l'effet des surtensions causées par l'extinction brusque des arcs à la terre, mais elle a, par contre, l'inconvénient de causer une interruption complète du service sur la phase où s'est produit le contact à la terre. D'une manière générale, la mise à la terre du neutre a pour effet de transformer les surtensions en surintensités.

Les lignes à très hautes tension, 100 000 volts par exemple, sont moins affectées par les surtensions que les autres et cela est dû en partie à la plus grande résistance des isolants prévus, mais aussi aux fuites par l'air, à l'effet de *couronne* qui se manifeste vivement à ces tensions.

Les parafoudres à cornes avec résistances en série sont peu employés en Amérique, sauf sur quelques réseaux d'éclairage à arc. En effet, leur prix, et la difficulté de conserver l'efficacité des résistances, les rendent moins avantageux que les autres systèmes.

Applications pratiques et commerciales. — Au point de vue pratique et commercial, il y a à envisager : 1° la continuité du service ; 2° la protection des appareils ; 3° la protection de la vie humaine ; 4° la protection contre l'incendie. Bien entendu, les mêmes appareils de protection peuvent répondre à plusieurs de ces *desiderata*. Dans l'étude des moyens de protection, le prix de revient joue un rôle capital et il faut prendre en considérations la valeur totale des appareils à protéger, le prix des réparations ou du remplacement des parties endommagées, les frais de déplacement et de réinstallation, l'intérêt du prix des pièces de rechange à prévoir, les dommages causés à l'isolement, la perte de revenu pendant l'interruption, la perte de confiance du public et le manque d'affaires nouvelles qui peut en résulter. Il n'est pas facile de poser des principes généraux répondant aux nombreux cas de la pratique, mais l'examen de quelques cas particuliers peut être fait plus aisément.

Pour la protection des transformateurs au-dessus de 30 kw., la condition d'économie, autant que celle de sécurité, conduit à l'emploi des parafoudres à lames d'aluminium. En outre, l'emploi de bobines de self-induction assez importantes est tout indiqué.

Pour les transformateurs au-dessous de 30 kw, au contraire, on aura avantage à se servir de parafoudres à intervalles multiples qui seront alors moins coûteux et qui n'exigeront pas une surveillance journalière. Dans les réseaux triphasés où le neutre est à la terre ces appareils donnent une grande sécurité, mais quand le neutre est isolé, il est préférable, malgré le prix plus élevé, de prendre les parafoudres à aluminium.

Pour les circuits à 2 000 volts, le coefficient de sécurité qui résulte de l'essai à 10 000 volts, qui est obligatoire, donne plus de garanties et il est facile de régler un parafoudre à intervalles multiples pour assurer la protection nécessaire.

Comme l'interruption de service est toujours moins onéreuse chez un client seul que celle de l'usine génératrice qui frappe simultanément tous les clients, c'est à l'usine qu'il faut prendre le plus de précautions et moins regarder à la dépense ; là, pour cette raison, les parafoudres à aluminium seront préférés.

Dans les réseaux à basse tension, 110 ou 250 volts, les chances de coups de foudre sont bien plus réduites, mais il arrive fréquemment que les courts-circuits détériorent les appareils et, dans bien des Compagnies, on considère comme avantageux de dépenser une somme supérieure au prix d'un compteur pour protéger celui-ci et ne pas perdre la recette des jours où le compteur ne fonctionne pas.

Pour les réseaux de tramways à courant continu, le meilleur protecteur pour l'usine est aussi le parafoudre à aluminium ; pour les voitures, on fait usage de parafoudres à intervalles multiples. Les dépenses considérables de réparation du matériel et la perte importante des recettes sont des motifs qui conduisent à ne pas trop économiser sur les appareils de protection.

Pour les lignes de transmission, le point capital est l'isolateur ; de son choix dépend en grande partie la valeur économique de la ligne. Un prix d'achat plus élevé sera vite regagné par l'économie de vérification, d'entretien et la réduction des chômages. Il faut que la tension de rupture des isolateurs soit plus élevée que la tension de décharge extérieure, parce qu'il est toujours plus facile d'éteindre l'arc extérieur en faisant usage d'interrupteurs de mise à la terre, que de remplacer l'isolateur perforé qui est complètement perdu. Le fil de terre supérieur doit toujours être prévu, même si l'on ne l'installe pas au début ; sa présence renforce mécaniquement la ligne, mais il faut naturellement lui donner une résistance suffisante pour qu'il ne vienne pas à se rompre lui-même en mettant le trouble dans les conducteurs placés au-dessous. Enfin, il serait d'une mauvaise économie de ne pas choisir le métal ayant la plus grande résistance mécanique avec une bonne conductibilité.

