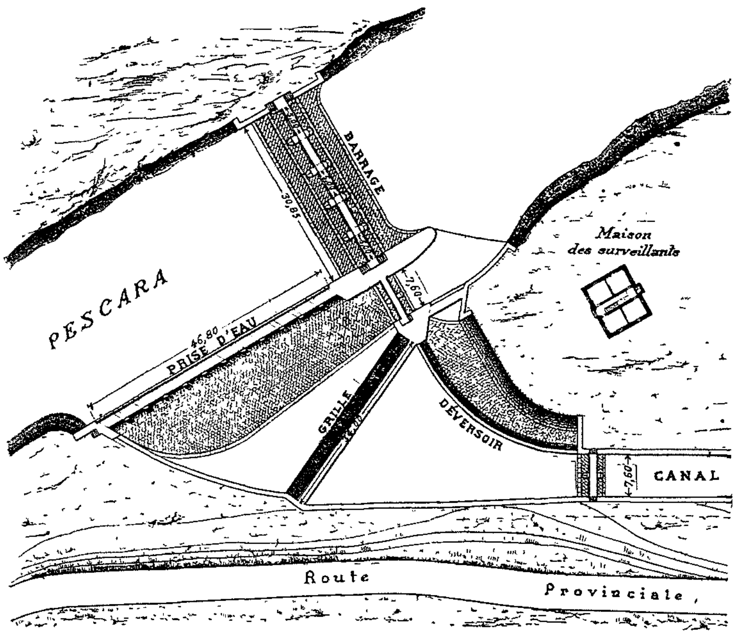
La chambre de mise en charge à une capacité de 1 750 m³, et est entièrement creusée dans le rocher. Elle est constituée par une galerie principale, de 30 m. de longueur et de 8 m. de largeur, d'où se détachent trois autres galeries, à angle droit avec la première, de 13 m. de longueur et ayant respectivement 7 m, 7 m. et 3 m. de largeur. A l'extrémité des deux premières galeries s'en détachent deux autres, de 7 m. de longueur et de 5m80 de largeur, d'où partent les 4 conduites forcées principales. Ultérieurement, une cinquième conduite partira de la troisième galerie précitée. La chambre de mise en charge est munie d'un déversoir, de vannes de purge, de grilles et de vannes d'arrêt placées immédiatement en avant des conduites forcées.

Les 4 conduites forcées principales ont 2m20 de diamètre et 100 m. de longueur ; une petite conduite de 0m60 alimente en outre les excitatrices. Elles ont une épaisseur de 5 à 7 mm., et sont renforcées tous les 1m80 par des anneaux en fer cornière.



L'usine génératrice de Tre Monti comprend un corps principal de bâtiment, de 45 m. de long sur 15 m. de large et 12 m. de haut, et d'une annexe à deux étages, de 31m50 sur 7 m. dans lequel se trouvent, au rez-de-chaussée, le tableau général et les transformateurs, et, au-dessus, le départ de la ligne de transmission.

L'usine comporte à l'heure actuelle 4 groupes électrogènes de 2800 HP, dont un de réserve et deux groupes d'excitation de 150 HP chacun. Les grosses turbines sont doubles, du type Francis, centripète parallèle, à aspiration les aubes sont mobiles. Les alternateurs sont à induit fixe et inducteurs tournants. Ils produisent du courant triphasé à 6 000 volts, 45 périodes, à la vitesse de 270 tours par minute. Les exitatrices tournent à 400 tours.

Une partie du courant alternatif est élevé à la tension de 25 000 volts au moyen de 4 transformateurs monophasés (dont 1 de réserve) de 150 K.V A. connectés en étoile. Le reste est utilisé directement à la tension de 600 volts.

De la centrale de Tre Monti partent 3 lignes de distribution, qui sont munies chacune d'interrupteurs automatiques et de déchargeurs Siemens Wurtz à jet d'eau.

Une première ligne, longue de 3,2 kms, fournit du courant à 600 volts à la *Società Italiana dell' Aluminio* à Bussi. Elle est constituée par 6 fils de 78 mm² de section, supportés par des poteaux métalliques.

Une seconde ligne, de 10 kms, fournit du courant à 6000 volts à la *Società dei prodoti azotati*, à Piano d'Orte. Elle est constituée par 3 fils de 40 mm², supportés par des poteaux en bois.

Enfin, une troisième ligne fournit du courant à 25 000 volts à la *Società Imprese Elettriche Abruzzesi*, à Castellamare et à Francavilla. Elle est constituée par 3 fils de 5 mm. de diamètre.

