{1,2}'$: mutuelles inductances entre l'amortisseur et les circuits d'induit, que nous poserons :

$$m_{1,2} = M \sin \omega (t + \tau) \quad m_{1,2}' = M \cos \omega (t + \tau).$$

Les valeurs des 4 flux sont :

$$m_{1,2} i_1 + m_{1,2}' i_1' + L_2 i_2 = F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

$$m_{1,2}' i_1 + m_{1,2} i_1' + L_2 i_2' = F_2' \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

$$m_{1,2} i_2 + m_{1,2}' i_2' + L_1 i_1 = F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}$$

$$m_{1,2}' i_2 + m_{1,2} i_2' + L_1 i_1' = 0.$$

(La dernière équation se rapporte à l'amortisseur).

Tirons i_2 et i_2' des deux premières équations et remplaçons dans les deux autres, il vient :

$$i_1 = \frac{I}{N_1} \left[F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{I}{L_2} m_{1,2} F_2 + m_{1,2}' F_2' \right] \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

$$i_1' = - \frac{I}{L_2 N_1} (m_{1,2} F_2 + m_{1,2}' F_2') \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

$$i_2 = \frac{I}{L_2} \left\{ F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} - \frac{I}{N_1} \left[m_{1,2} F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) m_{1,2} \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{M_2}{L_2} F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} \right] \right\}$$

$$i_2' = \frac{I}{L_2} \left\{ F_2' \varepsilon^{-\alpha_2 t} - \frac{I}{N_1} \left[m_{1,2}' F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) m_{1,2}' \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{M_2}{L_2} F_2' \varepsilon^{-\alpha_2 t} \right] \right\}$$

En écrivant que :

$$\int_0^{\infty} (i_1 - J) dt = \frac{F_1 - F_{1cc}}{R_1},$$

on trouve $\alpha_1 = \frac{R_1}{N_1}$ comme dans le cas précédent.

Et en écrivant, soit :

$$\int_{i_2}^{\infty} dt = \frac{MJ \cos \omega t}{R_2},$$

soit :

$$\int_{i_2'}^{\infty} dt = \frac{MJ \sin \omega t}{R_2},$$

on trouve cette fois $x_2 = \frac{R_2}{N_2}$ (inducteur polyphasé); et finalement, en remplaçant les F :

$$i_1 = J \left[1 + \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon - \frac{R_1 t}{N_1} - \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon - \frac{R_2 t}{N_2} \cos \omega t \right]$$

$$i_1' = -J \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon - \frac{R_2 t}{N_2} \sin \omega t$$

(expressions indépendantes de l'époque de fermeture),

$$i_2 = -\frac{MJ}{L_2} \left[\cos \omega (t + \tau) + \frac{L_1 - N_1}{N_1} \varepsilon - \frac{R_1 t}{N_1} \cos \omega (t + \tau) - \frac{L_1}{N_1} \varepsilon - \frac{R_2 t}{N_2} \cos \omega \tau \right]$$

et une formule analogue pour i_2' mais en sinus.

Ainsi que j'ai dit au début de la note 4, les flux ne sont pas en réalité aussi simples et comprennent encore une ondulation correspondant à la production de la chute ohmique dans chaque circuit ; mais si l'on veut tenir compte de ces faits, les calculs se compliquent beaucoup. Nous avons traité ces deux problèmes complètement : l'introduction des résistances a pour effet d'ajouter aux formules un certain nombre de termes dont l'importance est trop secondaire pour qu'on allonge encore ce Mémoire.

N° 6

On se propose de trouver, pour un alternateur diphasé sans circuit amortisseur, dont une des phases est en court-circuit, les formes approchées : du courant inducteur, du courant de court-circuit et de la f. é. m. dans la phase restée ouverte, *en régime permanent*.

i_1 est le courant inducteur instantané,

i_2 le courant de court-circuit instantané,

m_{12} la mutuelle inductance entre l'inducteur et la phase court-circuitée.

m'_{12} la mutuelle inductance entre l'inducteur et la phase ouverte.

La résistance de l'induit étant supposée nulle, le flux ψ est constamment nul ; on a donc :

$$m_{12} i_1 + L_2 i_2 = 0.$$

Pour la même raison, le flux dans l'inducteur F_{1cc} est constant, d'où :

$$m_{12} i_2 + L_1 i_1 = F_{1cc} \quad (1).$$

(1) Inducteur et induit sont supposés d'une spire seulement pour simplifier.

De ces deux équations :

$$i_1 = \frac{L_2 F_{1cc}}{L_1 L_2 - m_{12}^2}$$

$$i_2 = - \frac{m_{12} F_{1cc}}{L_1 L_2 - m_{12}^2}$$

et la tension dans la phase ouverte :

$$e'_1 = - \frac{d}{dt} (m_{12}' i_1) = - L_2 F_{1cc} \frac{d}{dt} \left(\frac{m_{12}'}{L_1 L_2 - m_{12}^2} \right).$$

La partie constante J du courant inducteur est :

$$J = \frac{1}{T} \int_0^T i_1 dt = \frac{L_2 F_{1cc}}{T} \int_0^T \frac{dt}{L_1 L_2 - m_{12}^2}$$

En posant par exemple :

$$m_{12} = M \cos \omega t$$

$$m_{12}' = - M \sin \omega t$$

J devient après intégration :

$$J = \frac{L_2 F_{1cc}}{\sqrt{(L_1 L_2 - M^2)} L_1 L_2} = \frac{F_{1cc}}{\sqrt{L_1 \left(L_1 - \frac{M^2}{L_2} \right)}} = \frac{F_{1cc}}{\sqrt{L_1 N_1}}$$

ce qui nous donne la relation entre le flux constant dans l'inducteur et le courant continu d'excitation J,

$$F_{1cc} = J \sqrt{L_1 N_1},$$

qui permet d'exprimer i_1 , i_2 et e_2' en fonction de J :

$$i_1 = \frac{J L_2 \sqrt{L_1 N_1}}{L_1 L_2 - M^2 \cos^2 \omega t} = J \frac{\sqrt{L_1 N_1}}{L_1 - (L_1 - N_1) \cos^2 \omega t}$$

$$i_2 = - \frac{J \sqrt{L_1 N_1} M \cos \omega t}{L_1 L_2 - M^2 \cos^2 \omega t} = - \frac{M}{L_2} J \frac{\sqrt{L_1 N_1} \cos \omega t}{L_1 - (L_1 - N_1) \cos^2 \omega t}$$

$$e_2' = + J L_2 \sqrt{L_1 N_1} \frac{d}{dt} \left[\frac{M \sin \omega t}{L_1 L_2 - M^2 \cos^2 \omega t} \right] =$$

$$= - \omega M J \sqrt{\frac{L_1}{N_1}} \frac{L_1 - N_1}{N_1} \frac{\sin^2 \omega t - 1}{\left[\frac{L_1 - N_1}{N_1} \sin^2 \omega t + 1 \right]^2} \cos \omega t.$$

ainsi que cette même force électromotrice $(e_2')_0$ quand l'alternateur est à vide :

$$(e_2')_0 = \omega M J \cos \omega t.$$

La figure 4 montre les courbes de ces quatre grandeurs pour le cas

particulier où $M_2 = 0,8 L_1 L_2$, ce qui correspond à des fuites moyennes, ($N_1 = 0,2 L_1$).

Et ci-dessous certaines valeurs particulières :

$$(i_1) \text{ max} = J \sqrt{\frac{L_1}{N_1}}$$

$$(i_1) \text{ min} = \sqrt{\frac{N_1}{L_1}}$$

$$I_1 (\text{eff}) = J \sqrt{\frac{L_1 + N_1}{2\sqrt{L_1 N_1}}} \quad \text{approximativement} \quad \frac{J}{\sqrt{2}} \sqrt[4]{\frac{L_1}{N_1}}$$

$$(i_2) \text{ max} = J \sqrt{\frac{L_1 M}{N_1 L_2}}$$

$$I_2 (\text{eff}) = \frac{MJ}{\sqrt{2} L_2} \sqrt[4]{\frac{L_1}{N_1}} = I_{2cc} \sqrt[4]{\frac{L_1}{N_1}}$$

$$(e_2') \text{ max} = \omega MJ \sqrt{\frac{L_1}{N_1}}$$

$$E_2' (\text{eff}) = \frac{\omega MJ}{2} \sqrt{\frac{L_1^2 + N_1^2}{L_1 \sqrt{L_1 N_1}}}, \quad \text{approximativement} \quad \frac{\omega MJ}{2} \sqrt[4]{\frac{L_1}{N_1}}$$

$$(E_1')_0 (\text{eff}) = \frac{\omega MJ}{\sqrt{2}}$$

D'où ces quelques conclusions :

Le courant de court-circuit efficace est toujours plus grand que celui déduit en première approximation I_{2cc} , de 1 fois $\frac{1}{2}$ à 2 fois.

Le maximum de la tension dans la phase ouverte est toujours plus grand que le maximum à vide.

La tension efficace dans la phase ouverte peut être, selon les fuites, plus grande ou plus petite que la tension efficace à vide : pour environ $N_1 < \frac{L_1}{4}$ elle est plus grande, pour $N_1 > \frac{L_1}{4}$ elle est plus petite.

Pour fixer les idées, si $\frac{L_1}{N_1} = 10$, la tension maxima dans la phase ouverte est 3 fois la tension maxima à vide, la tension efficace est 1,25 fois la tension efficace à vide.

N° 7

On se propose de trouver, pour un alternateur diphasé avec circuit amortisseur, dont une des phases est en court-circuit, les formes approchées : du courant inducteur, du courant dans l'amortisseur, du courant de court-circuit et de la f. é. m. dans la phase restée ouverte, en régime permanent.

En plus des symboles du cas précédent nous aurons :

i_1' = courant instantané dans l'amortisseur.

$m_{1,2} = M \sin \omega t$, mutuelle inductance entre l'amortisseur et la phase en court-circuit,

$m_{1,2} = M \cos \omega t$, mutuelle inductance entre l'amortisseur et la phase ouverte.

Comme précédemment nous avons pour la phase en court-circuit :

$$m_{12} i_1 + m_{12} i_1' + L_2 i_2 = 0.$$

Dans l'amortisseur :

$$m_{12} i_1 + L_1 i_1' = 0.$$

Dans l'inducteur :

$$m_{12} i_2 + L_1 i_1 = F_{1cc}.$$

Tirant i_1' de la 2^e équation, on le substitue dans la 1^{re}, dont on tire i_2 qu'on substitue dans la 3^e, dont on tire i_1 :

$$i_1 = \frac{F_{1cc}}{L_1} \frac{L_1 L_2 - m_{12}^2}{L_1 L_2 - m_{12}^2 - m_{12}^2} = \frac{F_{1cc} L_1 L_2 - m_{12}^2}{L_1 L_1 L_2 - M^2}.$$

Puis de nouveau i_2 :

$$i_2 = - F_{1cc} \frac{m_{12}}{L_1 L_2 - M^2}$$

et i_1' :

$$i_1' = \frac{F_{1cc}}{L_1} \frac{m_{12}}{L_1 L_2 - M^2}.$$

On peut remarquer de suite que ces expressions ne contiennent, chacune, qu'un terme sinusoïdal, ainsi que la tension dans la phase ouverte :

$$e_2' = - \frac{d}{dt} (m_{12} i_1 + m_{12} i_1') = \frac{\omega M F_{1cc}}{L_1} \cos \omega t.$$

La partie constante J du courant inducteur est :

$$J = \frac{I}{T} \int_0^T i_1 dt = \frac{F_{1cc}}{T_1 L_2 (L_1 L_2 - M^2)} \int_0^T (L_1 L_2 - m_{12}^2) dt$$

$$J = \frac{F_{1cc} 2L_1 L_2 - M^2}{2L_1 L_1 L_2 - M^2} = \frac{F_{1cc} L_1 + N_1}{2L_1 N_1}$$

ce qui permet de remplacer F_{1cc} par J dans les formules :

$$i_1 = J \left[1 + \frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \cos 2 \omega t \right]$$

$$i_2 = - \frac{2MJ}{L_2 + N_2} \cos \omega t$$

$$i_1' = J \cdot \frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \sin 2 \omega t$$

$$e_2' = 2\omega MJ \frac{N_1}{L_1 + N_1} \cos \omega t.$$

Cette f. é. m., quand l'alternateur est à vide, est :

$$(e_2')_0 = \omega MJ \cos \omega t.$$

Pour qu'on puisse comparer avec le cas de l'alternateur sans amortisseur, nous avons porté en figure 5 les courbes de ces cinq grandeurs pour le cas particulier où $M^2 = 0,8 L_1 L_2$, fuites moyennes ($N_1 = 0,2 L_1$).