ÉLECTROTECHNIQUE

ÉTUDE SUR LES MOTEURS A COLLECTEUR

Fonctionnant à courants alternatifs monophasés

(Suite *)

MOTEURS A RÉPULSION ET MOTEURS MIXTES EN PRATIQUE

Moteurs à répulsion modifiés

Nous examinerons deux nouveaux types de ces moteurs :

- 1° Ceux dans lesquels existent deux systèmes de champs inducteurs différents ;
- 2° Ceux dans lesquels existent deux systèmes de balais induits.

I. MOTEURS A DEUX SYSTÈMES DE CHAMPS INDUCTEURS

Le premier cas a été traité tout au long dans l'ouvrage de l'un de nous, *Machines électriques alternatives à collecteur* (1). Rappelons ici les principes essentiels de cette étude :

Les balais étant calés sur les axes interpolaires du champ Φ_1 , dans le cas général, on a une f. e. m. entre balais donnée par :

$$E_1 = \frac{\Phi_{1\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \sin pz \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) + p\omega' \cos pz \cos (\Omega t - \pi) \right]$$

avec : $\Phi_1 = \Phi_{1\max} \cos \Omega t$,

pz , angle de calage par rapport aux lignes neutres.

Or, nous avons ici : $pz = \frac{\pi}{2}$

(*) Voir *La Houille Blanche* d'avril 1912.

(1) *Encyclopédie Electrotechnique*, fascicule 35. GEISLER, éditeur à Paris.

d'où, pour E_1 par section :

$$E_1 = \frac{\Phi_{1\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) \right]$$

Pour le deuxième système de champ Φ_2 , plus ou moins décalé dans le temps par rapport à Φ_1 , soit ici d'un angle φ , nous aurons : $\Phi_2 = \Phi_2^0 \cos (\Omega t - \varphi)$;

la force électromotrice par section, avec $p\alpha=0$, est :

$$E_2 = \frac{\Phi_{2\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[p\omega' \cos (\Omega t - \pi - \varphi) \right];$$

donc :

$$E_{\text{total}} = \frac{1}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left\{ \begin{array}{l} \Phi_{1\max} \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) \\ + \Phi_{2\max} p\omega' \cos (\Omega t - \pi - \varphi) \end{array} \right\}$$

FIG. 18. — Moteur à deux systèmes de champs inducteurs.

On voit que, si on laisse les balais fixes (sur les axes polaires de Ψ_1), tout se passera comme si on modifiait leur calage en modifiant le rapport $\frac{\Phi_{1\max}}{\Phi_{2\max}}$.

On peut donc régler la vitesse dans des conditions identiques au premier cas (moteur du type pur à répulsion), mais sans décalage des balais, provoquer même des inversions de marche, etc... On notera l'élasticité nouvelle due au déphasage φ entre les deux champs excitateurs.

II. MOTEURS A DEUX SYSTÈMES DE LIGNES DE BALAIS

Supposons que ces deux lignes de balais soient d'abord en quadrature, que les balais de chaque système soient à

FIG. 19. — Moteur à deux lignes de balais. Constitution schématique.

l'écartement d'un pôle et, enfin, que les balais de l'un soient en coïncidence avec les axes polaires. Nous aurons, en général, dans le premier système de balais :

$$E_1 = \frac{\Phi_{p\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \sin px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) + p\omega' \cos px \cos (\Omega t - \pi) \right]$$

Dans le second, en quadrature avec le premier :

$$E_2 = \frac{\Phi_{p\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \cos px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) \pm p\omega' \sin px \cos (\Omega t - \pi) \right]$$

Les courants seront donnés, dans chaque circuit de balais, par les formules :

$$I_1 = \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \sin px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) + p\omega' \cos px \cos (\Omega t - \pi - \varphi_2) \right]$$

avec :

$$A = \frac{\Phi_{p\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p}$$

Z_2 étant l'impédance du rotor, φ_2 son décalage propre.

$$I_2 = \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \cos px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \pm p\omega' \sin px \cos (\Omega t - \pi - \varphi_2) \right]$$

Soit : $px = \frac{\pi}{2}$ (premier système de balais sur les axes interpolaires, le second sur les axes polaires). Il vient :

$$I_1 = \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \right]$$

$$I_2 = \frac{A}{Z_2} \left[p\omega' \cos (\Omega t - \varphi_2) \right]$$

FIG. 20. — Situations respectives des divers champs dans un moteur à deux paires de balais.