M. P.

THÉORIE DU DÉVERSOIR

Notes de M. Boussinesq, de l'Académie des Sciences

(Suite)

Théorie de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi et sans contraction latérale : cas de la nappe ondulée, et son raccordement au cas de la nappe plongeante (*).

I. — Lorsque, dans l'écoulement de l'eau sur un déversoir vertical en mince paroi, tenant toute la largeur du canal compris entre deux murs verticaux parallèles, la nappe de déversement est *noyée en dessous* par une masse d'eau tourbillonnante, dont la pression au niveau du seuil égale une fraction donnée N' de la pression $\rho g h$ qui s'y exercerait, à l'état de repos, si le niveau avait partout, au-dessus du seuil, sa hauteur h d'amont (dite *hauteur de charge*), le coefficient m du débit $mh\sqrt{2gh}$ par unité de longueur du déversoir est une certaine fonction de N', dont j'ai indiqué ou même effectué à très peu près le calcul dans une note du 1er juillet 1907, pour les valeurs de N' comprises entre $-\infty$ et 0,8. A cette limite $N' = 0,8$, un certain paramètre k, relié comme l'indique la formule :

$$\frac{R_0}{\eta} = \frac{k}{1-k}$$

au quotient du rayon R_0 de courbure des filets fluides inférieurs (à la traversée de la section contractée) par l'épaisseur correspondante η de la nappe, devient égal à 1, après avoir crû à partir de zéro pendant que N' passait de $-\infty$ à 0,8. Donc, à ce moment où $N' = 0,8$, les filets fluides sont sensiblement rectilignes à la traversée de la section contractée, après y avoir été, au début, fortement concaves vers le bas.

Or, les accroissements successifs de N' se produisent, effectivement, à mesure qu'on relève le *niveau d'aval* ou niveau de l'eau dans le canal de fuite, en abaissant de plus en plus une vanne située à quelque distance en aval du déversoir ; et ce niveau excède notablement le seuil au moment où $N' = 0,8$. Dès lors, la nappe, sans courbure sensible à la traversée de la section contractée (où elle est presque horizontale encore), n'a plus à descendre pour se joindre à l'eau stagnante ou tourbillonnante d'aval ; et elle cesse de plonger au sein de cette eau, ou de s'y *noyer* complètement, pour s'étaler simplement à sa surface et ne rester dès lors *noyée qu'en dessous*. M. Bazin a observé, en effet, qu'elle se tient à la surface libre ; et il l'a appelée *nappe ondulée*, en raison de quelques ondulations qu'elle y présente.

Il est clair que, si l'eau d'aval se relève encore plus, et rend supérieure à 0,8 la pression relative N' sous la nappe,

(*) Séance du 23 mars 1908.

la courbure des filets fluides à travers la section contractée restera insensible, le haut de la nappe ayant encore moins à descendre pour s'étaler sur l'eau d'aval ; et l'on aura désormais, d'une manière continue, $k = 1$, pour toutes ces nappes ondulées ou ne quittant plus la surfoce libre du canal de fuite.

Dès lors, la pression varie *hydrostatiquement* à la traversée de la section contractée, non moins qu'au-dessous d'elle où tourbillonne une eau censée *morte* ; et l'on reconnaît aisément que cela revient à poser, avec les notations de la Note citée, $K = N'$, Pour chaque valeur donnée de N', la quantité K, qui était jusque-là une variable indépendante, ne reçoit donc plus qu'une seule valeur, fonction de N', valeur qui est précisément celle avec laquelle s'était confondue, à l'instant ou k atteignait la limite 1, la valeur de K rendant maximum le coefficient m de débit.

Ainsi, il n'y a plus lieu, au-delà de $N' = 0{,}8$, ni à faire varier k, ni à appliquer le principe du débit maximum.

