territoire de Pontecagnano, et rejoint ensuite Cava dei Tirreni; elle traverse la ligne de chemin de fer, suit le versant nord du mont Albino, et descend ensuite dans la plaine, vers Scafati, en longeant parallèlement la ligne du chemin de fer jusqu'à la sous-station de transformation de Torre Annunziata.

Les isolateurs sont formés par deux pièces en porcelaine scellées ensemble au moyen d'un mastic de litharge et de glycérine. Ils sont fixés aux supports métalliques au moyen d'une capsule filetée en laiton.

Pour les essais de perforation, les deux parties séparées de ces isolateurs ont été soumises à 50 000 volts, et l'isolateur complet à 100 000 volts.

Pour l'arc extérieur, les isolateurs ont été essayés sous une pluie tombant à 45° et d'une intensité de 1 mètre à l'heure; aucun arc extérieur ne s'est produit sous une tension de 45 000 volts.

Pour la résistance mécanique, et sous l'effet d'une traction de 800 kilogrammes, la partie en porcelaine n'a subi aucune altération, et le support métallique aucune déformation durable.

Les parafoudres sont concentrés dans la station génératrice, et dans les stations de transformation et de sectionnement. Ils sont en nombre suffisant pour garantir le bon fonctionnement de toute la ligne.

Les épissures des fils sont faites au moyen de joints Hoffmann, dans les interstices desquels on a coulé de l'étain.

Dans la partie qui est comprise entre la station génératrice et Pontecagnano, en outre des deux lignes mentionnées plus haut, les poteaux supportent encore une troisième ligne à 3 000 volts, qui alimente diverses installations industrielles et, notamment, le labourage électrique de MM. Campione et Cie.

Les sous-stations de transformation sont construites à deux étages A l'étage inférieur sont installés les transformateurs, et à l'étage supérieur se trouvent les interrupteurs de ligne, les parafoudres, les fusibles, etc. A l'entrée de la ligne à 3 000 volts sont installés des parafoudres à cornes, avec résistances liquides. A la sortie de la basse tension, on a adopté des parafoudres de différents types, suivant la tension du courant secondaire.

Tous les transformateurs, dans les sous-stations, sont munis de ventilateurs qui projettent l'air directement contre leurs caisses. Ils réduisent la tension de la ligne de 30 000 volts à 2 000, 1 000 ou 500 volts, suivant les besoins, par le simple changement des enroulements du secondaire. En outre, les connexions des enroulements primaires peuvent être modifiées pour utiliser au besoin la tension de 17 500 volts.

Les travaux d'aménagement de l'installation du Tusciano ont été exécutés sous la direction de la Société Franco-Suisse pour l'Industrie Electrique.

A. Rey,
Ingénieur-Electricien,
Licencié ès-Sciences.

SUPPRESSION DE L'ÉLECTROLYSE DES CONDUITES MÉTALLIQUES

Même dans les installations de traction par courants alternatifs avec retour par les rails, les courants vagabonds produisent parfois l'électrolyse des conduites métalliques, car la demi-onde, négative ne neutralise pas exactement l'effet de la demi-onde positive. Afin d'éviter ces corrosotions, la *British Thomson Houston C°* (Brevet anglais n° 4181) propose de superposer au courant alternatif un courant conservant un sens déterminé, et ayant une intensité de 1,5 pour 100 du courant alternatif principal. Pour obtenir ce courant on peut, entr'autres moyens, se servir d'une soupape à mercure.

Mouvements des Liquides dans les corps creux de révolution

Par le Professeur Dr PRÁŠIL (*)

(Suite et fin)

III. — ÉCOULEMENTS SIMPLES AVEC MOUVEMENT CIRCULAIRE

Nous désignerons sous le nom d'écoulements simples avec mouvement circulaire, les écoulements pour lesquels il existe une composante de vitesse u, mais où, d'autre part, les différents points d'un même parallele sont animés du même mouvement, et sont soumis aux mêmes pressions, et où, de plus $\omega = 0$; c'est, par conséquent, le cas de l'écoulement dans un tuyau.

Cette étude est encore basée sur la permanence du mouvement.