D'où il résulte que le premier courant est quasi en opposition avec le champ inducteur (les balais sont en face des axes polaires et les phases sont à peu près les mêmes), et φ_2^0 au démarrage égale approximativement $\frac{\pi}{2}$. En marche, $\varphi_2 < \varphi_2^0$,

car ω' croît. Les flux étant en combinaison, on peut représenter le fonctionnement du système par un diagramme, d'où la présence d'un flux maximum qui occupe dans le diagramme des situations différentes suivant les valeurs de φ_2 , donc suivant les vitesses réalisées ω' .

Le deuxième champ induit est en quadrature dans l'espace avec le premier (pôles aux lignes neutres). Il est de même décalé de φ_2 (ou $\pi - \varphi_2$) par rapport au champ inducteur propre.

Il constitue le réel élément perturbateur, le premier ne faisant qu'affaiblir le flux Φ_i ou Φ_p (flux inducteur propre).

Au démarrage, notamment, pour φ_2 voisin de $\frac{\pi}{2}$, on pourra voir que ce champ d'induit est décalé de $\frac{\pi}{2}$ dans le temps par rapport au champ inducteur. Il jouera le rôle d'un véritable flux transversal, à circuit magnétique également spécial, donc tel qu'on ne pourra le combiner sans précaution avec le flux inducteur.

On pourra utiliser ce second courant I_2 à exciter les pôles compensateurs montés sur le stator.

Si ces pôles sont convenablement calculés, on pourra restreindre le champ total d'induit au seul premier et la commutation sera améliorée.

En effet, les spires passant sous les balais $B_1 B'_1$ du premier système (balais calés sur les axes polaires) seront commutées dans un champ quasi nul (au moins en ce qui concerne le champ inducteur propre). Il n'en sera malheureusement pas de même pour les secondes qui défilent sous les balais $B_2 B'_2$ en face du flux maximum. C'est là la grosse difficulté du système des doubles lignes de balais. Nous allons voir tout à l'heure à quelle solution on a eu devoir recourir.

Cette difficulté ne se présentera pas au démarrage, car la f. e. m. induite dans la section entre les balais $B_2 B'_2$ est alors très peu considérable, comme le courant du reste (ils

FIG. 21. — Moteur à deux paires de balais.
Compensation partielle du champ d'induit.

sont proportionnels à $p\omega'$). On remarquera enfin que le deuxième champ induit (celui dû aux balais calés sur les axes interpolaire) aura à parcourir un circuit magnétique différent du premier, d'où la création d'un flux proportionnel à ces ampères-tours d'induit, mais avec un coefficient de proportionnalité différent du premier.

Commutation dans les machines à collecteur

CAS D'UN SEUL CIRCUIT INDUIT ET D'UNE SEULE PAIRE DE BALAIS

Les balais étant calés sur un angle α , mesuré par rapport à un axe interpolaire, la f.e.m. induite dans la section entre balais sera, comme l'on sait :

$$E_x = \frac{\Phi_{p\max}}{2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos (\Omega t - \pi) \right]$$

et le courant a pour expression :

$$I_x = \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right]$$

Dans l'étude généralement faite de la commutation dans les machines à courants continus, on démontre qu'une spire Σ , passant d'une section dans une autre, doit être

le siège, pour suppression des effets de self-induction, d'une f. é. m. égale à : $-\frac{L'I_x}{\theta}$.