II. — L'hypothèse $k = 1$ réduit les équations (2) de la Note citée du 1er juillet 1907, par élimination de ν, à celle-ci :

$$c = \frac{3N' - 1}{8}. \qquad (\alpha)$$

Après quoi, les deux formules (1) de la même Note donnent, en éliminant n, et en observant que $\frac{\log. k}{k - 1}$ se réduit ici à l'unité :

$$m = (N' - c')\sqrt{1 - N'} = \frac{1 + 5N'}{8}\sqrt{1 - N'}. \qquad (\beta)$$

Divisons ce coefficient m de débit par celui, $m' = 0{,}4342$, du déversoir-type à nappe libre ; et puis donnons à N' différentes valeurs entre 0,8 et 1. Nous formerons, par exemple, le tableau suivant :

$N' =$	0,80	0,85	0,90	0,926	0,95	0,975	1,
$\frac{m}{m'} =$	0,644	0,585	0,501	0,441	0,370	0,267	0,

Or, la formule empirique donnée par M. Bazin, pour les valeurs de N' supérieures à 0,6, comme résumant le mieux les observations, est :

$$\frac{m}{m'} = 1{,}05\sqrt[3]{1 - N'};$$

et l'on en déduit comme résultats de l'expérience, pour les pressions relatives N' ci-dessus :

$$\frac{m}{m'} = 0{,}614 \quad 0{,}558, \quad 0{,}487 \quad 0{,}441 \quad 0{,}387 \quad 0{,}307 \quad 0.$$

Malgré les écarts assez sensibles qui les séparent, en général, des résultats théoriques précédents, on peut regarder la vérification comme satisfaisante : car la petite erreur inévitable sur N', dans chaque observation, en entraîne *ici* une bien plus grande sur la fonction m', vu la rapidité du décroissement de cette fonction dès qu'on approche un peu de la limite $N' = 1$.

III. — La valeur de n qu'on a éliminée ci-dessus, pour obtenir (β), entre les deux équations (1) de ma note du 1er juillet 1907 était :

$$n = \sqrt{\frac{1 - N'}{1 - c}} = \sqrt{\frac{8}{3}\frac{1 - N'}{3 - N'}}. \qquad (\gamma)$$

Elle offre un certan intérêt ; car elle entre, non moins que la contraction inférieure c de la nappe, dans l'expression générale du rapport :

$$\frac{\eta}{h} = (1 - c)(1 - n^2k^2),$$

de l'épaisseur η de la nappe déversante à la hauteur h de charge. Ce rapport, en y faisant $k = 1$, et substituant les valeurs (α), (γ) de c et de n, devient.

$$\frac{\eta}{h} = \frac{1 + 5N'}{8}. \qquad (\delta)$$

L'épaisseur η de la nappe ondulée serait ainsi, dans la section contractée, une fraction de la hauteur h de charge, croissante de $\frac{5}{8}$ à $\frac{6}{8}$ lorsque la pression relative N' sous la nappe grandit de 0,8 à 1, fraction égale en moyenne à $\frac{11}{16}$, ou à 0,6875. Elle diffère donc peu de sa valeur limite $\frac{2}{3}$ dans le déversoir théorique (à seuil épais et évasé) de Bélanger, valeur qui se trouve convenir aussi, très sensiblement, tant aux nappes noyées en dessous et plongeantes, qu'à la nappe libre, dans les déversoirs verticaux sans contraction latérale.

IV. — Il est naturel de se demander si l'expression (β) du coefficient de débit, relatif au nappes ondulées, ou applicables aux valeurs de N' plus grandes que 0,8, se raccorde avec celle, beaucoup plus compliquée, qui convient aux autres nappes noyées en dessous, c'est-à-dire convexes vers le haut et plongeantes, où N' est inférieur à 0,8. Dans celle-ci, le coefficient de débit est la valeur maximum, pour k variable mais N' donné et constant, de la formule de m qui s'obtient par l'élimination de n, ν et c entre les équations (1) et (2) de la Note citée. Cette formule (ε) :

$$m = \frac{k \log k}{2(k^2 - 1)}\left[(2 + k) - k^2\left(2 + k - \frac{k^2}{2}\right)(1 - N')\right]\sqrt{1 - N'}$$

ayant la forme f (N', k), la relation $m =$ f (N', k) représente une famille de courbes, dont k désignerait le paramètre et où m, N' seraient respectivement l'ordonnée et l'abscisse. D'ailleurs, le maximum dont il s'agit se prend sans faire varier N', mais en déterminant k par l'équation $\frac{dm}{dk} = 0$. La suite des points considérée, depuis $N' = -\infty$ jusqu'à $N' = 0{,}8$, constitue donc *l'enveloppe* de cette famille de courbes ; et, comme $k = 1$ pour $N' = 0{,}8$, c'est *l'enveloppée* (β), correspondant justement à $k = 1$, qui la continue au delà de $N' = 0{,}8$. Or, celle-ci est, comme toutes les enveloppées, tangente à l'enveloppe, en son point commun avec elle.

