

d) Transformations pécorales de 1882 à 1911 :

Bovins, diminution.....	41.185 têtes	} 538.248 têtes, soit 22.071.000 fr.
Ovins, —	499.457 »	
Porcins —	27.192 »	

III. — Restauration du sol et reboisements de 1860 à 1911 :

1° Restauration par l'Etat :

a) Etendue territoriale nationalisée	133.535 hect.	} 229.354 hect.
— à nationaliser	95.819 »	

b) Dépenses faites	{ nationalisation du sol 18.352.795 fr.	}
	{ travaux totalisés.... 39.817.190 fr.	

c) Dépenses à faire	{ nationalisation du sol 58.169.985 fr.	} Francs
	{ travaux totalisés.... 23.269.377 fr.	
		90.774.97
		32.604.990 fr.

La restauration de l'hectare acheté 125 fr., ressortira à 408 fr.

2° Reboisements subventionnés par l'Etat et exécutés par les communes et particuliers :

Etendue totale	13.417 hect.	
Subventions de l'Etat	780,957 fr.	} 1.826.445 fr.
Dépenses faites par les communes et particuliers	1.045.488 fr.	

Le reboisement de l'hectare ressort à 125 francs.

IV. — Charges communes — Fortune privée — Crédit — Homestead.

1° Centimes communaux et départementaux, de 1878 à 1912 :

Progression constante moyenne de 59 centimes (extrêmes 28 et 11.) à 87 centimes (extrêmes 44 et 162).

2° Dettes communales, de 1893 à 1912 :

Progression constante de 66.996.995 fr. à 84.002.674 francs, soit 17.005.679 fr., ou 25 0/0, soit un demi-million par an.

3° Fortune privée, immobilière et mobilière, déclarée en 1909 :

Valeurs immobilières, rurales et autres 3.167 millions de fr.
Valeurs mobilières, françaises et étrangères 1.552 millions de fr.

4° Crédit :

a) Prêts hypothécaires et communaux consentis par le Crédit Foncier jusqu'en 1910 : sur un ensemble total de 197.169 prêts d'une valeur totale de 9.688.954.000 fr., les 7 départements ont participé pour 7.622 prêts d'une valeur totale de 200.956.000 fr.

b) Avances à longs termes aux Sociétés coopératives agricoles jusqu'en 1913 :

Sur une avance totale de	13.250.134 fr.
Les 7 départements ont obtenu	198.900 fr.

c) Avances aux Caisses de Crédit agricole mutuel jusqu'en 1913 :
Sur une avance totale de..... 95.719.618 fr.
Les sept départements figurent pour ... 4.626.016 fr.

L'ensemble des sommes créditées aux 7 départements montagnaux qui couvrent 1/10^e de l'étendue du pays, habités par 1/20^e de sa population, ne dépasse pas 2,1 0/0 de la totalité des fonds avancés par les caisses publiques.

Nous n'avons pu trouver aucune statistique de la répartition des fonds du *Pari-mutuel*, qui reste énigmatique pour les non initiés

5° Homesteads :

Sur 213 biens de familles constitués en France au 31 décembre 1913, les 7 départements figurent pour 10 déclarations de biens, valant de 4 à 6 mille francs l'un.

V. — Démographie.

1° Population totale en 1872.....	1.863.837 personnes
— 1911.....	1.669.379 »
Diminution.....	194.458

soit 10 0/0, environ 5.000 habitants par an.

2° Migrations — Emigrations.

a) Migration provinciale à Paris en 1911 .. 51.058 personnes.
id. 1912 .. 53.457 »

b) Emigrations à l'étranger : Impossible à fixer vu l'absence de statistiques.

3° Colonisation de l'Algérie.

a) Métropolitains fixés en Algérie, dénombrés en 1896 : 12.805
soit de 8 à 15 0/0 de la population des 7 départements d'origine.

b) Familles métropolitaines, de 4 à 11 personnes, pourvues gratuitement de lots de colonisation officielle :

1° de 1881 à 1894..... 2.430 familles

2° de 1904 à 1912..... 356 »

c) Chefs de familles métropolitains acquéreurs libres de terres de colonisation

de 1904 à 1912..... 105 chefs de famille

VI. — Armée.

Dans un groupe de 12 départements alpins, caussenards, cévenols et pyrénéens, comprenant les 7 départements envisagés ci-dessus, et de 1903 à 1912 :

a) la dépopulation a été de 90.553 personnes, soit 2 0/0

b) les contingents annuels inscrits aux listes de tirage du 1^{er} août ont baissé de 34.849 à 30.098 conscrits ;

c) la population des conscrits ouvriers agricoles a baissé de 40 à 36 0/0.