Les caractéristiques de ce mouvement sont traduites par :

$$\frac{\partial w}{\partial \varphi} = 0 \qquad \frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0 \qquad \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0 \qquad \frac{\partial p}{\partial \varphi} = 0$$

$$\omega = 0 \qquad \frac{\partial w}{\partial t} = 0 \qquad \frac{\partial v}{\partial t} = 0 \qquad \frac{\partial u}{\partial t} = 0$$

Les équations fondamentales prennent la forme :

$$-g - g\frac{\partial p}{\partial z} = w\frac{\partial w}{\partial z} + v\frac{\partial w}{\partial r} \qquad (A)$$

$$\frac{u^2}{r} - g\frac{\partial p}{\partial z} = w\frac{\partial v}{\partial z} + v\frac{\partial v}{\partial r} \qquad (B)$$

$$-\frac{uv}{r} = w\frac{\partial u}{\partial z} + v\frac{\partial u}{\partial r} \qquad (C)$$

$$\frac{\partial w}{\partial z} - \frac{v}{r} + \frac{\partial v}{\partial r} = 0 \qquad (D)$$

Comme l'équation (D) ne dépend pas de u, on voit que la condition de continuité n'est pas troublée, dans ce cas, par l'existence d'un mouvement circulaire.

Pour qu'un écoulement de ce genre se fasse sans tourbillons, il faut que l'on ait :

$$2\lambda = \frac{\partial w}{\partial r} - \frac{\partial v}{\partial z} = 0 \qquad 2\mu = \frac{\partial u}{\partial z} = 0$$

$$2\nu = -\frac{1}{r}\frac{\partial ur}{\partial r} = 0$$

il en résulte que, dans tout l'espace considéré, on doit avoir :

$$ur = C^{te}$$

Multiplions l'équation (A) par dz, (B) par dr, additionnons, en remarquant que, pour $\lambda = 0$, on a $\frac{\partial w}{\partial r} = \frac{\partial v}{\partial z}$, et intégrons; il vient :

$$\frac{p - p_0}{\gamma} + (z - z_0) + \frac{w^2 - w_0^2}{2g} + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = 0$$

(*) Traduction des articles parus dans la *Schweizerische Bauzeitung* vol XLI; nos 19, 21, 22, 25 et 26, par M. Georges Servière, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur aux Ateliers de constructions Neyret-Brenier et Cie de Grenoble.

Comme :

$$w^2 + v^2 + u^2 = c^2 \qquad \text{et} \qquad w_0^2 + v_0^2 + u_0^2 = c_0^2$$

il reste :

$$\frac{p - p_0}{\gamma} + (z - z_0) + \frac{c^2 - c_0^2}{2g} = 0$$

Ce mouvement continu n'est possible que s'il existe aussi une cloison intérieure, sur laquelle se trouvent les lignes S_i (fig. 13); sinon, pour les valeurs extrêmes des constantes du produit ur, dans le voisinage de l'axe, u prend des valeurs infiniment grandes ; il faudrait donc que la pression p prît des valeurs négatives, ce qui est impossible au point de vue physique.

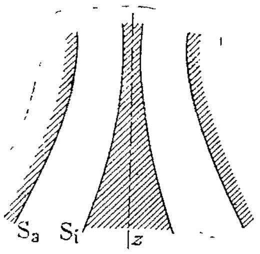

Fig. 13.

S'il n'y a pas de cloison intérieure, il se formera, après une rentrée d'air suffisante, un entonnoir, ou bien des mouvements discontinus, avec, éventuellement, des entraînements d'air.

Si le tuyau est utilisé comme tuyau d'aspiration d'une turbine, on peut satisfaire à la condition précédemment énoncée, en donnant une forme appropriée à l'arbre.

La règle, employée dans la construction des turbines, et d'après laquelle on fait en sorte que la vitesse absolue de sortie de la roue mobile soit perpendiculaire à la vitesse tangentielle au point de sortie, se trouve par cela même justifiée lorsque la turbine comporte un tuyau d'aspiration.