Ci-après quelques valeurs particulières :

$$(i_1)_{\max} = J \frac{2L_1}{L_1 + N_1}$$

$$(i_1)_{\min} = J \frac{2N_1}{L_1 + N_1}$$

$$I_1(\text{eff.}) = J \sqrt{1 + \frac{1}{2} \frac{(L_1 - N_1)^2}{(L_1 + N_1)^2}}$$

$$I_1'(\text{eff.}) = \frac{J}{\sqrt{2}} \frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1}$$

$$(i_2)_{\max} = \frac{2MJ}{L_2 + N_2}$$

$$I_2(\text{eff.}) = \frac{\sqrt{2} MJ}{L_2 + N_2};$$

approximativement $2 I_{2cc}$

$$(e_2')_{\max} = 2 \omega MJ \frac{N_1}{L_1 + N_1}$$

$$E_2'(\text{eff.}) = \frac{\sqrt{2} \omega MJ}{L_1 + N_1}$$

$$(E_2')_0(\text{eff.}) = \frac{\omega MJ}{\sqrt{2}}.$$

D'où ces quelques conclusions :

Le courant de court-circuit efficace est environ 2 fois celui de première approximation I_{2cc} .

Les valeurs maxima et efficace de la tension dans la phase ouverte sont toujours plus petites qu'à vide, et d'autant plus petites que les fuites sont plus faibles, contrairement à ce qu'indique le calcul sans amortisseur.

Pour fixer les idées, si $\frac{L_1}{N_1} = 20$, les tensions maxima et efficace dans la phase ouverte ne valent que 0.18 des tensions maxima et efficace à vide.

N° 8

Etat variable qui suit le court-circuit brusque sur une phase d'un alternateur diphasé sans amortisseur.

Les symboles sont les mêmes que dans la note 4. Il n'y a que deux circuits fermés (1) :

$$m_{12} i_2 + L_1 i_1 = F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}$$

$$m_{12} i_1 + L_2 i_2 = F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

Tirons i_2 de la seconde équation et remplaçons dans la première, il vient :

$$i_1 = \frac{I}{L_1 - \frac{m_{12}^2}{L_2}} \left[F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{m_{12}}{L_2} F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} \right]$$

Il faut encore chercher la quantité d'électricité correspondant à ce courant, diminué de J . C'est plus complexe que dans les cas précédents. Pour faire varier les conditions initiales, nous poserons :

$$m_{12} = M \cos \omega (t + \tau)$$

Développons le quotient en avant de la parenthèse de i_1 :

$$\begin{aligned} \frac{I}{L_1 - \frac{m_{12}^2}{L_2}} &= \frac{L_2}{L_1 L_2 - \frac{M^2}{2} - \frac{M^2}{2} \cos 2\omega(t + \tau)} = \\ &= \frac{L_2}{L_1 L_2 - \frac{M^2}{2}} \left[1 + \frac{M^2}{2 L_1 L_2 - M^2} \cos 2\omega(t + \tau) + \left(\frac{M^2}{2 L_1 L_2 - M^2} \right)^2 \cos^2 2\omega(t + \tau) + \dots \right] \end{aligned}$$

(1) Les circuits sont toujours composés d'une spire pour simplifier.

Remarquons alors que, puisque le développement ne contient pas de termes en $\cos(\omega(t + \tau))$, le terme qui contient m_{12} dans la parenthèse de i_1 ne donnera pas de quantité d'électricité, et que finalement la partie constante seule de ce développement donnera un résultat dans l'intégration de la quantité d'électricité.

Or la partie constante de ce développement est une série convergente :

En effet,

$$\frac{M^2}{2L_1 L_2 - M^2} = \frac{\frac{M^2}{L_2}}{2L_1 - \frac{M^2}{L_2}} = \frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1},$$

quantité plus petite que l'unité.

La partie constante du développement est :

$$\frac{2}{L_1 + N_1} \left[1 + \frac{1}{2} \left(\frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \right)^2 + \frac{3}{8} \left(\frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \right)^4 + \frac{5}{16} \left(\frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \right)^6 + \dots \right]$$

(les puissances paires du cosinus donnent seules quelque chose).

La parenthèse est justement le développement de :

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \right)^2}} = \frac{1}{2\sqrt{L_1 N_1}},$$

en sorte que, dans l'intégration de $i_1 dt$, la partie

$$\frac{1}{\sqrt{L_1 N_1}} [F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}]$$

donnera seule un résultat.

En écrivant :

$$\int_0^{\infty} (i_1 - J) dt = \frac{F_1 - F_{1cc}}{R_1}$$

on a finalement :

$$\alpha_1 = \frac{R_1}{\sqrt{L_1 N_1}}$$

On fera de même pour i_2 :

$$i_2 = \frac{F_2}{L_2} \varepsilon^{-\alpha_2 t} + m_{12} \frac{F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}}{L_1 L_2 - m_{12}^2} - \frac{m_{12}^2 F_2}{L_2} \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

Dans l'intégration de la quantité d'électricité, seuls les termes en F_2 donneront quelque chose, de sorte que la partie :

$$\frac{F_2}{L_2} \varepsilon^{-\alpha_2 t} + \frac{m_{12}^2}{L_2 (L_1 L_2 - m_{12}^2)} F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} = \frac{F_2 L_1}{L_1 L_2 - m_{12}^2} \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

est seule à considérer. Comme précédemment elle deviendra après développement :

$$\frac{1}{\sqrt{L_2 N_2}} F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

En écrivant :

$$\int_0^{\infty} i_2 dt = \frac{F_2}{R_2}$$

on aura finalement :

$$\alpha_2 = \frac{R_2}{\sqrt{L_2 N_2}}$$

Les valeurs définitives de i_1 et i_2 deviennent ainsi, en remplaçant les flux (F_1 et F_{1cc} par leur valeurs connues; F_2 par $M \cdot J \cos \omega \tau$) :

$$i_1 = \frac{J}{L_1 - (L_1 - N_1) \cos^2 \omega (t + \tau)} \left[\sqrt{L_1 N_1} + (L_1 - \sqrt{L_1 N_1}) \varepsilon^{-\frac{R_1}{\sqrt{L_1 N_1}} t} - (L_1 - N_1) \cos \omega \tau \cdot \varepsilon^{-\frac{R_2}{\sqrt{L_2 N_2}} t} \cos \omega (t + \tau) \right]$$

$$i_2 = \frac{M}{L_2} J \left\{ \cos \omega \tau \varepsilon^{-\frac{R_2}{\sqrt{L_2 N_2}} t} - \frac{\cos \omega (t + \tau)}{L_1 - (L_1 - N_1) \cos^2 \omega (t + \tau)} \left[\begin{array}{l} \text{même} \\ \text{parenthèse} \\ \text{que pour } i_1 \end{array} \right] \right\}$$

La tension dans la phase restée ouverte est de forme très compliquée; j'entends par là sa valeur instantanée :

$$e_2' = - \frac{d}{dt} (m_{12} i_1)$$

et je ne l'ai pas calculée. Mais on peut avoir le maximum de cette tension dans deux cas, assez simplement :

Pour $\cos \omega \tau = 0$ (pas de courant continu induit dans l'induit) :

$$(e_2')_{\max} = \omega M J \frac{L_1}{N_1}$$

Pour $\cos \omega \tau = \pm 1$ (maximum de courant continu dans l'induit) :

$$(e_2')_{\max} = \omega M J \frac{2L_1 - N_1}{N_1}$$

Elle est toujours plus grande que la tension à vide; elle pourrait même être considérablement plus grande (10 à 20 fois) si la saturation magnétique ne venait tempérer ces résultats.

N° 9

Etat variable qui suit le court-circuit brusque sur une phase d'un alternateur diphasé avec circuit amortisseur :

$$m_{12} i_2 + L_1 i_1 = F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t}$$

$$m_{1'2} i_2 + L_1 i_1' = 0$$

$$m_{12} i_1 + m_{1'2} i_1' + L_2 i_2 = F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t}$$

La 2^e équation se rapporte à l'amortisseur.

Tirons i_1 et i_1' des deux premières équations et remplaçons dans la troisième :

$$i_2 = \frac{1}{N_2} \left\{ F_2 \varepsilon^{-\alpha_2 t} - \frac{m_{12}}{L_1} \left[F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} \right] \right\}.$$

En écrivant :

$$\int_0^{\infty} i_2 dt = \frac{F_2}{R_2}$$

on obtient :

$$\alpha_2 = \frac{R_2}{N_2}.$$

On a de nouveau :

$$i_1 = \frac{1}{L_1} \left\{ F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} - \frac{F_2}{N_2} m_{12} \varepsilon^{-\alpha_2 t} + \frac{m_{12}^2}{L_1 N_2} \left[F_{1cc} + (F_1 - F_{1cc}) \varepsilon^{-\alpha_1 t} \right] \right\}.$$

En écrivant :

$$\int_0^{\infty} (i_1 - J) dt = \frac{F_1 - F_{1cc}}{R_1}$$

on obtient :

$$\alpha_1 = \frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1}.$$

On voit ici s'appliquer la remarque que nous avons faite au sujet des constantes de temps, quand nous traitions le cas de l'alternateur en court-circuit diphasé sans amortisseur : la constante est de la

forme $\frac{R}{N}$ pour le circuit de la partie non polyphasée et de la forme :

$$\frac{R}{2N} \frac{L + N}{L},$$

ou sensiblement $\frac{R}{2N}$, pour les circuits de la partie polyphasée.

Finalement :

$$i_1 = J \left[I + \frac{L_1 - N_1}{2N_1} \varepsilon^{-\frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1} t} - \frac{L_1 - N_1}{N_1} \cos \omega \tau \cdot \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cos \omega (t + \tau) + \frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \cos 2 \omega (t + \tau) + \frac{I}{2} \frac{(L_1 - N_1)^2}{(L_1 + N_1) N_1} \varepsilon^{-\frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1} t} \cos 2 \omega (t + \tau) \right]$$

$$i_1' = 2 \left[\frac{L_1 - N_1}{L_1 + N_1} \sin 2 \omega (t + \tau) - \frac{L_1 - N_1}{N_1} \cos \omega \tau \cdot \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \sin \omega (t + \tau) + \frac{I}{2} \frac{(L_1 - N_1)^2}{(L_1 + N_1) N_1} \varepsilon^{-\frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1} t} \sin 2 \omega (t + \tau) \right]$$

$$i_2 = MJ \left[-\frac{I}{L_2 + N_2} \cos \omega (t + \tau) + \frac{I}{N_2} \varepsilon^{-\frac{R_2}{N_2} t} \cos \omega \tau - \frac{L_2 - N_2}{(L_2 + N_2) N_2} \varepsilon^{-\frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1} t} \cos \omega (t + \tau) \right].$$

La tension dans la phase restée ouverte se déduit facilement :

$$e_2' = -\frac{d}{dt} (m_{12} i_2 + m_{12}' i_1');$$

après opérations (1) :

$$e_2' = \frac{\omega MJ}{L_1 + N_1} \left[2 N_1 + (L_1 - N_1) \varepsilon^{-\frac{R_1}{2N_1} \frac{L_1 + N_1}{L_1} t} \right] \cos \omega (t + \tau);$$

elle reste toujours inférieure à la tension à vide, puisque la parenthèse est toujours plus petite que $(L_1 + N_1)$. On voit quelle énorme importance a l'amortisseur à ce point de vue.

(1) En négligeant un petit terme en sinus.



NOTES

SUR LE

VI^e CONGRÈS INTERNATIONAL DE L'AÉRONAUTIQUE ⁽¹⁾

Gand, 4-8 août 1913

Le Congrès de l'Aéronautique

Le premier eut lieu à Paris en 1889, à l'occasion de l'Exposition ; il réunit fort peu de monde, seuls quelques spécialistes y prirent part, et les résultats obtenus furent presque nuls. Le second en 1900 se réunit à l'observatoire de Meudon, sur l'initiative de l'illustre astronome Janssen ; il fut beaucoup plus important et de nombreux savants, même non spécialistes s'y intéressèrent.

Le cinquième eut lieu à Turin en 1911.

Le sixième Congrès vient de ce tenir à Gand, du 4 au 8 août 1913 les délégués étaient au nombre d'une trentaine ; le colonel Renard fut élu président. Seule de toutes les grandes Ecoles techniques supérieures, l'Ecole Centrale Lyonnaise était représentée.