L.-A. FABRE.

ELECTROTECHNIQUE

QUATRIÈME PARTIE

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES
SUR LES MOTEURS MIXTESI. — Etude du fonctionnement des moteurs mixtes
envisagés spécialement en ce qui
concerne les phénomènes dont le rotor est le siège.

MOTEURS MIXTES

Ainsi que nous l'avons dit et sans même vouloir faire un historique de la question, sont innombrables les brevets pris, ayant pour objet de combiner, dans une mesure quelconque, les propriétés du *moteur série* et du *moteur à répulsion type pur*. Le moteur ainsi constitué est dit ainsi du *type mixte*.

L'étude de ces moteurs est généralement très obscure quand on part des brevets dans lesquels abondent les fautes de technique, les unes voulues et les autres inconscientes. L'inventeur veut souvent justifier par un avantage *théorique* le choix de son dispositif, et cet *avantage*, tout illusoire, est souvent déduit d'une interprétation incorrecte des lois de l'électrotechnique. Composition de flux appliqués à des cir-

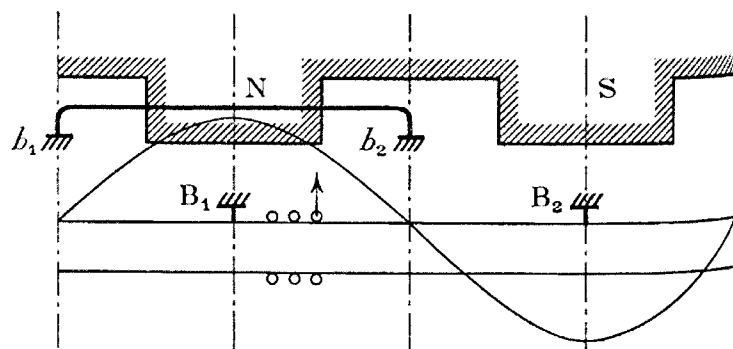


FIG. 1. — Moteur mixte avec balais de conduction calés sur les axes interpolaire

cuits quelconques, souvent différents, et dépendant les uns du temps, les autres de l'espace, constitue la monnaie courante de ces démonstrations. Nous prendrons pour notre

étude une *voie différente*. Nous partirons des dispositions les plus simples qu'il soit possible d'adopter, et nous chercherons à déduire les conséquences de ces dispositions, en ce qui concerne la marche du moteur.

Etude de deux cas particuliers de moteurs mixtes

Nous avons étudié sous ce nom des moteurs dans lesquels existent deux jeux de balais, l'un étant mis en contact avec le courant de stator, l'autre au contraire étant fermé sur lui-même. Examinons les deux cas extrêmes : celui où le jeu de balais de *conduction est calé sur les axes polaires* (l'autre jeu de balais l'étant sur les axes interpolaires), et le cas inverse, c'est-à-dire celui où les *balais de conduction sont calés sur les axes interpolaires* (fig. 1).

1^{er} Cas. — Balais de conduction sur les axes polaires.

Avec nos représentations habituelles, ce moteur fonctionnant, il n'y a dans la section court-circuitée $b_1 b_2$ qu'une f. é. m. dynamique ($\cos pz = 1$) (fig. 2).

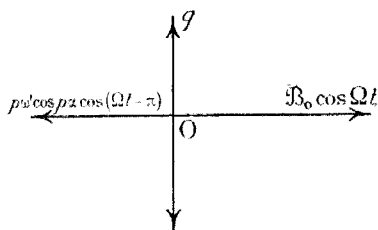


FIG. 2. — Force électromotrice d'induction dans la section $b_1 b_2$

$B_1 B_2$ étaient court-circuités, serait donnée par le vecteur og , à 90° en avant de $B_0 \cos \Omega t$. Il faut donc que dans l'enroulement de ce même rotor, le courant amené du stator et non plus produit sous forme de composante du courant total, par induction statique, circule dans le même sens que le courant primitif, ce qui fixe la polarité des balais B_1

L'emploi de balais de conduction a pour effet de développer dans le rotor un courant identique, toutes choses égales, à celui qui prendrait naissance quand le moteur fonctionnait en type répulsion pure.