Si on prend les différentielles partielles de l'équation (A) par rapport à r et de l'équation (B) par rapport à z, que l'on retranche l'une de l'autre, en remarquant que :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial z \, \partial r} = \frac{\partial^2 p}{\partial r \, \partial z} \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial w}{\partial r} - \frac{\partial v}{\partial z} = 2\lambda$$

on obtient, comme plus haut :

$$w \frac{\partial \lambda}{\partial z} + v \frac{\partial \lambda}{\partial r} - \frac{v}{r}\lambda - \frac{u}{r}\frac{\partial u}{\partial z} = 0$$

ou bien :

$$w \frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial z} + v \frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial r} = \frac{u}{r^2}\frac{\partial u}{\partial z} \qquad \text{(a)}$$

L'équation de continuité (D) est indépendante de u ; on peut donc poser comme précédemment :

$$rw = \frac{\partial S}{\partial r} \qquad - rv = \frac{\partial S}{\partial z} \qquad \text{(b)}$$

où S est encore une fonction de r et de z, mais n'est plus la fonction des lignes d'écoulement; nous désignerons, dans la suite, ces surfaces de révolution sous le nom de surfaces d'écoulement.

L'équation (C) peut se transformer en :

$$w \frac{\partial ur}{\partial z} + v \frac{\partial ur}{\partial r} = 0$$

et l'on voit que, pour $\frac{\partial ur}{\partial z} = 0$, c'est-à-dire $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$, ur est constant également, tant que la valeur numérique de u est différente de 0.

En tirant w et v de l'équation (b), et en portant dans (a), on obtient, dans le cas où $\frac{\partial u}{\partial z} = 0$

$$\frac{1}{r}\frac{\partial S}{\partial r}\frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial z} - \frac{1}{r}\frac{\partial S}{\partial z}\frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial r} = 0$$

Cette équation est satisfaite pour $\frac{\lambda}{r} = m\,S + n$, où m est n sont des constantes; il s'ensuit que :

Dans un tuyau fixe, où, suivant les définitions du paragraphe précédent, il se produit un écoulement simple, tourbillonnaire ou non, il peut se produire un mouvement circulaire, sans modification des surfaces d'écoulement, tant que $ur = C^{te}$ dans tout l'espace considéré.

En portant dans l'équation transformée (c) les valeurs de w et de v tirées de l'équation (b), il vient :

$$\frac{1}{r}\frac{\partial S}{\partial r}\frac{\partial ur}{\partial z} - \frac{1}{r}\frac{\partial S}{\partial z}\frac{\partial ur}{\partial r} = 0$$

Cette équation est satisfaite par :

$$ur = \eta S + \delta \qquad \text{(c)}$$

η et δ étant des constantes.

Il en résulte que, dans le cas où $\frac{\partial ru}{\partial z}$, et par suite $\frac{\partial u}{\partial z}$, ne sont pas nuls, le produit ur est cependant constant pour les différents points d'une même surface d'écoulement, car, pour une telle surface, S est constant.

De l'équation (c) il résulte que :

$$\frac{u}{r^2}\frac{\partial u}{\partial z} = \frac{\eta S + \delta}{r^3}\frac{\eta}{r}\frac{\partial S}{\partial z}$$

et l'on en conclut, en tenant compte de la valeur de u tirée de (a) et des valeurs de w et de v tirées de (b) :

$$\frac{\partial S}{\partial r}\frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial z} - \frac{\partial S}{\partial z}\left(\frac{\partial \frac{\lambda}{r}}{\partial r} + \frac{\eta S + \delta}{r^3}\eta\right) = 0 \qquad \text{(d)}$$

et comme $\frac{\partial w}{\partial r} - \frac{\partial v}{\partial z} = 2\lambda$, on a :

$$\frac{\partial^2 S}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial r^2} - \frac{1}{r}\frac{\partial S}{\partial r} = 2r\lambda \qquad \text{(e)}$$

On peut éliminer λ entre (d) et (e), et l'on obtient pour S une équation différentielle, qui sert d'équation générale pour déterminer les méridiennes des surfaces d'écoulement; en tenant compte de (b), de (c), et des grandeurs w, v et u, ces surfaces servent à déterminer les lignes d'écoulement; en tenant compte des équations fondamentales (A),(B),(C), elles servent à déterminer les pressions.