De nombreux orateurs ont pris la parole pour faire, soit des conférences, soit de simples communications ; le français a été la seule langue utilisée, sauf pour une seule communication qui eut lieu en allemand.

Nous ne ferons pas ici un compte rendu des travaux du Congrès ; l'Association y ayant adhéré recevra le compte rendu officiel et complet dans trois mois ; je ne vais en donner qu'une brève notice.

(1) Rapport de notre Camarade Pierre ROUX-BERGER (1910) délégué officiellement par le Conseil de l'Association pour représenter notre société à ce Congrès.

Conférence du colonel Bouttieaux

Le colonel Bouttieaux a ouvert la série par une grande conférence publique sur la pénétration saharienne en aéroplane. Cette question était très ignorée à Gand, et la conférence a eu un très grand succès.

Lorsqu'il s'est agi d'organiser ce service, on hésita entre Colomb-Béchar et Biskra ; Colomb avait l'avantage d'être beaucoup plus loin dans le Sud ; mais il était près de tribus marocaines hostiles, et en cas de panne, la vie des aviateurs aurait été en danger. Biskra l'emporta ; l'absence de voie ferrée fit éliminer Laghouat. L'idée directrice de cette création a été la pénétration saharienne, l'objectif à atteindre dans un avenir plus ou moins éloigné étant le Hoggar, puis le Soudan. Dès décembre 1911, le centre comprenait une escadrille de quatre appareils.

Avant d'entreprendre des vols à longue distance, il fallut étudier les conditions du vol dans le Sahara, les repères géographiques, l'effet des hautes températures sur le moteur et l'appareil ; ces questions nécessitèrent plusieurs mois de travail — et furent résolues d'une façon satisfaisante.

Les vols commencèrent alors ; mais le ravitaillement était difficile ; on parvint à construire avec un train d'atterrissage d'aéroplane au centre même, une voiture propulsée à l'aide d'une hélice d'aéroplane et qui rendit de grands services ; ce véhicule put en effet rouler sur les sables du désert.

Pendant les vols on se dirige généralement en suivant la piste ou la voie télégraphique, mais elles deviennent rapidement invisibles, ce qui oblige à se tenir assez bas ; et il importe de ne pas s'en éloigner car si une panne survenait au loin, l'aviateur serait voué à une mort certaine par la soif ; aussi est-il de règle que les vols de distance s'effectuent par deux appareils au moins, si l'un d'eux a une panne, le second doit atterrir pour porter secours au premier.

En 1912 l'escadrille s'augmenta de deux appareils. L'entraînement se poursuivit méthodiquement, et fut couronné en 1913 pour le magnifique raid Biskra, Gabès, Tunis, qui fut enregistré par toute la presse.

Quelque temps après le colonel Bouttieaux vint inspecter l'escadrille qui se rendit à Ouargla sans encombre ; jusqu'à présent ce point n'a pas été dépassé vers le Sud.

Les résultats obtenus sont considérés comme satisfaisants, et la pénétration par le Soudan va se faire peu à peu.

Pendant l'hiver 1913 un centre sera installé à Colomb-Béchar.

Les dirigeables italiens en Tripolitaine

Le commandant Vali, de la marine italienne, pilota un des deux dirigeables employés pendant la guerre de Tripolitaine : il fit plus de cent ascensions. Les hangars venus d'Italie furent montés rapidement, mais une tempête les renversa et les deux ballons très abîmés furent renvoyés en Italie aux fins de réparations, ce qui causa un retard de plusieurs mois.

Les reconnaissances commencèrent alors et ne furent marquées par aucun accident, les premières fois, les observateurs étudièrent les aspects du terrain, s'apprirent eux-mêmes à reconnaître les pistes, les puits d'eau, etc...; cela fait, ils purent remplir leur rôle et renseigner le général en chef sur les mouvements ennemis, mais comme le pilote du ballon était officier de marine, on n'attachait guère d'importance au début à ses rapports ! Il n'y a pas qu'en France que la Guerre et la Marine sont parfois en désaccord.

Les aéronefs jouèrent aussi un rôle offensif, en lançant des bombes soit sur les camps ennemis, où ce fut surtout le moral qui importait; soit sur des campements indigènes ou des caravanes.

En Tripolitaine, les femmes sont vêtues de rouge, les hommes de blanc, les aéronautes purent ainsi ne lancer leurs bombes que sur des hommes. Lorsque les caravaniers voyaient approcher le ballon, ils se réunissaient tous en groupe derrière la caravane et sans l'arrêter; mais, de la nacelle, on s'apercevait très bien de la ruse, et les projectiles n'étaient lancés que sur le groupe humain.

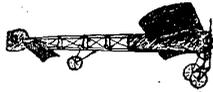
Il fallait passer le plus vite possible au-dessus des troupes à bombarder pour avoir le moins de chances d'être atteint; aussi avait-on toujours soin de les survoler vent arrière et le moteur à toute vitesse; si on voulait juger de l'effet produit, on faisait décrire un grand cercle au ballon, et on repassait dans les mêmes conditions, mais sans rien lancer.

L'enveloppe et la nacelle furent souvent traversées de projectiles, mais jamais aucune partie vitale ne fut atteinte, et le ballon put toujours regagner à temps son port d'attache. Les fusils ne furent jamais bien dangereux, les mitrailleuses l'étaient déjà plus, et, bien maniées, elles auraient mis le ballon en grand danger.

Les journaux avaient relaté le non éclatement de beaucoup de bombes; il n'en fut rien, mais, dans certaines circonstances, en particulier lorsque le ballon était alourdi par des pertes de gaz dues aux projectiles, on préféra l'alléger en jetant des bombes plutôt que du lest, afin de garder celui-ci pour les manœuvres d'atterrissage à l'arrivée.

On avait raconté aussi que des bombes avaient éclaté dans la nacelle même au moment du jet; ce qui donna naissance à ce bruit, c'était tout simplement le petit nuage qui se forme au moment où on jette le lest, lorsque le sable s'éparpille.

Après la guerre, les dirigeables continuèrent à évoluer et servirent alors à dresser une première carte du pays.



L'aviation dans l'armée belge

Dans la plupart des petits pays d'Europe, l'aviation militaire est, pour ainsi dire, inexistante : Hollande, Suisse, Danemark... la Belgique seule a su organiser une aviation militaire qui se tient. Ce résultat est dû à la ténacité du commandant Mathieu, chef de l'aviation militaire belge.

Lorsque ce service fut créé, il y a deux ans, il s'agit d'abord de choisir un type d'appareil adapté aux conditions locales; on s'arrêta au biplan Henri Farman, 80 HP. Voici pourquoi : la Belgique ne fera jamais de guerre offensive; elle n'a donc aucun besoin d'appareil très rapide devant aller observer au loin par-delà les frontières. Le pays belge est couvert de bois et de marais où il est difficile d'atterrir; il fallait donc choisir un appareil bon planeur donnant le temps d'atteindre un endroit propre à l'atterrissage. Enfin, il pleut beaucoup en Belgique, l'atmosphère y est très souvent saturée d'humidité, et alors l'observation devient impossible au-delà de 500 mètres; il n'était donc pas nécessaire d'avoir un appareil pouvant monter très haut. Notons que cette humidité gêne parfois la carburation; pour y remédier, il faudrait réchauffer le carburateur par une circulation d'eau, que n'ont généralement pas les moteurs d'aviation.

Le crédit de 100.000 francs alloué annuellement à l'aviation militaire est extrêmement faible; c'est sur cette somme que doivent être payées les réparations; il fallait donc choisir un appareil très robuste, n'ayant aucune chance de capoter : ces considérations ont conduit à adopter l'appareil ci-dessus. Tous les appareils, sans exception, sont des H. Farman bi-places, et on s'y tiendra. En effet, les avantages de n'avoir qu'une seule marque d'appareils sont importants. Cela assure une homogénéité complète de l'instruction. N'importe quel pilote peut immédiatement conduire un autre appareil quelconque si le sien est mis hors de service, ce qui ne peut se faire chez nous où nous em-

ployons de nombreuses marques. Enfin, tout le monde étudiant et connaissant le même appareil, on a bien plus de chance d'arriver à se perfectionner ; c'est ce qui a eu lieu, de nombreuses modifications ont déjà été apportées au Farman original français. Les appareils en usage dans l'armée belge sont construits par le licencié belge, la firme de Brouckère, de Liège.

Le principal champ d'aviation se trouve à Braschaert, au nord de la Belgique, près de la frontière hollandaise.

La Belgique est le pays qui, proportionnellement, a le moins d'accidents ; il n'y a eu, jusqu'à présent, que deux accidents, non mortels, d'ailleurs ; on reste rêveur quand on songe à l'hécatombe d'officiers aviateurs français.

Ces résultats sont dus, en partie, à ce que le commandant Mathieu est arrivé à se débarrasser de toute bureaucratie. Quand il fut placé à la tête du service d'aviation qui venait d'être créé, il ne disposait que d'un appareil, qui fut bientôt brisé par un élève ; le jour même, il en commandait un second télégraphiquement, et, seulement après la commande, il fit un rapport qui suivit toute la filière bureaucratique et où il signalait la nécessité d'acheter un second appareil.

Une telle indépendance souleva un beau tapage, mais, enfin, il obtint gain de cause, et, quelques mois après, il obtint une dépêche officielle, le laissant complètement libre dans son service ; les bureaux étaient vaincus. Cela ne serait peut-être pas possible en France.

Enfin, il est interdit aux élèves pilotes de voler par un vent de plus de cinq mètres par seconde.

Il y a actuellement six escadrilles de six appareils.



La Littérature aéronautique belge

Elle est très peu abondante ; presque tous les périodiques et les livres spéciaux lus en Belgique sont français ; il y a pourtant quelques livres qui méritent d'être signalés, parmi eux j'en retiendrai trois dont la lecture est recommandée à nos camarades, d'abord en raison de leur valeur intrinsèque et surtout parce que ce doit être un régal pour un homme instruit que de lire un livre écrit à l'étranger, l'esprit qui l'anime n'est pas toujours le même que chez nous, et on n'y réapprend quelquefois d'une autre façon, ce qu'on savait déjà, ou du moins ce qu'on croyait savoir.

C'est d'abord : *les Aéromobiles*, de M. Goldschmidt (Ramlet, éditeur, 25, rue Grétry, Bruxelles); toutes les parties de l'Aéronautique y sont traitées simplement, quoique en se servant de développements mathématiques quand c'est nécessaire; mais la partie qui se rapporte aux dirigeables est surtout intéressante; la littérature française est extrêmement pauvre sous ce chapitre; les officiers qui construisent nos dirigeables prirent leurs renseignements dans des Mémoires militaires qui ne sont pas publiés; il y a bien dans le cours d'aéronautique de Marchis un chapitre sur les Dirigeables, mais il est plutôt destiné aux savants qu'aux ingénieurs et aux techniciens. Le livre de Goldschmidt est donc à peu près le seul où un technicien trouvera des détails instructifs sur les diverses parties du dirigeable, nacelle, transmission, suspension, engrenages, gouvernails, ainsi que de très nombreuses photographies représentant ces parties du ballon séparées, c'est d'ailleurs là ce qui fait l'originalité de l'ouvrage.

Enfin, les photographies de tous les dirigeables construits jusqu'en 1911 sont également données avec leurs dimensions.

Puis vient le *Cours d'aviation de Villard*. M. Villard est le premier qui, en Belgique installa un laboratoire aérotechnique à la création duquel toutes les personnes s'intéressant à l'aéronautique en Belgique ont rendu hommage; à la demande de la Société des Aviateurs de Belgique il donna à Bruxelles le premier cours d'aéronautique qui a été publié. Il est bref tout en contenant à peu près tout ce qui est nécessaire et suffisant pour un praticien de connaître en aéronautique. Pour lui, si l'aviation moderne a été créée, c'est grâce aux hommes de sport et aux recherches multiples des praticiens. Lire souvent le chapitre XIII qui s'adresse aux « inventeurs », qui sont légion à notre époque; il ne leur mâche pas la vérité.

Enfin, le troisième est *la Résistance de l'air envisagée comme base scientifique et expérimentale de l'aviation*, de M. Legrand, professeur à l'Université de Liège; cette question est complexe et embrouillée, mais elle apparaît comme remarquablement simple dans ce beau livre, car l'auteur a adopté le principe de classification proposé par le colonel P. Renard il y a déjà longtemps; l'étude est divisée en trois parties :

L'air considéré comme obstacle au mouvement.