Or, comme nous le savons, la f. é. m. statique correspondante, si $B_1 B_2$ étaient court-circuités, serait donnée par le vecteur og , à 90° en avant de $B_0 \cos \Omega t$. Il faut donc que dans l'enroulement de ce même rotor, le courant amené du stator et non plus produit sous forme de composante du courant total, par induction statique, circule dans le même sens que le courant primitif, ce qui fixe la polarité des balais B_1 et B_2 , à un instant donné de la période, donc leur mode de connexion avec le stator.

Si, déplaçant l'ensemble, supposé invariable, des deux jeux de balais, nous cherchons ce que devient le système, nous voyons apparaître entre $b_1 b_2$ un courant normal de moteur à répulsion, alors qu'entre $B_1 B_2$ circule toujours le même courant $I_0 \cos \Omega t$. On ne

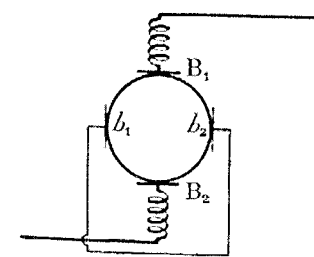


FIG. 3. — Moteur mixte avec balais de conduction calés sur les axes interpolaires.

saurait parler, remarque très importante, de flux qui se composent, mais bien d'inductions dans chaque point de l'entrefer qui se combinent les unes avec les autres. On ne peut utiliser en effet les *compositions de flux* qui si ces flux passent dans un même circuit. Sinon, cette composition n'a plus aucun sens. Dans le développement de la machine, on voit que si l'on parle de flux dans un cadre $\Sigma\Sigma'$ par exemple, le flux émanant des balais $B_1 B_2$ peut bien y être comparé au flux émanant du pôle N de stator, mais non le flux émanant des balais $b_1 b_2$.

Le mieux est donc de parler, comme nous l'avons toujours fait, d'induction dans l'entrefer.

Le diagramme aura donc la forme suivante ($b_1 b_2$ calé sur des axes différents des axes interpolaires et $B_1 B_2$ sur des axes différents des axes polaires) :

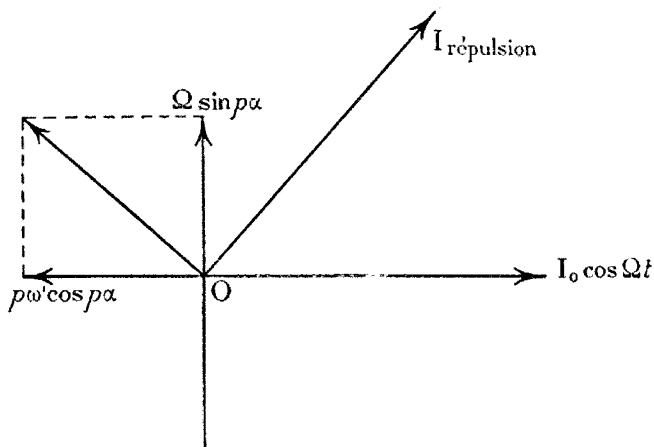


FIG. 4. — Courant de moteur répulsion dans une section de moteur mixte avec calage quelconque des balais court-circuités.

Quand $B_1 B_2$, balais d'induction, sont calés sur les lignes polaires, au démarrage (le moteur n'ayant pas de f. é. m.