IV. — ÉCOULEMENT DANS DES CANAUX DIRECTEURS FIXES

Nous supposons que les directrices fixes sont disposées dans le corps creux de révolution comme dans le distributeur d'une turbine à admission totale ; nous supposerons de plus l'épaisseur de ces directrices négligeable.

Des directrices de ce genre, entre lesquelles doivent se produire des écoulement simples — suivant les précédentes définitions — se déterminent facilement comme suit :

Si, dans un tuyau fixe, où se produit un écoulement dit simple, on mène des lignes partant de l'axe, ou de la cloison intérieure, et allant à la cloison extérieure, et si l'on prend ces lignes comme directrices de surfaces, dont les génératrices sont les lignes d'écoulement coupant ces directrices, ces surfaces peuvent être réalisées matériellement, et constituer les parois des canaux directeurs; l'espace compris entre les cloisons du tuyau et deux de ces parois de canaux constitue un canal directeur. Dans ce cas, les pressions sont égales des deux côtés des parois des directrices.

L'exemple suivant rendra la chose plus claire.

Très souvent, dans les turbines Francis, les directrices sont comprises entre deux plans parallèles, perpendiculaires à l'axe de la turbine; ces plans constituent, dans ce cas, les parois du tuyau, l'axe de la turbine étant l'axe des z.

Quand l'écoulement est continu, $w = 0$; dans le cas des mouvements non tourbillonnaires, on a :

$$2\lambda = \frac{\partial w}{\partial r} - \frac{\partial v}{\partial z} \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial r w}{\partial z} + \frac{\partial r v}{\partial r} = 0$$

et comme $\frac{\partial w}{\partial r} = 0$, et $\frac{\partial r w}{\partial z} = 0$, il en résulte que :

$$\frac{\partial v}{\partial z} = 0 \qquad\qquad r v = C^{te} = k_1$$

D'après ce que nous avons vu, $ru = C^{te} = k_2$.

Pour des valeurs déterminées de k_1 et de k_2, le mouvement est complètement déterminé.

L'équation des lignes d'écoulement s'obtient au moyen de la relation suivante, qui se comprend clairement au moyen de la figure 14 :

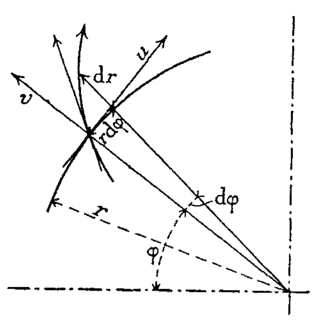

Fig. 14.

$$\frac{dr}{r\,d\varphi} = \frac{v}{u}$$

c'est-à-dire :

$$\frac{dr}{r\,d\varphi} = \frac{k_1}{k_2}$$

ou :

$$r = r_0 e^{\frac{k_1}{k_2}\varphi}$$

de sorte que les lignes d'écoulement sont des spirales logarithmiques.

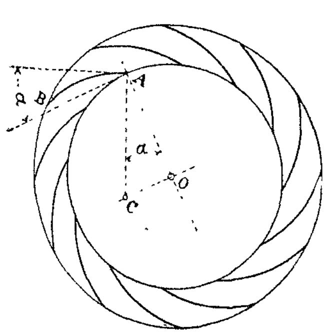

Fig. 15.

AB Rayon de courbure de la spirale logarithmique AB, pour le point A.

Comme lignes directrices, on peut prendre des droites parallèles à l'axe, régulièrement réparties sur des surfaces cylindriques ayant le même axe; on obtient alors le système de distribution représenté **fig.** 15. Pour que l'eau entre correctement dans un distributeur ainsi constitué, il faut employer une huche en spirale; on voit donc que le type moderne de turbine spirale répond aux conditions de la théorie. La détermination des constants k_1 et k_2 ne présente aucune difficulté, étant donné les propriétés géométriques de la spirale logarithmique.

Avec des directrices de cette forme, les pressions sont égales de part et d'autre de la directrice, d'après ce qui a été dit plus haut; il n'entre donc en jeu aucun moment tendant à faire tourner l'appareil de distribution, ce qui, d'ailleurs, résulte de $ur = C^{te}$, d'après ce qu'on sait sur les moments.

On déterminerait de même les directrices avec d'autres formes de tuyaux et d'autres mouvements.