Il y a donc bien raccordement, ou contact du premier ordre, entre les deux expressions du coefficient de débit relatives aux deux sortes de nappes noyées en dessous, qui sont les nappes *plongeantes* et les nappes *ondulées*.

Propriétés diverses des courbes exprimant, soit par son enveloppe, soit directement, les coefficients de débit m d'un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous, en fonction de la pression relative N' exercée sous ces nappes au niveau du seuil (*)

I. — J'ai montré, dans le *Compte rendu* de la précédente séance, comment le coefficient m de débit d'un déversoir vertical à nappe noyée en dessous se déduit, pour N' donné entre $-\infty$ et 0,8, pour les nappes *plongeantes* de l'équation (1) suivante :

$$m = \frac{k \log k}{2(k^2-1)}\left[(2+k)-k^2\left(2+k-\frac{k^2}{2}\right)(1-N')\right]\sqrt{1-N'}$$

par l'élimination de k au moyen de la relation $\frac{dm}{dk} = 0$, et comment, pour les autres valeurs de N' (comprises entre 0,8 et 1) ou pour les nappes *ondulées*, il y a lieu de faire constamment $k = 1$ dans la même équation (1). En d'autres termes, le coefficient m de débit est représenté, dans le cas des nappes plongeantes, par l'enveloppe de la famille des courbes (1), où m serait l'ordonnée, N' l'abscisse et k le paramètre, variable de zéro à 1, tandis que, de $N' = 0,8$ à $N' = 1$, c'est-à-dire dans le cas des nappes *ondulées*, l'enveloppe de la famille se trouve continuée par la dernière enveloppée considérée ou correspondant à $k = 1$. Il y a donc quelque intérêt à étudier cette famille de lignes, dont chacune fournit, de $k = 0$ à $k = 1$, un élément à la courbe représentant les coefficients de débit, et dont la dernière donne même, à elle seule, un arc notable de cette courbe, savoir sa partie finale.

II. — L'équation (1) a la forme :

$$m = (a + bN')\sqrt{1-N'}, \qquad (2)$$

dans laquelle se trouve compris le coefficient de débit du déversoir théorique (à seuil épais et évasé) de Bélanger. En effet, sur celui-ci, où les filets fluides sont supposés rectilignes et parallèles, et où la contraction inférieure c est nulle, on a, si h est la hauteur de charge, h' la hauteur de la section contractée, et p la pression $N'\rho gh$ sur le seuil :

$$p = \rho gh' = N'\rho gh; \quad \text{d'où } N' = \frac{h'}{h}.$$

D'autre part, le débit $mh\sqrt{2gh}$ y est, comme on sait, $h'\sqrt{2g(h-h')}$, avec h' décroissant (suivant le niveau d'aval), depuis h jusqu'à la limite, $\frac{2}{3}h$, qui rend le débit maximum. Donc, il vient alors :

$$m = N'\sqrt{1-N'}. \qquad (3)$$

III. — Or, la forme (2) montre que toutes les courbes de la famille (ou enveloppées) se terminent, du côté des N' positifs, et quant à leurs ordonnées m positives, au point ($N' = 1$, $m = 0$) où elles coupent perpendiculairement l'axe des abscisses N'. L'une d'elles se réduit à une parabole ayant cet axe comme axe de symétrie : la valeur de k y est celle qui, excédant zéro, annule le coefficient de $1 - N'$ dans l'expression entre crochets de (1) : elle égale $1+\sqrt{5}$. Mais cette valeur se trouve, comme on voit, bien au delà de toutes celles qu'il y a lieu de considérer dans la question physique.

L'ordonnée m maximum de chaque enveloppée se produit pour l'abscisse N' donnant $\frac{dm}{dN'} = 0$. On obtient pour ce point d'ordonnée maxima :

$$\left\{\begin{aligned} 1 - N' &= \frac{2+k}{3\left(2k^2+k^3-\frac{1}{2}k^4\right)}, \\ m &= \frac{k(2+k)\log k}{3\sqrt{3}(k^2-1)}\sqrt{\frac{2+k}{2k^2+k^3-\frac{1}{2}h^4}}. \end{aligned}\right.$$

Par exemple, pour $k = 1$:

$$N' = \frac{3}{5} \quad \text{et} \quad m = \frac{1}{\sqrt{10}} = 0,31623.$$

Cette ordonnée m maximum de chaque enveloppée est, d'ailleurs, plus petite que l'ordonnée m de l'enveloppe correspondant à la même abscisse N' ; car celle-ci est encore représentée par la formule générale (1), mais où k reçoit, pour N' pareil, la valeur rendant m le plus grand possible.