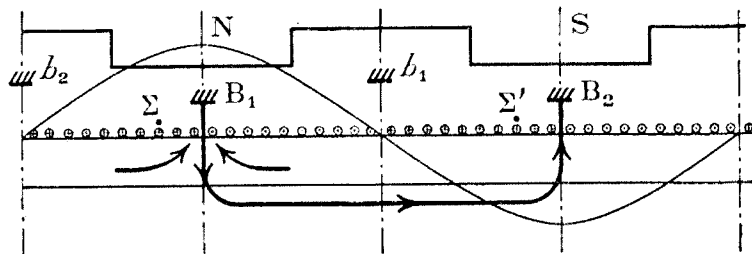


FIG. 5. — Flux divers dans un moteur mixte.

cinétique en $p\omega' \cos pz$), toutes les répartitions sont symétriques, et il n'y a pas de possibilité de départ. Même avec

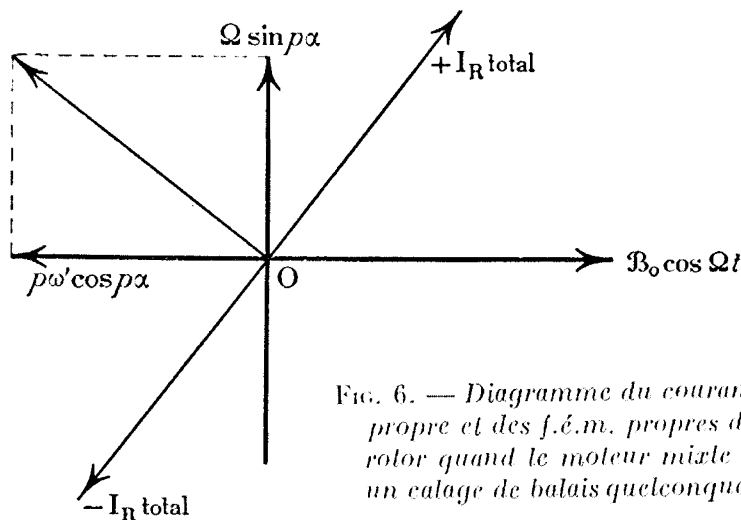


FIG. 6. — Diagramme du courant propre et des f.é.m. propres de rotor quand le moteur mixte a un calage de balais quelconque.

$b_1 b_2$, en circuit, il y a donc à l'origine entre $b_1 b_2$ une f. é. m. résultante nulle, donc un courant nul.

D'autre part, entre $B_1 B_2$ circule un flux donnant matière à une f. é. m. optimale, donc (si on faisait fonctionner $B_1 B_2$ en balais d'induction) donnant un courant optimum, mais la symétrie des inductions de stator interdit le démarrage. Il faut donc déplacer les balais, si ceux-ci forment un ensemble invariable. Nous aurons alors entre $b_1 b_2$ une f. é. m. complète de moteur à répulsion et en $B_1 B_2$ une

adduction de courant $I_0 \cos \Omega t$. Le passage de $I_0 \cos \Omega t$ de B_1 à B_2 devra surmonter une f. é. m. de moteur à répulsion en quadrature avec la précédente (calage à $\left(\frac{n}{2p} \pm \alpha\right)$). Mais cette f. é. m. doit être attribuée, avec ses conséquences, au circuit général du stator qui est parcouru par le courant $I_0 \cos \Omega t$. Nous avons donc affaire à un véritable moteur à répulsion, constitué par le stator d'une part, et, de l'autre, le rotor et ses balais $b_1 b_2$.

In total, pris en prolongement de sa valeur, conformément aux remarques déjà faites, exercera des effets inductifs à composer avec ceux du stator.

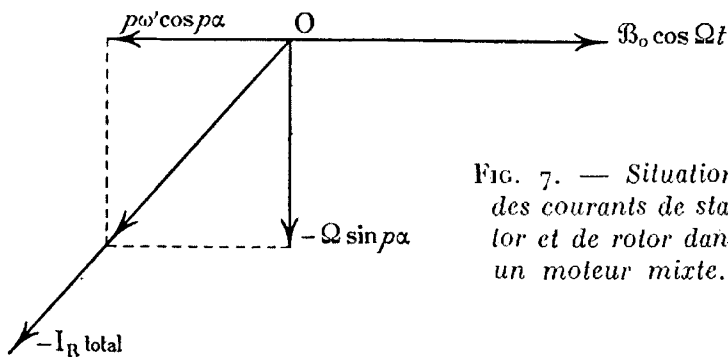


FIG. 7. — Situation des courants de stator et de rotor dans un moteur mixte.