L'air considéré comme moyen de sustentation.

L'air considéré comme point d'appui des propulseurs.

Cette classification n'est pas parfaite; il n'y en a pas, mais pour la clarté de l'exposé c'est sans doute la meilleure.



Les Visites d'Usines.

Les congressistes ont visité à Liège la fameuse usine Cockerille, et la fabrique nationale d'Herstal; à Gand, les usines Carels frères; les grands constructeurs de machines à vapeur et de moteur Diesel.

L'usine Carels est une de celles qui construisent le plus de moteurs Diesel en Europe; elle est magnifiquement installée et toute une partie vient d'être remise à neuf.

Tout le monde connaît l'avenir réservé au Diesel, en raison de sa simplicité, il n'y a ni carburateur, ni dispositif d'allumage et aussi parce qu'il consomme des combustibles très impurs et très divers. La visite des usines Carels est intéressante, mais combien attristante pour un Français, il est désolant de constater combien nous nous sommes laissé distancer par nos rivaux allemands et belges pour le Diesel comme pour les gros moteurs à gaz; il y en a beaucoup moins en France qu'ailleurs et ceux que nous avons sont pour les trois quarts de provenance étrangère; je parle ici des gros moteurs de plusieurs centaines de chevaux; quelques maisons françaises en fabriquent un petit nombre, et ce sont en général de faibles unités. A quoi attribuer cet effacement des ingénieurs français qui ont pourtant ouvert la voie avec les Beau de Richon, Bénier, Charet, Letombe... Cette question est intéressante et elle relève de la philosophie scientifique, industrielle et commerciale; on peut dire que l'Anglais a été trop commercial, le Français pas assez tout en étant trop héroïque et que l'Allemand faisant preuve à la fois d'esprit industriel et commercial, en a profité.

Les constructeurs français ne prévoyant pas l'essor que pourrait prendre ces moteurs n'ont pas su ou voulu créer les ateliers spéciaux, coûteux mais indispensables, sans lesquels il est impossible de faire rien à des prix abordables.

Il faut remarquer aussi que l'étude raisonnée de ces machines nouvelles dans nos écoles techniques est de date très récente.

Voici la façon dont la maison Carels a résolu quelques points relatifs au Diesel. Ce moteur peut fonctionner à 4 et à 2 temps. Quel cycle choisir? Jusqu'à 600 kgs on le fait à 4 temps, au-dessous à 2 temps, quoique le rendement soit légèrement inférieur; mais, avec les 4 temps, le nombre des cylindres ou leur volume deviendrait trop considérable. Dans le 2 temps, l'échappement se fait par le bas au moyen d'une couronne de trous que découvre le piston, et immédiatement se produit pendant les derniers instants de la course aller et les premiers de la course retour un balayage d'air frais qui classe complètement les produits de la combustion; la pompe qui comprime à basse pression ($\frac{3}{4}$ d'atmosphère) l'air nécessaire à ce balayage, est unique quel que soit

le nombre de cylindres du moteur : elle est verticale et située dans le prolongement des cylindres.

Enfin l'air nécessaire à l'injection du pétrole dans le cylindre est comprimé à une soixantaine d'atmosphères par un compresseur à 3 étages de compression, le 1^{er} cylindre comprime à 4 atm., le second à 16, le 3^e à 64 ; ces 3 cylindres sont dans le même plan et disposés en étoile autour de l'arbre de la machine.

MM. Carels ont fait pour leurs ouvriers de remarquables installations ; les usines sont situées assez loin des quartiers ouvriers ; aussi, au milieu de la journée, les ouvriers étaient, en général, obligés de manger froid ou de perdre beaucoup de temps et d'argent en tramways ; pour remédier à cet état de choses, on a établi de grands réfectoires à leur usage dans l'usine même ; la cuisine est faite par les soins de l'administration ; les ouvriers paient leur repas très bon marché ; les tables sont en ciment armé, de sorte que les mauvais plaisants ne peuvent ni les casser, ni y graver des inscriptions.

Des rainures longitudinales en communication avec une canalisation d'eau règnent d'un bout à l'autre de la salle, et le repas terminé l'eau déborde dans la salle par ces rainures, inondant le plancher qui est ensuite balayé facilement et tous les détritns enlevés.

Les ouvriers firent d'abord un accueil assez froid à cette innovation de repas à l'usine ; ils y sont maintenant bien habitués et cette manière de faire tend à se généraliser en Belgique.

Des conversations avec quelques ingénieurs et industriels, il ressort que la question de l'enseignement technique préoccupe les esprits en Belgique : tant les techniciens au sortir de leurs études que les chefs d'industrie en quête du personnel technique, tous ressentent l'insuffisance de l'enseignement vis-à-vis des conditions et des exigences de l'industrie moderne ; c'est un véritable malaise dont souffre avant tout la Belgique, puis la France, mal voilé en Allemagne, en raison de la prodigieuse extension de l'industrie, mais qui existe néanmoins. La question est grave, la lutte industrielle n'est plus entre les fabricants, elle est entre leurs techniciens, et mieux ceux-ci seront préparés, plus les chances de vaincre des premiers seront grandes.

On sait que la France est un des pays où les écoles d'ingénieurs sont le moins spécialisées ; il en est de même en Belgique, la spécialisation y est même plus accentuée que chez nous ; de l'avis de Belges compétents c'est une bonne chose, car, disent-ils, spécialiser n'est avantageux que là où l'application des connaissances spéciales est assurée ; or la Belgique est un petit pays, et la complète spécialisation ferait courir à l'ingénieur le risque grave de ne pas s'employer ; surtout qu'il est assez bien porté chez certains industriels de s'assurer les services d'ingé-

niers étrangers, c'est ainsi que depuis un an, MM. Carels ont un ingénieur en chef américain, qui a d'ailleurs fait d'excellente besogne en faisant adopter les méthodes de travail plus nouvelles; mais sa présence n'en a pas moins suscité des réflexions amères.

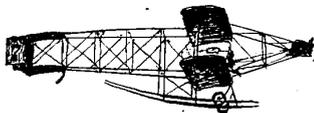
Si en Belgique certaines industries, comme les industries chimiques, ont dû nettement baisser pavillon devant la concurrence allemande, il en est d'autres qui sont en pleine prospérité; la perfection atteinte en Belgique par les constructeurs de machines à vapeur, perfection égale seulement par les constructeurs suisses est une preuve que dans cette branche au moins l'enseignement n'est pas en décadence; le personnel dirigeant et exécutant est entièrement belge et provient en majeure partie des « Ecoles Spéciales » de Gand. Ces écoles, annexées à l'Université, forment la majorité des Ingénieurs de l'Etat, pour les Chemins de fer et les Ponts et Chaussées; le corps enseignant comprend des noms universellement connus et, en particulier, M. Bouloni, qui est ancien élève de l'Ecole du Génie Maritime de France; il est l'auteur du *Traité de Mécanique* très connu, et a fait dans les laboratoires du Génie des expériences importantes sur des machines à vapeur et des moteurs à gaz; c'est lui qui a fait le premier, et sur une large échelle, l'application du diagramme entropique aux moteurs à explosion.

Le prochain Congrès

A l'issue de la dernière séance, la C.P.A.L. s'est réunie à l'effet de choisir le lieu du prochain Congrès; on a d'abord décidé que ces réunions seraient annuelles d'une façon définitive, mais que la France paraissant plus apte que toute autre nation à les organiser, elles auraient lieu en France tous les 2 ans, les autres Congrès à l'étranger.

Lyon ayant été suggérée pour 1914 en raison de l'Exposition qui doit s'y tenir, cette ville a paru réunir les voix de la majorité des membres de la commission; une décision définitive sera prise au mois de novembre.

Pierre ROUX-BERGER (1910),
Membre de l'Aéro-Club,
Ingénieur des Constructions Aéronautiques.





Echos du Conseil d'Administration.

Séance du 8 août 1913. — Six membres sont réunis sous la présidence de M. LA SELVE, président. Huit se sont excusés.

Le quorum n'étant pas atteint, les décisions suivantes devront être ratifiées en prochain Conseil.

Les membres présents :

1° Discutent une question de règlement intérieur concernant les sorties industrielles ;

2° Allouent un secours à la famille d'un de nos sociétaires devenu, depuis trois ans, aveugle et paralytique ;

3° Proposent d'admettre M. GUILLIET, directeur du Gaz d'Angoulême, ancien préparateur à l'Ecole, comme membre honoraire de l'Association ;

4° Acceptent la demande de M. WARTANOVICI de faire partie de l'Association comme membre titulaire ;

5° Rejetent la même demande de M. RIGOUNAUX, par application de l'article 8 de nos statuts.

6° Approuvent les démarches faites par le Secrétariat pour obtenir des réductions de prix chez des fournisseurs ou dans des établissements de spectacles sur présentation d'une carte d'identité qui sera prochainement distribuée à tous les membres de l'Association.

L'ordre du jour étant épuisé, la séance est ensuite levée.

Le Vice-Président :

L. BACKÈS

Le Président :

H. LA SELVE.

Adhésion d'un nouveau membre.

Nous avons le plaisir de compter un excellent membre titulaire de plus parmi nos sociétaires. Le Conseil a, en effet, admis d'inscrire M. WARTANOVICI, chef de l'Usine électrique du port de Constantza (Roumanie) parmi ses Collègues de la promotion de 1894. Nous sommes heureux de cette détermination et souhaitons au camarade WARTANOVICI une cordiale bienvenue.

Décès

Nous avons eu le regret d'apprendre le décès de Mme Foraison, décédée le 17 août 1913, à Vérin. Nous présentons à notre camarade E. FORAISON (1896), son fils, conducteur de travaux à la Compagnie P.-L.-M., à Annemasse (Haute-Savoie), et à M. HABOUZIT, son gendre (1896), sous-inspecteur de la voie à la même Compagnie, à Lyon-Perrache, nos très sincères condoléances.

Nous avons appris avec tristesse l'accident survenu au jeune aviateur CHOMIENNE Georges, frère de notre camarade Jules CHOMIENNE (1910), ingénieur administrateur des Etablissements Michallet-Chomienne, à Lorette (Loire), auquel nous présentons, ainsi qu'à sa mère, Mme P. Chomienne, nos respectueuses condoléances.

C'est au cours d'une promenade au-dessus de l'aérodrome de Bron, que l'aviateur CHOMIENNE a fait une chute mortelle dont les causes n'ont pu être bien établies.

Notre camarade REMILLIEUX Louis (1909), dessinateur-constructeur aux Etablissements Ad. Bleichert et Cie, à Leipzig-Gohlis (Allemagne), a eu la douleur de perdre son père. Nous lui présentons en cette triste circonstance nos bien sincères condoléances et l'assurance de notre cordiale sympathie.

Enfin, nous avons eu la tristesse d'accompagner à sa dernière demeure notre regretté camarade et ami Camille CHAMPENOIS (1865), ingénieur-constructeur, fabricant de pompes et de cuivrerie, à Lyon, ancien trésorier de l'Association. Nos lecteurs trouveront à la page 59 du présent Bulletin, la notice nécrologique le concernant. Que sa famille, et en particulier son fils Michel, notre camarade de 1895, veuille bien accepter les sincères condoléances de tous les membres de notre Association.

Naissances.

C'est avec plaisir que nous enregistrons la naissance de Antoine-Henri Plasson, fils de notre dévoué camarade J. PLASSON (1888), ingénieur-électricien, chef des études de la maison Gindre-Duchavany, à Lyon, et conseiller de l'Association, auquel nous présentons, ainsi qu'à Madame, nos sincères félicitations.

Notre éloigné camarade TÉOU Y TCHANG (1912) nous fait part également de la naissance de son fils Pierre André Téou-Koang-Hou, à Pékin, le 26 juin dernier. Nous sommes heureux que notre Bulletin puisse apporter aux heureux parents nos vœux bien cordiaux.

Nous sommes heureux de présenter à Mme et M. Charles TISSOT, notre camarade (1902), ingénieur-constructeur électricien, à Lyon, nos vives félicitations pour la naissance de leur fils Antoine.

Congrès de l'Association des Anciens Elèves de l'E. C. L.

Nous extrayons du numéro 5 (25 août 1913) du journal *Lyon-Exposition* le passage suivant :

« Au nombre des Congrès qui se tiendront à Lyon, à l'occasion de l'Exposition urbaine internationale de 1914, il nous est agréable de signaler particulièrement celui qu'organise l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise, dont le siège est à Lyon, 24, rue Confort.