V. – ÉCOULEMENT DANS DES CANAUX ANIMÉS D'UN MOUVEMENT DE ROTATION

Nous allons enfin étudier le cas de l'écoulement dans des canaux groupés dans un corps creux de révolution, comme une roue de turbine, par exemple, et animés d'une vitesse angulaire ω constante. Les parois latérales des canaux sont constituées par deux plans parallèles, perpendiculaires à l'axe des z, comme précédemment pour les directrices, de telle sorte que l'on a partout $w = 0$; nous supposons, de plus, le mouvement permanent.

Les équations fondamentales deviennent :

$$-g - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial z} = 0 \tag{A}$$

$$r\omega^2 + 2u\omega + \frac{u^2}{r} - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial r} = v\frac{\partial v}{\partial r} + \frac{u}{r}\frac{\partial v}{\partial \varphi} \tag{B}$$

$$-2v\omega - \frac{uv}{r} - \frac{g}{\gamma}\frac{1}{r}\frac{\partial p}{\partial \varphi} = v\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{u}{r}\frac{\partial u}{\partial \varphi} \tag{C}$$

$$\frac{v}{r} + \frac{\partial v}{\partial r} + \frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0 \tag{D}$$

En considérant des aubes infiniment minces, et des écoulements identiques dans tous les plans perpendiculaires à l'axe, on obtient :

$$\frac{\partial v}{\partial z} = 0 \qquad \frac{\partial u}{\partial z} = 0 \qquad \text{et} \qquad \lambda = 0$$

de plus, nous supposons $ru = k_i = C^{te}$ (a)

D'après cela, en tenant compte de l'équation de continuité (D), qui peut s'écrire :

$$\frac{\partial r v}{\partial r} - \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$$

il vient :

$$\frac{\partial v}{\partial \varphi} = 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$$

c'est-à-dire que toutes les composantes des vitesses, dans cette hypothèse, sont indépendantes de φ.

Les équations fondamentales peuvent encore se simplifier comme suit :

$$r\omega^2 + 2u\omega + \frac{u^2}{r} - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial r} = -\frac{k_1}{r^3} \tag{B_1}$$

$$-2k_1\omega - \frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial \varphi} = \frac{k_1}{r}\frac{\partial r u}{\partial r} \tag{C_1}$$

Prenons les différentielles partielles de (B_1) par rapport à φ, et de (C_1) par rapport à r, faisons la soustraction, en remarquant que :

$$\frac{\partial^2 p}{\partial z \partial r} = \frac{\partial^2 p}{\partial r \partial z} \qquad \frac{\partial u}{\partial \varphi} = 0$$

et que ω est constant ; on a, pour déterminer u :

$$\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{k_1}{r}\frac{\partial ur}{\partial r}\right) = 0$$

ou :

$$\frac{\partial ur}{\partial r} = \frac{k_2}{k_1} r$$

d'où :

$$ur = \frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} r^2 + k_3$$

Les dimensions des constantes : k_1, k_2, k_3 sont respectivement : $l^2 t^{-1}$, $l^2 t^{-2}$, $l^2 t^{-1}$

L'équation différentielle des lignes d'écoulement et, par par suite, des aubes, résulte de :

$$\frac{dr}{r d\varphi} = \frac{v}{u} = \frac{k_1}{\frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} r^2 + k_3} \qquad (c)$$

On a, ensuite, pour déterminer la pression :

$$\frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial z} = -g \qquad (A_2)$$

$$-\frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial r} = -r\omega^2 - \left(\frac{k_2}{k_1} r + \frac{k_3}{r}\right)\omega - \frac{1}{r}\left(\frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} r^2 + k_3\right)^2 - \frac{k_1}{r^3} \qquad (B_2)$$

$$-\frac{g}{\gamma}\frac{\partial p}{\partial \varphi} = (k_2 + 2k_1\omega) \qquad (C_2)$$

Le mouvement du fluide dans les canaux est, par suite, parfaitement défini, lorsqu'on a les valeurs correspondantes des constantes k_1, k_2, k_3 ; tel est le mouvement relatif de l'eau dans la roue en mouvement.