L'induction B_a aura deux composantes, déjà calculées, en chaque point de l'entrefer (abscisse δ par rapport à l'axe polaire) :

l'une :

$$\left[-B' a_0^{(\delta)} \cos \Omega t \right]$$

opposée à $B_0 \cos \Omega t$,

l'autre :

$$B'' a_0^{(\delta)} \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$B' a_0^{(\delta)}$ valeur maxima dans le temps, en δ , de la composante symphasique.

$B'' a_0^{(\delta)}$ valeur maxima dans le temps, en δ , de la composante quadratique.

Quel pourra donc être le rôle des balais $B_1 B_2$? Celui, évidemment, de faire circuler, dans le rotor un courant ($\pm I_0 \cos \Omega t$), (suivant les connexions des balais $B_1 B_2$ avec

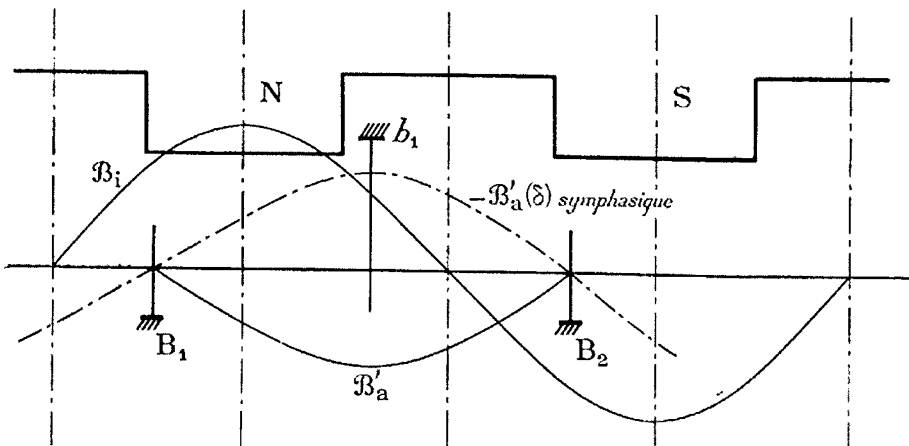


FIG. 8. — Composantes de l'induction dans l'entrefer pour un moteur mixte

le stator), donc de créer dans l'entrefer une induction nouvelle, symphasique de B_0 et de B_{a_0} , mais qui sera décalée d'un quart de période-espace sur la précédente.

A l'instant considéré, la répartition des inductions dans l'entrefer est celle du schéma ci-contre (fig. 8). Quel peut être le rôle des balais $B_1 B_2$? On le voit mal en ce qui concerne l'induction dans l'entrefer. Si l'induction résultante symphasique pouvait être diminuée dans les environs du balai b_1 , la commutation serait améliorée. Or, malheureu-

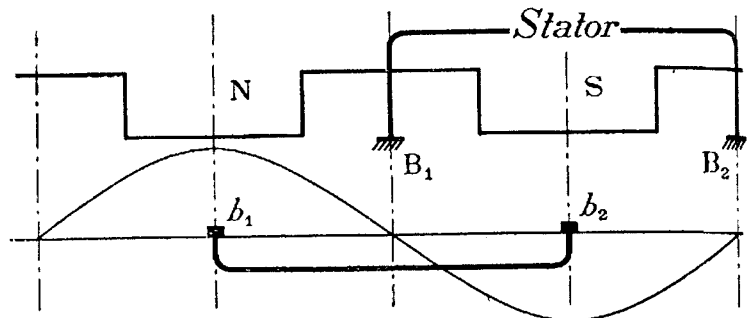


FIG. 9. — Moteur à deux jeux de balais et à un seul système de champ

sement, l'induction nouvelle due à l'ensemble $B_1 B_2$ est nulle sur les lignes de balais $B_1 B_2$, l'avantage de cette disposition doit donc être cherché du côté du stator (possibilité d'une amélioration du facteur de puissance général), l'addition des balais $B_1 B_2$ n'ayant aucun rôle en ce qui concerne le fonctionnement du rotor, du moins envisagé au point de vue électrodynamique.