« Si l'on considère le prestige qui s'attache au diplôme d'Ingénieur de l'Ecole Centrale Lyonnaise, ainsi que les brillantes situations occupées par la plupart des Anciens Elèves, on est amené à conclure que le concours apporté par cette Association est, pour l'Exposition urbaine, une nouvelle garantie de succès. »

D'autre part, M. le Commissaire général de l'Exposition vient de nous aviser qu'il a fixé à la date des 1^{er}, 2 et 3 juillet 1914 l'époque où les salles des fêtes et des congrès nous seront réservées à cet effet.

Nous insistons auprès de nos camarades pour se préparer à cette manifestation et adresser au Secrétariat toute communication ou initiative qu'ils jugeront bon de proposer au Conseil d'administration pour donner le plus grand relief à ces trois jours de solennité.

Atterrissage mouvementé

Notre camarade aviateur Pierre ROUX-BERGER (1910) s'est élevé en ballon sphérique, le 28 août dernier, du parc de Saint-Cloud (Seine). Le vent étant nul, l'aéronaute résolut d'atterrir à Rueil : il était déjà près de terre, lorsqu'il s'aperçut qu'il allait se jeter dans les fils électriques du tramway de Saint-Germain : il dut alors recourir à une adroite manœuvre pour conjurer le danger dans lequel il allait se trouver ; pour cela, il jeta un sac de lest qui le fit remonter rapidement : néanmoins, l'extrémité du guide-rope toucha les conducteurs et en tira de fortes étincelles. L'aérostat *Aéro-Club* fit un bond à 1.500 mètres de hauteur, mais, le vent étant toujours nul, l'aéronaute se vit obligé d'atterrir à Chatou : les habitants ayant saisi le guide-rope, l'atterrissage eut lieu sans autre incident, rue de la Liberté, après une manœuvre digne d'un vieux ballonnier.

Tous nos compliments à notre téméraire camarade pour être sorti indemne d'une situation aussi périlleuse.

Distinctions honorifiques

Aux dernières promotions dans l'ordre national de la Légion d'honneur, nous avons eu la vive satisfaction de lire, au titre du ministère de la guerre, le nom de M. *Ant. Boulade*, président de l'Aéro-Club du Rhône et du Sud-Est, à Lyon, et membre honoraire de notre Association. Nous applaudissons de tout cœur à cette flatteuse distinction qui consacre une vie de dévouement à l'aéronautique privée et militaire.

Notre camarade *E. Bourdaret* (1893), ingénieur-directeur des travaux de construction du chemin de fer de Tajuna (Espagne), nous annonce qu'il a reçu récemment les insignes d'officier du Nicham-Iftikar.

Nos sincères félicitations.

Nominations

Suivant décision du Ministre des Travaux publics, trois de nos camarades de 1905, ingénieurs à la Compagnie du Gaz de Lyon : *E. Alliod*, *A. Lachat* et *J. Michel*, ont reçu dernièrement le *diplôme d'aptitude au contrôle des distributions d'énergie électrique*, se classant des tous premiers au Concours général qui a eu lieu dans toute la France.

Nous sommes heureux de noter, pour notre Ecole, ces honorables résultats, car ils attestent la valeur de son enseignement. A nos distingués camarades ingénieurs-électriciens, nous présentons toutes nos félicitations.

23^e Championnat de Tir des Écoles Supérieures en 1913

L'École Centrale Lyonnaise est classée treizième sur quarante-six Écoles concourant pour le Championnat. L'équipe de l'École était de 10 tireurs.

Nous relevons sur la liste des 100 lauréats nos camarades dont les noms suivent avec indication des prix qui leur sont attribués.

18^e *Lombart* : 69 points, 10 balles. Prix : Une gravure (Le Cuirassier) offerte par le Ministre de l'Instruction publique ;

21^e *Feurtet* : 68 points, 10 balles. Prix : Une plaquette d'argent offerte par l'Union des Sociétés de tir ;

35^e *Darodes* : 64 points, 10 balles. Prix : Une médaille bronze argenté offerte par l'Union des Sociétés de Tir ;

60^e *Monnoyeur* : 58 points, 10 balles

78^e *Martin* : 54 points, 10 balles

80^e *Bolze* : 54 points, 10 balles

} Prix : A chacun un diplôme
offert par l'Union des
Sociétés de tir

A ces vaillants et jeunes Camarades, l'Association leur envoie ses bien amicales félicitations.

Médaille d'honneur de l'Association.

Le Conseil d'Administration de l'Association, dans sa séance du 14 juin dernier, a décidé d'offrir chaque année une médaille d'honneur à l'élève sortant de l'Ecole avec le diplôme N° 1.

Nous sommes heureux, cette année, de la remettre à notre jeune camarade Marcel ROUGE, major de la promotion de 1913.



Cette médaille, dont nous reproduisons la gravure, a également été offerte, exceptionnellement, au camarade Auguste SCHMIDT (1895), seul major présent à l'inauguration du groupe du Creusot, le 6 juillet dernier.

A ces lauréats, nous adressons à nouveau compliments et félicitations.

Au 106^e Territorial.

M. Morel, capitaine au 106^e territorial, président de la Société de tir, a donné lecture, dans une récente réunion à Bourgoin des Sociétés de la région, des diverses citations au *Bulletin Officiel* et des récompenses obtenues pendant ces dernières années.

M. Pimmartin, président honoraire a remis à MM. Ch. DIEDERICHS et Marius Sivord, la médaille de vétéran du tir, récompenses si bien méritées accordées par l'Union des Sociétés de Tir de France. Il a adressé à chacun quelques paroles très aimables et les a félicités chaleureusement.

Les membres de notre Association sont heureux d'apporter les leurs à leur ancien et fidèle camarade de 1877.

Changements d'Adresses et de Positions.

- Promotion de 1883.* — ROJAT Lucien, chef de section de l'exploitation du chemin de fer et du port, à Saint-Denis (Ile de la Réunion).
- Promotion de 1890.* — BOTTON Antonin, 32, cours Emile-Zola, Villeurbanne (Rhône).
- Promotion de 1893.* — BOURDARET Emile, ingénieur en chef, directeur des travaux de construction du chemin de fer de Tajuna, Madrid (Espagne).
- Promotion de 1894.* — BOUVIER Jean, ingénieur de l'entreprise de travaux publics Fougerolles Frères, en déplacement à Rio-Grande-do-Sul (Brésil).
- Promotion de 1895.* — DE MONTRAVEL Henri, directeur des anciens Etablissements A. Viard et Cie (fonderie et manufacture d'aluminium, cuivre, bronze, laitons...), 240, route de Genas, Bron (Rhône). Téléphone : 2-13, Villeurbanne.
- Promotion de 1896.* — TOUCHEBEUF Joseph, ingénieur de la Maison Maljournal et Bourron (constructions électriques), 139, avenue Thiers, Lyon. Domicile : 171, chemin de St-Just à Champvert, Lyon.
- Promotion de 1904.* — PORTEAUX Etienne, ingénieur au groupe gazier Th. Vautier, 13, rue Grôlée, Lyon. Domicile : 87, cours Gambetta, Lyon.
- Promotion de 1906.* — FERRAND Louis, contrôleur des travaux extérieurs à la Compagnie P.-L.-M. (service du matériel et de la traction), 59, rue de la Digue, Valenciennes (Nord).
- — — — —
RENAUD Félix, dessinateur aux Etablissements Schneider et Cie, Le Creusot (Saône-et-Loire). Domicile : 9, place Schneider, Le Creusot.
- Promotion de 1907.* — BLANC Joseph, conducteur de Travaux à la Compagnie de chemin de fer de Saône-et-Loire, à Lucenay-l'Evêque.
- Promotion de 1908.* — TRARIEUX Emile, ingénieur à la Compagnie d'éclairage au gaz de la Ville de Vizille (Isère).
- Promotion de 1910.* — CHOFFEL Michel, 36, rue Tramassac, Lyon.
- — — — —
GRILLIER Georges, ingénieur à la Société des Câbles électriques Berthoud-Borel et Cie, à Lyon, en déplacement à Caen (Calvados), 36, rue de Caumont.

Promotion de 1910. — HOYOS-MERINO Angel, chef de fabrication à la Société anonyme des Glaces et Produits chimiques de Saint-Gobain, Chauny et Cirey (glaceries néerlandaises). Domicile : Pension Steyaert-Albers, à Selzaete (Belgique).

— — — JEANNEROD Raymond, 16, rue aux Fèvres, Chalon-sur-Saône (Saône-et-Loire).

Promotion de 1911. — LEGORJU Léon, 2, rue des Trois-Enfants, Lyon.

Promotion de 1912. — MAGNIN Maurice, à Cessieu (Isère).

Promotion de 1913. — LAUSSAC Henri, 11, rue Monnaie-Vieille, Montélimar (Drôme).

SORTIE DE FIN D'ÉTUDES

de la Promotion de 1913

De toutes les promenades de fin d'année qui ont été faites par les promotions sortantes, celle de la jeune promotion de 1913 peut compter parmi les plus intéressantes et les plus gaies.

42 élèves sur 53 avaient pris part à ce voyage et les absents sont excusables, non seulement à cause d'affaires de famille qui les retenaient chez eux, mais aussi à cause de l'heure matinale du rendez-vous.

C'est, en effet, à deux heures du matin, que l'on vit entrer, un à un, dans la salle des Pas-Perdus de la gare de Perrache, nos camarades bien éveillés, ô bonheur, par de petites douches lyonnaises qui leur tombaient gratuitement du ciel. Le train était sous pression et nos compartiments réservés. Dès le départ du convoi les chants retentirent et les joyeux propos fusèrent d'un bout à l'autre des compartiments. Les lumières de Lyon disparurent peu à peu dans la transparence de la pluie et sous le soleil qui se levait par delà les nuages.

Nous avons pu apercevoir quelques heures après le lac du Bourget, très calme, dont nous distinguions à peine la rive opposée.

Quel dommage que le temps ne fût plus clair !

Nous voici à Aix-les-Bains. L'heure matinale tient encore les boutiques closes, et seuls, quelques baigneurs consciencieux vont aux Thermes enveloppés et serrés dans leurs peignoirs.

Avec beaucoup d'imagination, une image antique aurait pu passer devant nos yeux près les Thermes, d'architecture romaine, si l'Ecole nous avait rendu plus poétiques, mais surtout moins pratiques.

Nous approchons du Fayet. Nous pouvons enfin apercevoir de vraies montagnes où l'ermite du Mont-Cindre ferait pâle figure auprès des esprits des airs qui peuplent ces régions. A cette station, il nous est permis d'admirer le petit chemin de fer électrique de Chamonix, véritable merveille de science, où les voitures transformées en tracteurs, permettent de gravir des pentes de 9 0/0 sans autre adhérence au rail que celle due à leur propre poids.

La pluie s'arrête et le temps clair, quoique couvert, nous permet de regarder du fond de la vallée de l'Arve, jusque vers les cimes blanches que domine le Mont-Blanc.

Nous arrivons à Chamonix à midi. La promotion se dirige vers l'Hôtel Suisse où fût préparé un repas excellent et copieux auquel tout le monde fit honneur. Le soir, la troupe se dispersa.

Un groupe assez compact fit une promenade au glacier des Bossons, tandis que huit ou dix camarades intrépides, montèrent à pied à la mer de Glace et retournèrent par le « Chapeau » vers les Tinnes et Chamonix.

A signaler : un bain de pied involontaire, deux glissades sur la mer de Glace, un talon de chaussure laissé entre deux roches, et enfin l'agréable surprise d'être à 1.200 mètres d'altitude au-dessous du niveau de la mer.

A neuf heures, toute la caravane dormait, pressentant que l'heure du lever serait des plus pénibles.

Le lendemain, un grand voile noir s'étendait sur Chamonix ; mais, ce rideau de brume devait se lever, non par le bas, comme au théâtre, mais par le haut. En effet, voilà que tout à coup dans le ciel apparaît une grosse étoile rose et cette étoile grandit en se rapprochant de nous. A côté, même phénomène se produit et bientôt tout une série de pics, d'aiguilles, le grand dôme du Mont-Blanc, paraissent à nos yeux, et du train qui côtoie ces immenses falaises, nous découvrons dans le fond des vallées sombres, les glaciers blancs descendant des neiges éternelles.

Mais soudain un tunnel nous cache ce spectacle ; il nous fait traverser la frontière par dessous, et, comme un long sommeil entre deux rêves, sépare la France des glaciers de la Suisse aux forêts de sapins.

A notre grande déception, le tunnel fut prolongé par un brouillard épais qui contrastait étrangement avec la pureté de l'atmosphère française, et ce fut pour bien des nôtres, le premier regret du sol natal.