Il n'y a aucune difficulté à déterminer l'écoulement absolu, si l'on remarque que la composante v_a est la même pour l'écoulement absolu que pour l'écoulement relatif, que, au contraire, la composante u_a de l'écoulement absolu est la résultante de u et de $r\omega$; on obtient ainsi les composantes de l'écoulement par :

$$v_a = \frac{k_1}{r} \qquad (a_1)$$

et

$$u_a = u + r\omega = \frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} r + \frac{k_3}{r} + r\omega \qquad (b_1)$$

Comme équation différentielle des trajectoires absolues, on a :

$$\frac{dr}{r d\varphi} = \frac{v_a}{u_a} = \frac{k_1}{\left(\frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} + \omega\right) r^2 + k_3} \qquad (c_1)$$

L'équation (C_2) donnne la variation de la pression le long d'un parallele, et il en résulte :

$$-\frac{g}{\gamma}(p_1 - p_2) = (k_2 + 2k_1\omega)(\varphi_1 - \varphi_2) - \frac{g}{\gamma}\Delta p = (k_2 + 2k_1\omega)\Delta\varphi$$

L'angle $\Delta\varphi$ (fig. 16) est constant pour 2 aubes consécutives, quel que soit le parallèle considéré ; par suite, Δp est constant également, puisque $k_2 + 2k_1\omega$ est constant ; si les aubes sont régulièrement réparties, ce Δp représente aussi la différence de pression du liquide sur les deux faces de l'aube, et il en résulte, pour la détermination du moment de rotation, dans un canal, pour l'unité de longueur de l'axe des z.

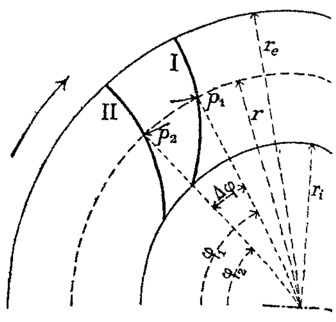

Fig. 16.

$$dM = r(\Delta p)\, dr = \frac{\gamma}{g}(k_2 + 2k_1\omega)(\Delta\varphi)\, r dr$$

$$M = \frac{\gamma}{g}(k_2 + 2k_1\omega)(\Delta\varphi)\frac{r_e^{\,2} - r_i^{\,2}}{2}$$

Ce résultat peut se tirer également de la valeur du moment moteur tiré de la théorie habituelle des turbines ; d'après cette théorie, si $\frac{\gamma Q}{g}$ représente la masse d'eau passant par seconde dans le canal, le moment moteur transmis à la roue est :

$$M = -\frac{\gamma Q}{g}(u_{a2} r_e - u_{a1} r_i)$$

Or :

$$\frac{\gamma Q}{g} = \frac{\gamma}{g}(\Delta\varphi)\, r_i v_1 = \frac{\gamma}{g}(\Delta\varphi) k_1$$

$$u_{a2} r_e - u_{a1} r_i = \left(\frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} + \omega\right)(r_e^2 - r_i^2)$$

et, comme précédemment :

$$M = \frac{\gamma}{g}(k_2 + 2k_1\omega)(\Delta\varphi)\frac{r_i^2 - r_e^2}{2}$$

On peut encore poursuivre la discussion des équations précédentes.

Si l'on a :

$$k_2 + 2k_1\omega = 0 \qquad (d)$$

il résulte de l'équation (C_2) que $\frac{\partial p}{\partial \varphi} = 0$; la pression est donc constante le long d'un parallèle.

Si l'on a :

$$\left(\frac{1}{2}\frac{k_2}{k_1} + \omega\right) r^2 + k_3 = 0 \qquad (e)$$

l'équation (b_1) montre que $u_a = 0$; l'écoulement à la sortie est, par conséquent, un mouvement simple, non circulaire.

Si la condition (d) est remplie, c'est-à-dire si la pression le long d'un parallèle est constante, le terme entre parenthèses est nul, et cette équation se réduit à $k_3 = 0$.

Ces relations fournissent des points de repère pour la construction des bords d'entrée et de sortie des aubes ; d'après le paragraphe précédent, le guidage dans un distributeur fixe se fait correctement, avec égalité de pression sur les parois des directrices, lorsque celles-ci sont tracées suivant des spirales logarithmiques.