2° Cas. — Cas où les balais de conduction sont calés sur les axes interpolaires, les balais d'induction l'étant sur les axes polaires.

Alors au démarrage la f. é. m. d'induction est purement

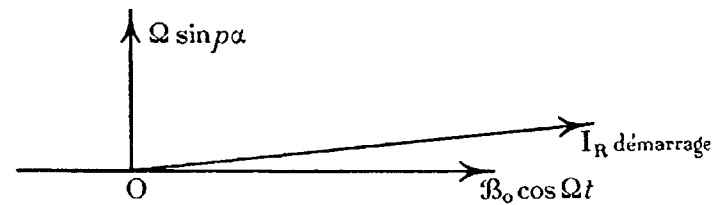


FIG. 10. — Graphique du fonctionnement du moteur au démarrage

statique. Sans les balais $B_1 B_2$, les inductions étant symétriques, le démarrage ne pourrait s'effectuer. Les balais $B_1 B_2$ introduisent dans le rotor un courant $I_0 \cos \Omega t$, et créent aux balais une induction $(B_a)_0 \cos \Omega t$, dont les *maximum-espace*, en valeur absolue, existent suivant les axes interpolaires. Le courant statique I_R de démarrage peut donc rencontrer des inductions concordantes, d'où un couple.

Le cas considéré se rapproche en apparence beaucoup de celui du moteur série, puisque l'adduction de courant principal a lieu par les balais $B_1 B_2$ calés sur les axes interpolaires. Néanmoins, le courant $I_0 \cos \Omega t$ peut être réglé suffisamment faible (transformateur, shunt du courant de stator), etc., pour que le moteur n'ait que faiblement les caractères du moteur série, et plus fortement ceux du moteur à répulsion. Sans balais $b_1 b_2$, ce serait un moteur série ordinaire. — On peut

à un autre point de vue, admettre que c'est un moteur à répulsion à deux champs et un jeu de balais de notre théorie générale, le premier champ étant le champ de stator NS principal, et le deuxième, celui constitué par les balais B₁B₂ (inductions correspondantes développées dans l'entrefer). Ajoutons que le courant alimentant B₁ B₂ peut même ne pas être tout à fait en phase avec le courant de stator, notamment si ce courant B₁ B₂ n'est qu'une fraction ou le résultat d'une transformation de ce même courant principal (V. fig. 12).

Comme on sait, le courant I_R de rotor est donné par l'expression :

$$I_R =$$

$$\frac{n_2}{2\pi Z_p} \left[\Omega \Phi_{\text{stator}} \cos \left(\Omega t + \frac{\pi}{2} \right) + p \omega' \Phi_{B_1 B_2} \cos (\Omega t - \pi) \right]$$

On voit que I_R dépend des deux flux Φ stator et Φ B₁ B₂. On peut modifier ce second flux aisément en réglant la transformation ou la dérivation du courant passant en B₁ B₂.

On remarquera, du reste, ainsi que nous l'avons déjà signalé, que le courant B₁ B₂ est aussi contrarié par une force contre-électromotrice créée dans cette section du rotor comprise entre B₁ B₂ et facile à calculer.

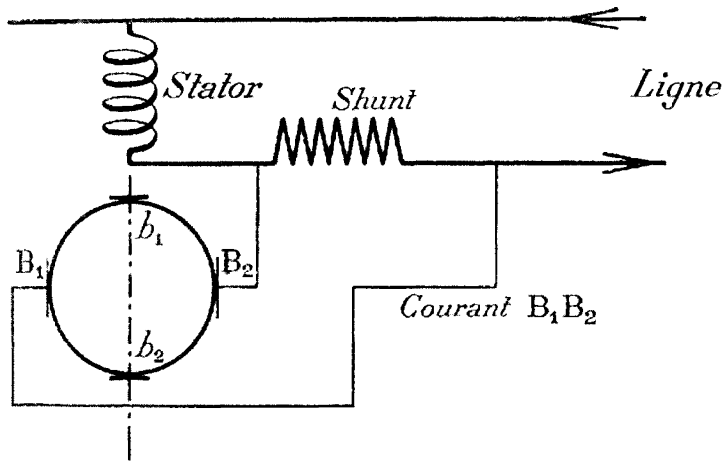


FIG. 11. — Schéma du moteur mixte avec adduction au moteur d'un courant shunté de stator

En résumé, le moteur à un système de champ et à deux systèmes de balais, dont un de conduction et l'autre d'induction, participe du moteur série et du moteur répulsion à des titres variables, notamment quand on décale, d'ensemble et d'angles divers, les deux systèmes de balais.