Ainsi l'enveloppe passe, au moins entre $N' = -\infty$ et $N' = 0,8$, au-dessus des enveloppées, dont deux se croisent, par suite, à chaque point voisin de l'enveloppe et situé au-dessous d'elle. L'équation (1), où l'on regarderait comme inconnu le paramètre k, y a donc alors deux racines réelles distinctes, qui deviennent égales sur l'enveloppe et imaginaires au-delà.

IV. — Comme l'enveloppe a, de $N' = -\infty$ à $N' = 0,8$, ses ordonnées m décroissantes, l'élément des enveloppées commun avec elle appartient à la portion des courbes comprise entre leur ordonnée maximum et le point final ($N' = 1$, $m = 0$), c'est-à-dire à la partie descendante. Leur première partie, celle qui monte, n'est donc pas utilisée pour la construction de l'enveloppe.

Enfin, nulle part ailleurs que pour $N' = 1$ et $m = 0$, l'enveloppe, même construite en entier, bien au-delà de la limite $N' = 0,8$ de son emploi dans la question physique, n'offre de tangente verticale, parallèle à l'axe des ordonnées m ; car les enveloppées n'ont pas d'autre élément vertical, où devienne infinie la dérivée $\frac{dm}{dN'}$, que le dernier, aboutissant au point ($N' = 1$, $m = 0$), commun à toutes.

V. — Les courbes (1) correspondant aux petites valeurs de k, ou dont l'ordonnée positive m reste voisine de zéro, sauf du côté des fortes abscisses N' négatives, méritent une étude particulière, en raison de leur analogie avec la courbe assez simple (3) propre au déversoir de Bélanger.

Renversons le sens des abscisses positives, et prenons pour origine le point ($N' = 1$, $m = 0$), commun à toutes nos courbes, en appelant N'' notre nouvelle abscisse $1 - N'$. La relation (1) deviendra l'équation (4) suivante :

$$m = \frac{k \log k}{2(k^2-1)}\left[(2+k)-k^2\left(2+k-\frac{k^2}{2}\right)N''\right]\sqrt{N''}.$$

(*) Séance du 30 mars 1908.

D'ailleurs, dans la nouvelle équation caractérisant le déversoir de Bélanger, $m = (1 - N'')\sqrt{N''} = N''^{\frac{1}{2}} - N''^{\frac{3}{2}}$, remplaçons, pour plus de clarté, l'abscisse N'' par X et l'ordonnée m par Y, de manière à avoir :

$$Y = (1 - X)\sqrt{X}. \qquad (5)$$

Puis, établissons une correspondance, point par point, entre deux courbes à coordonnées respectives (N'', m) et (X, Y) en posant :

$$X = k^2 N'', \qquad m = \left(1 + \frac{k}{2}\right)\left(\log \frac{1}{k}\right)\frac{\lambda}{1 - k^2};$$

d'où

$$N'' = \frac{X}{k^2}. \qquad (6)$$

La substitution de ces dernières valeurs à m et à N'' dans (4) donnera :

$$Y = \left[1 - \left(1 - \frac{k^2}{4 + 2k}\right) X\right]\sqrt{X}, \qquad (7)$$

relation qui, pour k^2 infiniment voisin de zéro, se réduit à (5).

Donc, lorsque le paramètre k devient assez petit, ou que la courbure des filets fluides inférieurs est grande dans la section contractée, cas dont approchent les nappes adhérentes, la courbe (4) prend des allures analogues à celles qu'elle aurait dans le déversoir de Bélanger.

Les deux dernières relations (6) montrent que, pour ces courbes correspondant à k^2 très petit, les nouvelles abscisses N'' qui rendent X et, par suite, Y, sensibles, sont très grandes, de l'ordre de $\frac{1}{k^2}$, et qu'alors les ordonnées m sont grandes aussi, mais seulement de l'ordre incomparablement moindre, de $\log \frac{1}{k}$.