I étant le courant général de ligne, L' le coefficient de self-induction de la section commutée, r sa résistance, θ la durée de la commutation, cette f. e. m., dite de commutation, a pour expression plus complète :

$$\varepsilon = -\frac{L'I_a}{\theta} + \frac{rI_a}{2} \left(1 - \frac{2t}{\theta} \right)^2$$

Nous avons remarqué que la spire commutée passe, dans

FIG. 22. — Constitution de la f. é. m. de commutation.

le temps θ , de la chaîne des conducteurs parcourus par le courant $\pm I_1$ à la chaîne des conducteurs parcourus par le courant $\pm I_2$. Donc, on doit lui fournir la force électromotrice de commutation :

$$\varepsilon = \frac{L'\Delta I}{\theta} + \frac{r\Delta I}{2} \left(1 - \frac{2t}{\theta} \right)^2$$

ΔI étant la variation totale de courant qui accompagne le passage de la spire d'une section à l'autre.

Le flux de commutation $\Delta\Psi'$ sera donc donné par la for-

$$\frac{L'\Delta I}{\theta} = \frac{\Delta\Psi'}{\theta} = \frac{2L'}{\theta} \left[I \right]$$

FIG. 23. — Développement schématisé d'un moteur à collecteur.

puisque le courant, dans la section commutée, passe de la valeur $\pm I$ à $\mp I$. Nous aurons donc, en nous reportant à l'expression du courant précédemment trouvée, pour la f. e. m. de commutation :

$$\frac{2L'}{\theta} \left[\frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \right] \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right]$$

Nous pouvons remarquer que le flux qui participe à la commutation comprend deux parties, l'une :

$$\frac{\Phi_{p\max}}{2} \cos \Omega t \cos pz$$

due aux inducteurs seuls, le flux étant maximum dans une spire située sur un axe interpolaire, et la deuxième (B étant une constante), flux dû à l'induit :

$$B \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \left[\Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right]$$

α étant toujours compté comme positif à droite de l'axe interpolaire.

On remarquera, à cet égard, que si le stator est régulièrement enroulé et ne présente pas de pôles saillants, le facteur B peut être considéré comme restant le même quelle que soit la position des balais.

D'autre part, ceux-ci entraînent bien avec eux les pôles d'induit ; donc le flux induit a bien pour valeur, quel que soit l'angle α , l'expression :

$$B \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \left\{ \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right\}$$

Nous aurons enfin l'égalité :

$$\begin{aligned} & \frac{\Phi_{pM}}{2} \cos \Omega t \cos pz + B \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \left\{ \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right\} \\ &= \pm \frac{2L'}{\theta} \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \left\{ \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right\} \end{aligned}$$

On ferait, suivant les diverses régions magnétiques, des combinaisons de signe convenables. Nous avons donc :

$$\begin{aligned} & \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz \left[B - \frac{2L'}{\theta} \right] \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \\ &+ p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \left[B - \frac{2L'}{\theta} \right] \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} \frac{n_2}{2\pi p} \\ &+ \frac{\Phi_{p\max}}{2} \cos \Omega t \cos pz = 0 \end{aligned}$$

Ou bien :

$$\begin{aligned} & \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz + p\omega' \cos pz \left(\cos \Omega t - \cos \varphi_2 - \pi \right) \\ &+ \frac{\Phi_{p\max}}{2} \frac{\cos pz}{\frac{n_2}{2\pi p} \frac{\Phi_{p\max}}{Z_2} B - \frac{2L'}{\theta}} \frac{\cos \Omega t}{\theta} = 0 \end{aligned}$$

En posant :

$$\frac{1}{2} \frac{2\pi p Z_2}{n_2} \frac{1}{B - \frac{2L'}{\theta}} = \frac{A}{a - \omega'}$$

(le temps de la commutation est proportionnel à l'inverse de la vitesse angulaire), il vient enfin, A , a , b étant des constantes :

$$\left\{ \begin{aligned} & \Omega \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \sin pz \\ &+ p\omega' \cos pz \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \\ &+ \frac{A}{a - \omega'} \cos pz \cos \Omega t \end{aligned} \right\} = 0$$

ou bien :

$$\Omega \sin \left(\Omega t - \varphi_2 \right) \operatorname{tg} pz - p\omega' \cos \left(\Omega t - \varphi_2 \right) + \frac{A}{a - \omega'} \cos \Omega t = 0$$