Cependant, le brouillard se dissipe à mesure que nous descendons, et voilà, que très bas dans la vallée noire apparaît un torrent qui nous semble, tant nous sommes élevés au-dessus de lui, une mince ligne blanche serpentant entre deux rochers.

Que les sapins nous paraissent petits, il semblerait que nous dominions de toute notre hauteur les collines de Saint-Péray et les arbres ne

sont pas plus grands que les tuteurs de vigne. Mais, bien loin, d'immenses montagnes semblables à un grand orage noir, se dressent à l'horizon. Elles ne sont pas couronnées de neige comme les montagnes françaises dont une, l'Aiguille verte, semble nous suivre du regard.

Voici Vernayaz, les gorges du Trient et le coup de pistolet classique entre les hautes parois sonores des rochers.

On s' imagine mal, contrairement à ce que dit le « laïuss-man » entendre un coup de canon, et cela nous fait seulement à nous l'effet d'un coup de pistolet mal chargé. En-dessous de la passerelle qui court d'une paroi à l'autre, se creuse, paraît-il, un abîme de 150 mètres. L'eau est bleue, en effet... et on n'aperçoit pas le fond !

Le train des chemins de fer fédéraux nous amène vers le lac Léman qui n'excite guère notre admiration, quoique de belles villas blanches bordent ses rives.

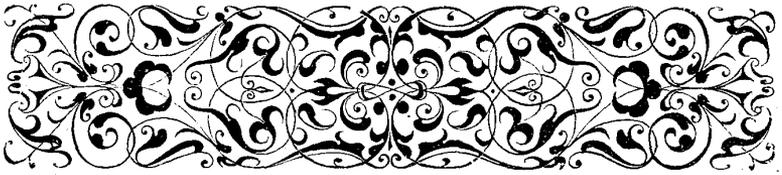
Nous débarquons à Lausanne. C'est l'heure du repas de midi. C'est aussi l'*Ite missa est* avant le dernier évangile. Le *zident* et le *major* consultent leur cerveau, rempli seulement, hélas ! de l'air pur des montagnes. Heureusement d'*Eserienne* se lève et nous fait un laïuss de circonstance, véritable petit chef-d'œuvre d'art, qui, sincèrement, mériterait de figurer à bonne place dans ce Bulletin. Toute la promotion le remercie et lui fait des éloges.

Plusieurs d'entre nous voulaient à la fois prendre la parole pour imiter notre ami d'*Eserienne*, et tous ensemble firent plus de bruit que *Monsieur Descombes* à lui seul.

A 3 heures, le bateau « Italie » nous ramena vers Genève, entre deux rives qui nous parurent monotones, car un léger brouillard nous cachait l'arrière-plan des montagnes. Quelques camarades nous quittèrent à notre grand regret pour poursuivre un itinéraire particulier et la séparation, quoique touchante, fut adoucie par la certitude de se revoir sous peu à l'Association.

A. G.





CHRONIQUE DES GROUPES

GRUPE DE PARIS

Siège : Hôtel Terminus Saint-Lazare (Salon Rouge)

Réunion : Le 2^e mercredi de chaque mois, à 20 h. 1/2

RÉUNION DU MERCREDI 13 AOUT 1913

On sait que chaque année la période des vacances diminue le nombre des assistants à nos réunions mensuelles. Malgré cette amoindrissement numérique, la dernière réunion du 13 août n'a pas manqué d'attrait, étant donné les nombreux sujets intéressants notre Association et notre Ecole.

Avaient répondu à la convocation du Président *J. Blanchet* :

MM. *William* (1860), *Falcouz* (1876), *Gulliet*, *Perraud* (1890), *J. Blanchet*, *Rivaux* (1891), *A. Courrier* (1892), *Murit* (1895), *Bonvallet*, *Ducroiset*, *Trincano* (1901), *Colliex*, *J. Monnet* (1902), *Frantz*, *Jouber* (1904), *Rousselle* (1907), *Gilbaud* (1910), *Desbordes*, *Tavaux* (1911).

S'étaient excusés :

MM. *Lagarde* (1879), *Duperron* (1882), *Hubert* (1889), *Coquard* (1904), *C. et G. Maillard* (1905), *Vêtu* (1911), *Lamy* (1907), *Coulon* (1913), ainsi que tous les Camarades militaires du Mont-Valérien, retenus par le service.

Avant la reprise de la saison d'hiver, il est d'usage d'établir le programme des manifestations qui doivent la remplir. Nous sommes heureux de constater que, grâce à l'excellente bonne volonté de nos Camarades Parisiens, le Groupe de Paris a une perspective de meilleure augure.

Le placement des jeunes Camarades de la promotion nouvelle a donné lieu à un échange de vues d'où il ressort en substance, qu'il est du plus grand intérêt pour nos jeunes sociétaires d'accepter pour leurs

débuts des places d'apparence modeste qui leur permettront d'acquérir avec toute la facilité désirable, la pratique et la technique appliquée d'une industrie.

On ne saurait assez recommander à nos Camarades de se mettre en garde contre la prévention souvent irréflectie qu'ils peuvent avoir sur certains emplois modestes qui leur sont offerts.

Si ces emplois sont peu engageants à leur premier aspect, il y a toujours lieu de voir s'il n'y a pas possibilité, par un stage d'une durée variable, de retirer tout le profit permettant de parfaire par une pratique, que seule procure l'exercice d'une profession parfois manuelle, les connaissances générales acquises à l'Ecole.

Par l'occupation successive de places réservant ces avantages immédiats, le jeune technicien sentira sa valeur s'affermir et verra augmenter auprès de ses employeurs l'autorité de ses connaissances.

C'est alors qu'il saura se faire apprécier et qu'il pourra prétendre à la fonction vraiment effective d'Ingénieur ou de Chef de service ou d'usine.

S'ils demandent à nos Anciens, dont la situation est parfois considérables, nos jeunes Camarades seront surpris de la modestie des emplois qu'ils ont occupés à leurs débuts. Ils comprendront par ces exemples frappants, l'utilité, pour un jeune homme frais émoulu d'une Ecole technique supérieure, et l'intérêt incontestable qu'il y a pour lui de ne pas dédaigner ces fonctions dont le titre ne satisfait pas les juvéniles ambitions.

Ce diplôme d'Ingénieur, qu'ils ont mérité si laborieusement, leur permettra l'accès aux emplois supérieurs de la carrière qu'ils auront choisie.

S'ils acceptent de bonne grâce ces modestes places, ils auront le très grand avantage de ne pas être simples employés sans horizon d'avancement. Les connaissances théoriques données par l'enseignement de l'Ecole leur permettra de s'élever, grâce à la tournure d'esprit scientifique qu'ils possèdent, au-dessus de leurs collègues temporaires des places de leurs débuts.

La morgue en toute chose est mauvaise conseillère. Elle empêche ici d'entrer en contact direct avec des personnes dont la longue expérience sert d'utile enseignement, et par conséquent fait perdre le fruit de conseils souvent précieux.

Il faut se mettre en garde contre ces situations de début, d'aspect brillant et qui n'offrent qu'un placement éphémère avec tout le désavantage d'un remplacement difficile dans la même industrie, aux conditions occupées précédemment. Il y a à craindre de cette façon une longue attente par suite d'une insuffisante capacité, conséquence du peu de pratique acquise dans une place parfois purement honorifique. Le résultat est qu'il faut se résigner à prendre par ses débuts une autre voie,

afin de poursuivre efficacement jusqu'au moment où, par un savoir solidement établi, une situation vraiment supérieure soit offerte ou accordée.

Que nos jeunes Camarades soient bien convaincus que si l'Ecole et l'Association sont arrivées à l'état florissant qu'elles possèdent présentement, c'est grâce au long et opiniâtre labeur de leurs aînés qui depuis plus d'un demi-siècle ont lutté contre toutes les embûches et la concurrence d'adversaires gênés par leur présence. Mais, comme toutes les œuvres sérieusement établies, l'Ecole a vu ses sujets triompher de bien des préventions extérieures intéressées, et vu ainsi sa légitime ambition couronnée du plus pur succès par l'obtention d'un prestige qui va s'affirmant et s'augmentant d'année en année.

Tous nos jeunes associés doivent avoir présent à l'esprit tout ce long passé de travail et d'efforts, et c'est pour cela que leurs anciens, heureux d'avoir pu ainsi leur procurer les facilités qu'ils possèdent actuellement pour leur placement, leur recommandent paternellement et fraternellement de continuer les chemins qu'ils leur ont tracés, par l'observation des affectueux conseils qu'ils s'empressent toujours de leur donner avec l'assurance de leur plus entier dévouement.

Le Groupe de Paris rappelle aux jeunes camarades dont le départ au régiment aura lieu cette année, qu'il est de leur intérêt d'accomplir leur service militaire dans les armes spéciales et les services techniques de l'armée, et qu'à cet effet, le Groupe militaire E. C. L. du Mont-Valérien (8^e régiment de Génie, sapeurs télégraphistes) est prêt à leur fournir tous renseignements désirables en vue de leur incorporation dans cette arme éminemment intéressante et instructive.

A cet effet, les Camarades : *Hippolyte Vêtu* (1911), sergent à la Compagnie 24/2, et *Joseph Chalbos* (1910), sapeur à la Compagnie Radiotélégraphiste du 8^e génie au Mont-Valérien, par Suresnes (Seine), sont à l'entière disposition des conscrits E. C. L. désireux d'être renseignés sur ce régiment.

Le Secrétariat de l'Association, à Lyon, fournira également tous renseignements utiles à ce sujet.

Nous souhaitons que les E. C. L. se trouvent nombreux au Mont-Valérien, car il existe là un groupe de Camarades, animés de la plus franche solidarité pour faciliter les débuts toujours difficiles du jeune soldat. En si bonne compagnie nos Jeunes Sapeurs E. C. L. se réjouiront d'être venus dans ce régiment si recherché des techniciens de chaque classe partante.

A 23 heures, la séance fut levée avec la promesse formelle de se retrouver nombreux le mercredi 10 septembre 1913, jour de la prochaine réunion mensuelle.

NÉCROLOGIE

Camille CHAMPENOIS (1846-1913)

L'Association des anciens Elèves de l'Ecole Centrale lyonnaise vient de faire une perte très sensible en la personne de l'un de ses anciens parmi les plus estimés : M. *Camille Champenois* décédé le 21 août dernier.

C. Champenois qui avait été un des brillants élèves de la promotion de 1865 de notre Ecole, alors à ses débuts, fut un industriel avisé, consciencieux, avec des qualités rares d'observateur et une âme d'artiste.

L'homme fut comme l'industriel, supérieur. D'une éducation, raffinée, d'un caractère bienveillant, aimable et conciliant, *Camille Champenois* était profondément sympathique, et son aménité rare lui disposait tous les esprits. Grande aussi était sa modestie, et c'était un charme de plus pour ceux qui le connaissaient bien, qui savaient justement l'apprécier, de le voir allier autant de désintéressement à autant de valeur morale, et de vaste savoir scientifique et artistique.

Les camarades de sa promotion se rappellent son charmant caractère et avaient avec lui des relations franches et sympathiques.

Membre de l'Association Métallurgique du Rhône, il en fut pendant plus de 25 ans le dévoué et très apprécié secrétaire général. La sympathie et la confiance de ses collègues l'avaient par la suite, avec l'âge, élevé à la vice-présidence, et il était, à son décès, le premier vice-président de cette importante organisation syndicale.

Membre du Conseil de prud'hommes de Lyon, durant 15 années consécutives, pour la catégorie de la Métallurgie, il remplissait d'une manière remarquable ce délicat mandat qui exige à la fois beaucoup de tact et de courtoise fermeté.

Soit à la Société des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale lyonnaise, dont il fut le trésorier de 1874 à 1884, soit à l'Association Métallurgique du Rhône, soit au Conseil de prud'hommes de

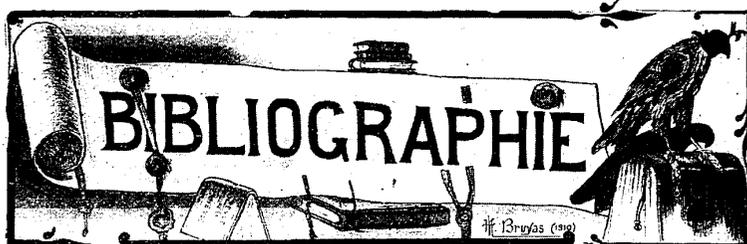
Lyon, il laisse le souvenir d'un homme de bien, d'un savoir incontesté, et possédant les qualités supérieures du cœur et de l'esprit.