Si B₁ B₂ sont sur les axes polaires, le démarrage est impossible. Si celui-ci est, par un procédé quelconque effectué, B₁ B₂ ne peuvent être considérés que comme constituant un champ de compensation ou de renforcement du stator, mais cette compensation ne peut évidemment s'adresser qu'à la réaction du rotor symphasique de l'excitation de stator. La composante transversale-temps (c'est-à-dire avec phase en quadrature) de la réaction de rotor, ne peut être compensée.

Si B₁ B₂ sont sur les axes interpolaires, remarques analogues. Le moteur tend à fonctionner en moteur série si l'on ne s'efforce d'affaiblir le champ dû à B₁ B₂, de manière à en faire un seul champ de couple, l'excitation correspondant à la production du courant répulsion étant toujours due au champ principal de rotor.

On dit souvent qu'il y a alors excitation par le rotor au lieu d'y avoir excitation par le stator.

C'est une expression incorrecte. D'après notre théorie gé-

nérale, nous avons indiqué que, dans le moteur à répulsion, le rôle du stator était double, savoir :

- 1° De créer une f. é. m. d'induction statique, capable elle-même de donner naissance à un courant ;
- 2° De réagir par ses lignes de force sur ce même courant de rotor pour créer un couple.

Dans le cas qui nous occupe, c'est au champ de B₁ B₂ qu'on s'adresse pour créer ces inductions concordantes destinées à créer ce couple.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur les considérations relatives du fonctionnement du rotor des moteurs mixtes ; les cas en apparence les plus compliqués pouvant aisément se traiter d'après les conceptions qui ont servi de base à notre théorie générale.

(A suivre.)

BARBILLION.

II^e CONGRÈS DE LA HOUILLE BLANCHE LYON 1914

SOUS LE PATRONAGE DE MM. LES MINISTRES
DES TRAVAUX PUBLICS ET DE L'AGRICULTURE

Nos lecteurs ont déjà reçu le programme de ce Congrès ; nous le reproduisons néanmoins ci-après, pour le cas où ils ne retrouveraient point au moment désirable ce programme adressé sur des feuilles volantes.

1^o Réunion du Congrès à Lyon

7 SEPTEMBRE-10 SEPTEMBRE

2^o Visites aux installations hydrauliques des Alpes

11 SEPTEMBRE-14 SEPTEMBRE

COMITÉ D'ORGANISATION

Président : M. MICHOU (Octave), vice-président de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ;

Vice-Présidents : MM. MICHOU (Léon), Président de la Section législative du Congrès ; DE LA BROUSSE, président de la Section économique du Congrès ; BLANCHET (Augustin), Président de la Section technique du Congrès ;

Trésorier : M. CHARPENAY, trésorier de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ;

Secrétaires : MM. PIATON (René), à Lyon ; BÉTHOUX, à Grenoble ;

Membres. — 1^o Section Lyonnaise : MM. BOUGAULT, président du comité de Contentieux de la Chambre syndicale des Forces hydrauliques ; BOUTAN, administrateur-délégué de la Société du Gaz de Lyon ; CÔTE, directeur de *La Houille Blanche* ; GODINET, président de la Société générale de Force et Lumière ; HENRARD, administrateur-délégué de la Société Lyonnaise des Forces motrices du Rhône ; MAGENTIES, ingénieur des Arts et Manufactures, à Lyon ; PIATON, administrateur de la Société des Produits chimiques d'Alais et de la Camargue ;

2^o Section Grenobloise : MM. BARBILLION, directeur de l'Institut Polytechnique de l'Université de Grenoble ; BARUT, administrateur-délégué de la Société Electrochimique du Giffre ; BOUCHAYER (Aimé), administrateur de la Société générale de Force motrice et d'Éclairage de la ville de Grenoble ; LÉPINE, administrateur-délégué de la Société Hydro-