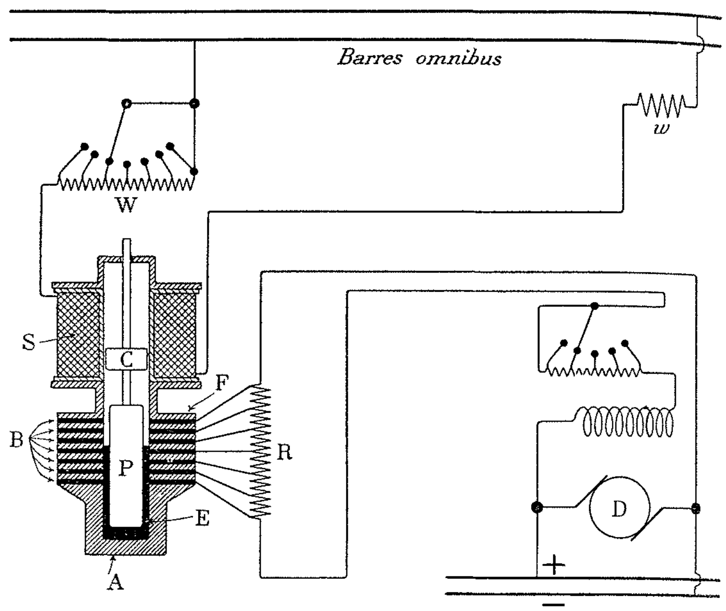
Le maximum de m, pour N' ou N'' variables, correspond à celui, $\frac{2}{3\sqrt{3}}$, de Y dans (5), et à $X = \frac{1}{3}$ ou à $N'' = \frac{1}{3k^2}$. Il égale $\frac{1}{3\sqrt{3}} \frac{2+k}{1-k^2} \log \frac{1}{k}$, et son rapport à N'' est la quantité très petite $\frac{2+k}{\sqrt{3}} \frac{k^2}{1-k^2} \log \frac{1}{k}$.

On reconnaît assez facilement que, sauf erreur *relative* négligeable, le maximum de m, *considéré comme fonction de* k, ne se distingue pas alors du précédent, ou qu'il correspond encore à $X = \frac{1}{3}$ et à $Y = \frac{2}{3\sqrt{3}}$.

Régulateur Automatique de Voltage système Dick

Ce régulateur se compose d'une résistance R" qui est intercalée dans le circuit d'excitation de la dynamo D' et dont divers points sont connectés à des bagues métalliques B, séparées les unes des autres par des bagues isolantes F. Ces bagues sont empilées au-dessus d'un cylindre creux A, qui contient du mercure E, et forment prolongement du cylindre A. Dans ce cylindre pénètre un piston plongeur P, relié rigidement avec le noyau C d'un solénoïde S qui est parcouru par le courant d'une dérivation faite sur les barres omnibus dont on veut maintenir le voltage constant. Sur cette dérivation sont branchées une résistance additionnelle fixe w et une résistance variable à volonté W.

Lorsque le voltage vient à baisser, le courant qui traverse le solénoïde S diminue, et le piston P descend dans le cylindre A. Le mercure, chassé par le piston P, remonte et, par cela même, shunt plus ou moins la résistance R, ce qui, finalement, augmente le courant d'excitation de la dynamo D et relève le voltage de celle-ci. C'est l'inverse qui se produit lorsque le voltage vient à augmenter.



Ce régulateur fonctionne dans les stations centrales génératrices du chemin de fer monophasé de Bade à Vienne. Evidemment, la dynamo D représente dans ce cas les excitatrices de ces stations, ainsi que de celles qui sont à courants alternatifs.

Cet appareil est construit par les établissements Siemens-Schuckert.

Décret du 3 Avril 1908, portant Règlement d'Administration pour l'application de la Loi du 15 juin 1906 sur les Distributions d'Energie.

LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE,

Sur le rapport du Ministre de l'Intérieur, du Ministre des Travaux publics, des Postes et des Télégraphes, et du Ministre de l'Agriculture ;

Vu la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie, notamment l'article 18 portant que des règlements d'administration publique détermineront :

« 1° La forme des enquêtes prévues aux articles 6, 11 et 12, étant stipulé que l'avis des Conseils municipaux intéressés devra être demandé au cours de ces enquêtes ;

« 2° Les formes de l'instruction des projets et de leur approbation ;

. . . .

« 4° Les conditions générales et d'intérêt public auxquelles devront satisfaire les ouvrages servant à la distribution d'énergie soit en vertu de concessions, soit en vertu de permissions de voirie ;

« 5° La forme des réquisitions à adresser en vertu de l'article 17 ;

« 6° Les mesures relatives à la police et à la sécurité de l'exploitation des distributions d'énergie ;

. . . .

« 8° Et, en général, toutes les mesures nécessaires à l'exécution de la présente loi » ;

Vu l'avis du Comité d'électricité institué en vertu de l'article 20 de la loi du 15 juin 1906.

Le Conseil d'Etat entendu, décrète :