Puissent les manifestations de sympathie dont il a été l'objet lors de ses funérailles et le souvenir ému qu'il laisse dans le cœur de tous ceux qui l'ont connu, être un adoucissement à la douleur extrême des siens.



CAMILLE CHAMPENOIS

Nous présentons à sa veuve, à son fils, notre camarade de la promotion de 1895, à sa fille et à son gendre, tous si douloureusement éprouvés, l'expression de nos sincères sentiments de condoléances.



Les ouvrages scientifiques dont l'Association recevra deux exemplaires seront analysés dans le numéro suivant leur réception.

Les sommaires des publications scientifiques reçues dans les mêmes conditions seront également publiés.

DON DE MM. H. DUNOD ET E. PINAT.

La Technique Moderne. -- N° du 1^{er} Juillet 1913. — Le transport d'énergie à 60.000 volts de Grenoble à Saint-Chamond. — Influence de l'électricité sur le béton armé. — Les machines à filer, caractéristiques des renvideurs actuels pour la filature du coton et de la laine. — Chronique.

N° du 15 Juillet 1913. — Les appareils de transmission pour la propulsion des navires et pour diverses applications à bord. — La transmission de la chaleur entre un fluide en mouvement et une surface métallique. — Arrosage des bandages et graissage des boudins des roues des locomotives. — Chronique.

DON DE M. E.-F. COTE.

La Houille Blanche. — N° de Juillet 1913. — Considérations pratiques sur l'exploitation des brevets d'invention. — La contrefaçon. — Un problème social dans les montagnes méridionales françaises. — A propos de l'aménagement des chutes. — Le nitrure d'aluminium. — IV^e congrès national de navigation intérieure. — Station d'essais de turbines de la maison Voith. — Le rôle de la canalisation dans les transports électriques à grande distance. — La production artificielle du diamant.

DON DE M. GEORGES LÉVY.

La Machine Moderne. — N° d'Août 1913. — Les outils portatifs mus par l'air comprimé. — Recettes, procédés et appareils divers. — Le prochain Salon de l'automobile. — Traité abrégé de tournage.

DON DE M. GRÉGOIRE.

Revue des Industries métallurgiques et électrométallurgiques. — N° de Juillet 1913. — Considérations pratiques sur l'exploitation des brevets d'invention. — L'installation de transport de charbons de l'usine de l'électricité de Francfort-sur-le-Mein. — La fabrication du carbure de calcium sans fours électriques. — Nouvelles et informations.

DON DE M. GATTEFOSSÉ.

La Parfumerie Moderne. — N° de Juillet 1913. — La question de la race. — Le Pavé de l'Ours. — Les sels révéulsifs. — Les essences en thérapeutique. — Huiles hydrogénées. — Informations.

PAR ÉCHANGE.

Annales de la Société d'Agriculture de Lyon. — 1912. — Les explosifs modernes. — L'agriculture à Madagascar. — La force motrice à bas prix par les gazogènes à récupération d'ammoniaque. — Nos voies navigables et nos forces hydrauliques : le Rhône à Paris. — La graphologie. — Supplément à l'histoire des sciences naturelles et agricoles en Forez.

La Revue Industrielle. — N° du 5 Juillet 1913. — Les perfectionnements des mâts grues employés dans les constructions navales. — Appareils de mesure des vibrations des corps solides en mouvement. — Traction électrique par accumulateurs. — Les moteurs à combustion et leur emploi dans la navigation. — Chronique.

N° du 12 Juillet. — La Société MAV et le moteur Diesel. — Prédétermination des caractéristiques des dynamos à courant continu. — Essais d'isolateurs en verre pour tensions élevées. — Presse à gabarier de 10.000 tonnes. — Eclairage des automobiles. — Chronique.

N° du 19 Juillet. — Installations électriques de l'Afrique du Sud. — Chemin de fer du Lœtschberg. — Installations de postes simplifiés de réception de télégraphie sans fil. — La construction mécanique allemande en 1912. — L'industrie du superphosphate en France. — Nouvelle méthode de mesure de la vitesse des fluides. — Chronique.

N° du 26 Juillet. — Machine marine à pétrole Djinn. — La propulsion des torpilles automobiles. — L'électrification des chemins de fer aux Etats-Unis. — Les forces hydrauliques des Alpes françaises. — Informations diverses.

PAR SOUSCRIPTION.

La Ligue Maritime. — N° de Juillet 1913. — Manœuvres de l'Armée navale en 1913. — Pourquoi la France a besoin d'une marine marchande. — L'éclairage dans la guerre navale. — L'éclairage pendant la guerre d'Egypte.

AUTRES PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES A L'ASSOCIATION

Le Mois scientifique et industriel. — Mensuel.

Lyon-Étudiant. — Mensuel.

Lyon-Colonial. — Paraît tous les 2 mois.

La Montagne. — Revue mensuelle du Club Alpin français. (Don du camarade J. BUFFAUD, 1888).

La Revue Alpine. Revue de la Section Lyonnaise du Club Alpin. (Don du camarade J. BUFFAUD, 1888).

Le Journal du Bâtiment et des Travaux publics. — Bi-hebdomadaire. (Don du camarade JAUBERT, 1899).

La Energia Electrica. (Don de M. NICOD, membre honoraire).

La France hippique. (Don du camarade J. BUFFAUD, 1888).

La Revue des Transports.

L'Ingénieur moniteur du Breveté.

Revue Lyonnaise des inventions. — Mensuel.

Lyon-Exposition. — Mensuel.

Bulletin des ateliers de constructions électriques du Nord et de l'Est.

INVENTIONS NOUVELLES

- 453.151 Pizinger. — *Système de double fenêtre à coulisse.*
453.155 Scellier. — *Perfectionnements aux réservoirs de chasse.*
453.308 Scharff. — *Dispositif servant à fixer les fenêtres dans une position quelconque.*
453.327 Rütli. — *Dispositif de fermeture pour fenêtres et portes à double vitre.*
453.140 Sullivan machinery Co. — *Perfectionnements aux perforatrices.*
453.063 Bar. — *Système de laminage.*
453.086 Bucher. — *Procédé de production de certains métaux.*
453.156 Delattre. — *Monte-charges à plan incliné pour le chargement des hauts-fourneaux.*
453.205 Goldschmidt. — *Procédé d'augmentation en chrome dans la fabrication du ferro-chrome exempt de carbone par voie aluminothermique en partant du sidéchrome.*
453.235 Vickers. — *Procédé de durcissement des surfaces des plaques d'acier et d'autres objets en acier.*
453.245 Méguin. — *Dispositif pour vider mécaniquement les fours de métallurgie et plus spécialement les moules à zinc.*
453.268 Picard. — *Procédé de fabrication des métaux précieux ; or, argent, platine.*
453.066 Bréhier. — *Perfectionnements aux appareils pour la fabrication de cercles métalliques.*
453.078 Hanna. — *Moule à couler des crapaudines ou paliers d'arbres, etc.*
453.082 Ledoux. — *Chalumeau à poignée creuse et à tuyau flexible.*
453.131 Clarkson. — *Perfectionnements dans la fabrication des roues métalliques pour véhicules routiers.*
453.141 Eyraud. — *Perfectionnements apportés aux boîtes et récipients métalliques de toutes formes, en vue de faciliter leur ouverture.*
453.173 Schwieger. — *Presse hydraulique pour la fabrication de tubes et de tiges.*
453.226 Maison Murat. — *Porte-mousqueton double pour la bijouterie et autres applications.*
453.647 Firme Adolphe Saurer. — *Dispositif de verrouillage pour mécanisme de changement de vitesse à engrenages.*
453.668 Jacquin. — *Changement de vitesse et de marche progressifs à friction.*
453.669 Jones. — *Perfectionnements aux coussinets.*
453.676 Lardinois. — *Machine à travailler les corps durs.*
453.703 Cambier. — *Procédé de fabrication rapide de noyaux de robinets en métal ou autres pièces en série à la machine ou à la main, soit avec boîtes à noyaux, soit dans le moulage en coquilles.*
453.893 Friedrichs. — *Soupape d'arrêt automatique pour conduites de vapeur ou autre.*
453.993 Hautier. — *Appareil gyroscopique de transmission de puissance applicable plus particulièrement à la traction sur rails.*

Communiqué par l'Office de brevets d'invention de :

M. H. Boettcher fils, ingénieur-conseil, 39, boulevard Saint-Martin, Paris.
Télep. Archives, 17-66.

PLACEMENT

OFFRES DE SITUATIONS

N° 1609. — 7 août. — Secteur électrique situé dans la plus riche contrée du centre de la France, existant depuis 22 ans et dont la concession vient d'être renouvelée pour 32 ans. Recettes annuelles 28.000, frais 10.000. Prix pour la part de moitié 35.000. Affaire comportant un grand développement, sept communes voisines étant encore à installer.

N° 1610. — 7 août. — A céder dans une grande ville de l'Orléannais, maison d'électricité et de mécanique, très riche clientèle de châteaux, municipalités, grandes industries, etc... Références de 1^{er} ordre. Bénéfice annuel : 15.000 fr. Prix : 15.000 fr. plus environ 20.000 fr. de marchandises. Paiement sur le tout, le 1/2 seulement au comptant.

N° 1611. — 7 août. — Une compagnie d'une grande colonie française étant à la recherche de personnel offre à des élèves sortant de l'E.C.L. des postes de dessinateurs au service de la voie et d'attachés au service du mouvement.

La situation de début serait de 2.400 fr. par an; si satisfaction, elle serait régularisée au bout d'une année au plus par l'entrée dans les cadres de la compagnie qui prévoit des retraites et une hiérarchie complète fixée par un statut. La Compagnie pourrait de même offrir des situations intéressantes à d'anciens élèves ayant déjà quelque acquit.

N° 1614. — 12 août. — Camarade demande jeune camarade pour la période de l'Exposition de Lyon de 1914. Convierait à un jeune ayant un an avant son service militaire.

N° 1619. — 29 août. — A céder pour raison de santé, une industrie en pleine activité pour la fabrication de moulures et tous travaux d'ornement en cuivre. S'adresser pour tous renseignements au Camarade H. Maire (1870), 57, rue de Charonne, Paris.

N° 1621. — 2 Septembre. — Emplois d'ingénieurs à l'étranger. La légation de Grèce communique la note suivante : « Le service des travaux publics du royaume de Grèce compte procéder à l'engagement, pour une période de trois à cinq ans, d'un certain nombre d'ingénieurs, ayant des connaissances spéciales et l'expérience nécessaire pour l'étude et l'exécution de travaux dans toutes les branches des services des travaux publics. Les postulants devront joindre à leurs demandes les pièces indiquant leur

nationalité, leur âge, le diplôme dont ils sont possesseurs, leurs états de services, les noms des administrations publiques ou privées auprès desquelles ils ont servi et le montant des derniers appointements. Les réponses des postulants devront être adressées au secrétaire de la légation de Grèce, chargé des affaires consulaires à Paris, rue Auguste-Vacquerie, 17 ».

N° 1622. — 2 Septembre. — On demande pour Paris, un ingénieur pour être chef de service réparations (ajustage, forge, fonderie, chaudronnerie, atelier bois).

N° 1623. — 2 Septembre. — Des employés sont demandés pour la construction des voies ferrées départementales. Importance des travaux : 7.000.000. Durée : trois années environ.

Les candidats devront savoir dessiner, se servir des instruments et faire les métrés des terrassements et ouvrages d'art, être à même de surveiller les travaux.

N° 1624. — 2 Septembre. — Tâcheron en ciment armé ayant de gros travaux cherche commanditaire ou s'associerait avec ingénieur ayant capitaux pour extension d'affaire.

N° 1625. — 2 Septembre. — On demande conducteur de travaux connaissant tracé, piquetage, implantations, terrassements, maçonneries. Références, exigences.

N° 1626. — 2 Septembre. — On demande pour grande ville, 100 kms de Paris, employé intéressé pouvant prendre suite d'affaires dans quelques années, connaissant à fond entreprise de maçonnerie, direction chantiers, métrés et attachements. Excellentes références exigées.

N° 1627. — 2 Septembre. — On demande employé sérieux, 30 à 35 ans, connaissant bien les travaux de terrassement et de maçonnerie, références exigées.

N° 1628. — 2 Septembre. — Un conducteur de travaux est demandé dans une maison de charpentes à Lyon.