D'où enfin :

$$\begin{aligned} & \cos \Omega t \left[-\Omega \operatorname{tg} pz \sin \varphi_2 - p\omega' \cos \varphi_2 + \frac{A}{a - \omega'} \right] \\ &+ \sin \Omega t \left[\Omega \cos \varphi_2 \operatorname{tg} pz - p\omega' \sin \varphi_2 \right] = 0 \end{aligned}$$

On supposera Z_2 approximativement constant et à peu près égal à sa valeur moyenne. Nous pourrions donc annuler les coefficients de $\cos \Omega t$ et de $\sin \Omega t$, et écrire :

$$\begin{cases} \operatorname{tg} pz = \frac{p\omega' \sin \varphi_2}{\Omega \cos \varphi_2} \\ p\omega' \cos \varphi_2 + \Omega \operatorname{tg} pz \sin \varphi_2 = \frac{A}{a - \omega'} \end{cases}$$

$$\text{D'où : } p\omega' \cos \varphi_2 + \sin \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_2 \frac{p\omega'}{\Omega} = \frac{A}{a - \omega'}$$

$$p\omega' \cos^2 \varphi_2 + \Omega \sin^2 \varphi_2 \frac{p\omega'}{\Omega} = \frac{A}{a - \omega'} \cos \varphi_2$$

donc :

$$p\omega' = \frac{A}{a - \omega'} \cos \varphi_2$$

ou enfin, si φ_2 est faible :

$$p\omega'^2 - pa\omega' + A = 0$$

d'où :

$$\omega' = \frac{pa \pm \sqrt{p^2 a^2 - 4Ap}}{2p} = \frac{a \pm \sqrt{a^2 - 4\frac{A}{p}}}{2}$$

Donc deux valeurs de la vitesse ω' , auxquelles correspondent deux couples, Cm_1 et Cm_2 .

Nous pourrions donc tracer le lieu des points $Cm(\omega')$ dans le plan représentant les groupes de valeurs associées de couple et de vitesse qui correspondent à la commutation optima.

CONCLUSION. — On conçoit donc, et il semble inutile d'insister davantage, eu égard non aux difficultés de calcul, mais au parallélisme souvent lointain de la théorie avec la pra-

FIG. 24. — Caractéristiques de commutation.

tique dans le cas de ces moteurs, que la question de la commutation doit jouer un rôle des plus importants. Une seule (ou deux) courbe de régulation $Cm(\omega')$ permet d'avoir une commutation optima.

Ce n'est pas toujours celle que l'on demande au moteur, en tant que loi de régulation. Cependant, si c'est un moteur de traction, on pourra, dans certains cas, faire en sorte que la caractéristique de régulation qu'il ait à fournir coïncide à peu près avec celle de commutation optima.

Remarque. — On ne commettra pas ici la faute de chercher, dans le cas de ces moteurs, les points d'induction B_r de résultante nulle dans l'entrefer, et de considérer ces

points comme correspondant à peu près à la meilleure commutation.

Ceci est presque vrai dans le cas des machines à courant continu, dans lesquelles les balais ne sont jamais que faiblement décalés par rapport aux lignes neutres. Ici, nous aurons souvent affaire à plusieurs paires de balais, donc à une commutation s'effectuant dans des champs inducteurs tout à fait différents de zéro ou du maximum.

Commutation dans les machines à deux systèmes de champs inducteurs ou à deux systèmes de balais

Le problème est naturellement beaucoup plus compliqué.

MACHINES A DEUX SYSTÈMES DE CHAMPS INDUCTEURS. — Les champs inducteurs aux points sur lesquels s'effectue la commutation sont donnés par :

$$\frac{\Phi_{1p\max}}{2} \cos px \cos \Omega t$$

et par : $\frac{\Phi_{2p\max}}{2} \sin px \cos (\Omega t - \varphi)$

avec un décalage φ des deux champs excitateurs.

FIG. 25. — Développement d'un moteur à collecteur à deux systèmes de champs inducteurs.

Le champ de commutation aura donc pour valeur (en ne considérant que l'inducteur seul), suivant les régions :

$$\frac{\Phi_{1p\max}}{2} \cos px \cos \Omega t \pm \frac{\Phi_{2p\max}}{2} \sin px \cos (\Omega t - \varphi)$$

Quant au courant, il sera donné par la formule :

$$I = \left\{ \begin{array}{l} \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \sin px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) \right. \\ \left. + p\omega' \cos px \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right] \\ \left. + \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \cos px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 - \varphi \right) \right. \right. \\ \left. \left. - p\omega' \sin px \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right] \right\}$$

ou, dans tous les cas possibles, par une expression de cette forme.