N° 1630. — 2 Septembre. — Un entrepreneur de la Côte-d'Or demande un conducteur de travaux.

N° 1631. — 2 Septembre. — On demande un ingénieur dans une usine de ciment de l'Isère, position stable.

N° 1632. — 2 Septembre. — Un conducteur de travaux est demandé par un entrepreneur du Doubs.

N° 1634. — 5 Septembre. — Une place de dessinateur est disponible dans une grande maison de construction mécanique à Lyon. Appointements 150 fr.

N° 1635. — 5 Septembre. — On demande camarade ayant fait sa quatrième année et ayant pratique de l'électricité, pour distribution d'énergie dans le centre de la France. Il doit être parfaitement au courant de la construction et de l'exploitation des réseaux haute tension. Il aurait à s'occuper de la recherche et obtention des concessions d'éclairage des communes et de la passation des contrats de vente d'énergie aux particuliers. Traitement 350 à 400 fr., plus déplacement.

DEMANDES DE SITUATIONS

N° 391. — 37 ans. Désirerait créer industrie d'avenir dans importante ville du Sud-Est. Fournirait capitaux importants, mais désire une industrie de tout repos.

N° 447. — A été directeur d'une Compagnie de compteurs et d'une usine à gaz. Demande direction administrative ou commerciale.

N° 458 — 30 ans. Six ans de pratique dans électricité et une année dans mécanique. Demande dans électricité comme chef d'entretien d'usine.

N° 459 — Ingénieur prendrait suite industrie ou entreprise prospère et importante ou bonne représentation.

N° 473. — 28 ans. — A été ingénieur électricien. Au courant de construction des métiers de teinture et apprêts. Demande place de chef d'entretien d'usines.

N° 476. — 25 ans. — Camarade connaissant allemand, polonais et langues slaves actuellement radiotélégraphiste à l'armée bulgare, désire place électricien à l'étranger ou colonies.

N° 478. — Grande expérience. Connaît Anglais et Allemand. Très au courant mécanique et électricité, chemins de fer intérêt local et tramways. Cherche direction station centrale, gaz et électricité ou place ingénieur directeur de travaux ou entretien. France, Colonies ou Etranger.

N° 479. — 33 ans. A été dessinateur un an à la Ceinture. Trois ans et demi au chemin de fer Chamonix à la mer de glace. Deux ans à la construction du funiculaire Neufchatel-Chaumont. Deux ans et demi chemin de fer du Løtsberg. Demande un poste de chef de section dans l'entreprise, de préférence région lyonnaise.

N° 484. — 28 ans. Actuellement chef de service technique dans maison de construction. Demande place d'ingénieur d'entretien dans manufactures ou Chef de service dans usines de construction.

N° 485. — 32 ans. A été 18 mois dans les mines, est actuellement dans grands établissements de métallurgie dans l'Est. Demande place dans mine ou métallurgie dans région lyonnaise.

N° 487. — 29 ans. A été 4 mois dans construction mécanique, 2 ans dans le béton armé : actuellement a place temporaire dans les explosifs. Demande poste d'entretien d'usine ou dans bureau de géomètre, ingénieur, architecte. Région lyonnaise ou Midi.

N° 489. — 28 ans. Huit mois pratique d'atelier. Quatre ans dans deux importantes maisons de mécanique générale. Disposant de capitaux, désire situation sérieuse et importante à Lyon de préférence.

N° 492. — Elève de 2^e année demande place de dessinateur pendant les vacances jusqu'à fin octobre.

N° 495. — 20 ans. Demande emploi à Lyon ou région. Un an avant départ au régiment.

N° 498. — 19 ans. Demande travaux publics. Un an avant départ au régiment.

N° 499. — 18 ans. Demande travaux publics. Deux ans avant départ au régiment.

N° 500. — 32 ans. A été dessinateur dans importants ateliers de construction et chef de bureau d'études. Demande position sérieuse.

N° 501. — 20 ans. Un an avant départ au régiment. Demande métallurgie ou mécanique.

N° 502. — 20 ans. Un an avant départ au régiment. Demande construction mécanique.

N° 504. — 26 ans. Demande métallurgie ou travaux publics.

N° 505. — 27 ans. Demande installation hydro-électrique et transport d'énergie.

N° 511. — 35 ans. 8 ans à l'étranger comme ingénieur de construction de chemins de fer (études, tracé, pose de voie, entretien) ayant notions commerciales, etc. A été en Chine, ligne du Yunnan, à la Régie Générale des chemins de fer en Syrie. Cherche situation sérieuse et d'avenir, pourrait au besoin s'y intéresser.

N° 512. — 29 ans. Ingénieur ayant nombreuses relations dans les milieux industriels et commerçants lyonnais prendrait représentations industrielles.

N° 513. — 25 ans. Libéré en septembre. Demande place de préférence dans gaz et électricité en France, colonies ou étranger.

N° 515. — Ingénieur a été chez constructeur électricien, puis 15 ans directeur dans usine de vernis gras à St-Petersbourg. Demande situation dans commerce ou industrie à Lyon.

N° 516. — 26 ans. Est dans une exploitation électrique, cherche situation dans industrie à Lyon avec apport au besoin.

N° 518. — 24 ans. Diplômé E. C. L. et institut électro de Grenoble. Demande situation dans électricité ou mécanique France ou étranger.

N° 520. — 28 ans. — Connait à fond toutes les questions du tungstène. Demande situation dans cette industrie. Lyon ou province.

N° 521. — 18 ans. Demande place dans travaux publics ou automobiles. Deux ans avant départ au régiment.

N° 522. — 18 ans 1/2. Demande place à Lyon. Deux ans avant départ au régiment.

N° 523. — 19 ans. Demande place à Lyon. Un an avant départ au régiment.

N° 524. — 24 ans. A été 3 mois dans constructions de métiers de lules et 7 mois dans laboratoire d'électricité. Cherche position dans moteurs à gaz ou automobiles. Libérable fin 1913.

N° 525. — 23 ans 1/2. A été dessinateur dans une fabrique de draps. Cherche situation dans constructions métalliques ou ciment armé à Lyon, Grenoble ou région. Libérable fin 1913.

N° 526. — 23 ans. A été dans laboratoire électrique. Compagnie des Compteurs, Société Française des câbles électriques. Demande constructions électriques ou exploitation. Libérable fin 1913.

N° 527. — 24 ans. Préparateur de chimie à l'E. C. L. Demande emploi quelconque, préférence électricité. Libéré.

N° 528. — 26 ans. A été dans maison d'électricité. Actuellement directeur d'une usine de fibre dans l'Aube. A fait son service militaire au Maroc. Demande place de préférence au Maroc.

N° 530. — 31 ans. Sept ans de pratique dans mines métalliques; chimiste puis chef des services extérieurs. Actuellement chimiste métallurgique dans mines et fonderies de cuivre en Algérie. Cherche situation dans mines, métallurgie ou gaz.

N° 531. — 32 ans. A toujours été dans la chaudronnerie. Cherche situation dans chaudronnerie, entretien, surveillance, montage.

N° 532. — 25 ans. A été dans construction navale du Petit Creusot et dans ateliers de constructions mécaniques et fonderies. Demande mécanique générale et par la suite partie commerciale.

N° 533. — 31 ans. A toujours été dans les travaux publics. Demande situation dans le bâtiment, ciment armé, chemins de fer France, Algérie, Maroc.

N° 534. — 25 ans. A été dans maison d'automobiles pour les soudures électriques. Demande n'importe quelle place dans mécanique ou travaux publics

N° 535. — 49 ans. A été ingénieur de tramways électriques, directeur de station centrale, directeur de compagnies de tramways électriques. Demande place dans commerce, industrie ou travaux publics.

Pour tous renseignements ou toutes communications concernant le service des offres et demandes de situations, écrire ou s'adresser à :

**M. le Secrétaire de l'Association
des Anciens Elèves de l'École Centrale Lyonnaise,
24, rue Confort, Lyon. Téléphone : 48-05**

*ou se présenter à cette adresse tous les jours non fériés de 14 h. à 18 h
et le samedi de 20 h. 1/2 à 22 h.*

<p>MARQUE DEPOSEE</p> <hr/> <p>USTENSILES de MÉNAGE</p> <p>Marque « l'Unité »</p> <p>en aluminium pur fondu</p>	<p>Anciens Etablissements A. VIARD & C^{ie}</p> <p>SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DÉ, 550.000 FRANCS</p> <p>240, Route de Genas, BRON (Rhône). Tel. 213, Villeurbanne</p> <p>FONDERIE ET MANUFACTURE D'ALUMINIUM, CUIVRE, BRONZES, LAITONS, ETC.</p> <p>Pièces moulées de toutes formes sur modèles ou sur dessins</p> <p>ALLIAGES SPÉCIAUX</p> <p>pour les Industries, Automobiles, Aviation. Produits chimiques. etc.</p> <p>APPAREILS DE PRODUITS ALIMENTAIRES. etc.</p>
---	--

A LOUER

Fonderies de Fonte, Cuivre, Bronze et Aluminium
CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

Anciennes Maisons DUBOIS, LABOURIER et JACQUET

M. FABRE, Succes., Ingénieur E.C.L. Constructeur

4, Rue Ste-Madeleine, CLERMONT-FERRAND (P.-de-D.)
TÉLÉPHONE : 1-34

Spécialité d'**outillage pour caoutchoutiers**. Presses à vulcaniser. Mériers à gommer. Mélangers. Enrouleuses. Moules de tous profils. Pressoirs. Spécialité de **portes de four** pour boulangers et pâtisseries. **Engrenages. Roues à Chevrons. Fontes moulées en tous genres. Fontes mécaniques** suivant plan, trousseau et modèle. **Pièces mécaniques** brutes ou usinées pour toutes les industries, de toutes formes et dimensions.

INSTALLATIONS COMPLÈTES D'USINES — ÉTUDE, DEVIS SUR DEMANDE

PLOMBERIE, ZINGUERIE, TOLERIE

J. BOREL

8, rue Gambetta, St-FONS (Rhône)

Spécialité d'appareils en tôle galvanisée pour toutes industries
Plomberie Eau et Gaz
Travaux de Zinguerie pour Bâtimens
Emballages zinc et fer blanc p^r transports
Appareils de chauffage tous systèmes

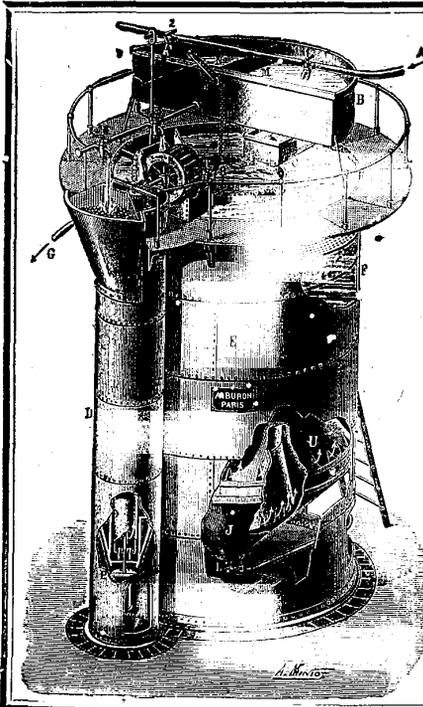
Fonderie de Fonte malléable
et Acier moulé au convertisseur

FONDERIE DE FER, CUIVRE & BRONZE

Pièces en Acier moulé au convertisseur
DE TOUTES FORMES ET DIMENSIONS

Bâti de **Dynamos**

MONIOTTE JEUNE
à RONCHAMP (Hte-Saône)



A. BURON

Constructeur breveté

8, rue de l'Hôpital-Saint-Louis

PARIS (X^e)

APPAREILS

automatiques pour l'épuration et la clarification préalable des eaux destinées à l'alimentation des chaudières, aux blanchisseries, teintureres, tanneries, etc., etc.

ÉPURATEURS-
RÉCHAUFFEURS

utilisant la vapeur d'échappement pour épurer et réchauffer à 100° l'eau d'alimentation des chaudières. Installation facile. Economie de combustible garantie de 20 à 30 %.

FILTRES de tous systèmes et de tous débits et FONTAINES de ménage.

Téléphone : 534-69

LES ÉTABLISSEMENTS

MALJOURNAL & BOURRON

construisent

TOUT L'APPAREILLAGE HAUTE & BASSE TENSIONS

128, 133, 135, 139
Avenue Thiers, Lyon

SOCIÉTÉ ANONYME
Capital : 2 millions

TÉLÉPHONES :
18-10, 18-49, 46-21, 46-68