On procédera comme plus haut et on verra la difficulté mathématique du problème.

INDUIT A DEUX PAIRES DE BALAIS. — Les courants I_1 et I_2 , dans ces deux paires de balais, étant donnés en valeurs instantanées par les expressions :

$$I_1 = \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \sin px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) + p\omega' \cos px \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right]$$

$$I_2 = \frac{A}{Z_2} \left[\Omega \cos px \cos \left(\Omega t - \frac{\pi}{2} - \varphi_2 \right) - p\omega' \sin px \cos \left(\Omega t - \pi - \varphi_2 \right) \right]$$

On voit que les variations de courant, dans la spire passant d'une section à une autre, sont de quatre natures différentes liées aux valeurs des courants :

$$\begin{array}{ll} + I_1 - I_2 & - I_1 + I_2 \\ + I_1 + I_2 & - I_1 - I_2 \end{array}$$

ce qui rendra encore extrêmement difficile la recherche mathématique et pratique, et d'une bonne commutation.

(A suivre.)

L. BARBILLION et F. CLARET.

JURISPRUDENCE

CONSEIL D'ETAT

Arrêt du 5 Août 1911

Rejet d'une demande d'indemnité formée par un particulier contre l'Etat à raison du préjudice causé à sa propriété par les débordements d'un torrent, débordements attribués à une digue longitudinale, construite dans le lit du Var par l'Etat pour servir d'assiette à une route nationale. Cette digue a été édifée sur la demande d'un syndicat formé de propriétaires parmi lesquels figurait l'auteur des parcelles appartenant actuellement au requérant, avec stipulation que l'Etat s'engageait seulement à procéder à l'édification de la digue et que l'encaissement des torrents aboutissant au Var resterait à la charge des riverains.

Rejet d'une objection tirée de ce que, à plusieurs reprises, l'Etat a accordé des allocations aux riverains : ces mesures, purement gracieuses, n'ont pu constituer de sa part un engagement juridique et indéfini.

Vu la requête du sieur B..., tendant à ce qu'il plaise au Conseil annuler un arrêté du 27 avril 1908, par lequel le conseil de préfecture des Basses-Alpes a rejeté la demande de 2.550 francs de dommages-intérêts, formée par lui contre l'Etat, en réparation du préjudice causé à sa propriété par un débordement du Neigeas, affluent du Var ;

Vu la loi du 28 pluviôse an VIII ;

Considérant que le sieur B..., pour réclamer à l'Etat réparation du dommage survenu à sa propriété par suite du débordement des eaux du ravin de Neigeas, soutient que ce débordement et le dommage qui en est résulté sont dus principalement à la digue qui sert d'assiette à la route nationale n° 207 et à la négligence apportée par l'Etat au curage de ce ravin ;

Considérant d'une part, qu'il résulte de l'instruction et des pièces versées au dossier que la digue longitudinale construite dans le lit du Var et qui sert d'assiette à la route nationale n° 207 a été édifée sur les propositions et sur la demande du syndicat du Plan du Puget, formé de propriétaires par lesquels figurait celui des parcelles appartenant actuellement au sieur B... ; que la construction de cette digue et son utilisation pour l'établissement de la route nationale projetée d'Avignon à Nice, avait pour but, dans la pensée du syndicat, et a eu pour effet d'amener l'émergence de terrains conquis sur le Var et qui ont accru, moyennant la participation financière des intéressés, à leurs propriétés riveraines ; que, d'autre part, aux termes des conventions alors intervenues entre ces propriétaires et l'Etat, telles qu'elles ont été interprétées par l'arrêt du 21 novembre 1879, l'Etat n'a pris d'autre engagement que celui de procéder à l'édification, pour l'établissement de la route, de la ligue projeté ; qu'en ce qui concerne notamment l'encaissement et l'endigement des ravins transversaux aboutissant au Var, tels que le ravin de Neigeas, ces opérations sont restées à la charge des riverains qui ont pu n'y procéder qu'après