Les relations (c) et (d) donnent :

$$\frac{dr}{r d\varphi} = \frac{k_1}{k_3 - \omega r^2}$$

ou, en intégrant :

$$k_3 \, L \frac{r}{r_i} - \frac{\omega}{2}(r^2 - r_i^2) = k_1 (\varphi - \varphi_1)$$

C'est l'équation des aubes de la roue mobile, dans le cas où les pressions sont régulièrement réparties ; si les aubes satisfont à cette équation à l'entrée, et si les extrémités des directrices sont tracées suivant des spirales logarithmiques, le passage du distributeur dans la roue se fait régulièrement ; on a, en même temps, $u_a \, r = k_3$, et l'on voit que cette constante k_3 est égale à la constante k_2 que nous avons introduite dans la valeur de la composante relative au distributeur.

Pour $k_3 = 0$, on a :

$$ur = -\omega r^2 \qquad \text{et} \qquad \frac{dr}{r\,d\varphi} = -\frac{k_1}{\omega r^2}$$

d'où :

$$\frac{\omega}{2}(r^2 - r_e^2) = k_1 (\varphi_2 - \varphi)$$

C'est l'équation de l'aube, dans le cas où la vitesse absolue de sortie a une direction radiale, et où la pression le long d'un parallèle est constante ; si les extrémités des aubes de la roue mobile sont tracées suivant une courbe répondant à la dernière équation, le passage de la roue dans le tuyau d'aspiration se fera correctement.

* * *

Ces exemples prouvent combien l'emploi des coordonnées cylindriques est pratique pour les recherches analytiques des mouvements des fluides dans les corps creux de révolution.

Nous donnerons plus tard la suite des développements, ainsi que les résultats d'expériences comparatives.

G. SERVIÈRE.

La Navigation intérieure de la France

Au moment de mettre sous presse, nous relevons dans le *Temps* la lettre ci-dessous, qui doit être mise sous les yeux de nos lecteurs pour leur faire apprécier, en connaissance de cause, tout ce qui se dit à propos de la navigation intérieure de la France :

Au directeur du *Temps*,

Voici la seconde fois, depuis le commencement de l'année 1908, que la question de la navigation intérieure de la France est remise sur le tapis.

La première fois, c'était, en mi-janvier, l'interpellation sur la crise des transports au Sénat. La seconde, c'est la publication de la lettre adressée par M. Barthou au président du Conseil général des ponts et chaussées.

La première fois, c'était sur la situation des programmes Freycinet de 1879 et Baudin de 1903, et, chacun prêchant pour son saint, c'était l'honorable M. Gourju demandant le Rhône navigable, l'honorable M. Audiffred réclamant la Loire navigable, et tous suppliant pour le Grand-Central. La seconde fois, alors que le programme Freycinet n'est pas encore terminé, que celui de M. Pierre Baudin est à peine commencé, c'est M. Barthou en proposant un troisième, non moins coûteux et aussi inutile que les précédents. C'est bien de l'anarchie, puisqu'il y a nombre de programmes commencés, mais pas un seul achevé. Au lieu de caresser de chimériques projets, mort-nés économiquement, pourquoi ne pas porter tous nos efforts sur quelques ports maritimes, dignes de notre attention? Car, pourquoi jeter des millions à l'eau puisqu'ils demeureront improductifs ?

Pourquoi construire un canal latéral au Rhône, à la Loire, puisqu'il n'y aura pas assez de bateaux circulant pour permettre d'en faire des instruments de production? Ce qu'il faut avant tout, c'est que le commerce maritime ait à sa disposition de grands ports pouvant recevoir, à toute heure du jour et de la nuit, des navires de toute dimension ; or, en France, il n'y a pas un seul port dans ces conditions. Enfin, on a invoqué l'exemple de l'Allemagne ; mais, nous ne sommes pas en Allemagne ; nous n'avons pas de rivières navigables comme le Rhin ou l'Elbe, et surtout pas de marchandises lourdes à transporter. Mais, pas plus que chez nous, il n'y a entente entre la voie de fer et la voie d'eau : la legende de la soudure doit être détruite. Et puis, est-on bien sûr que la voie d'eau soit plus économique que la voie de fer en France?

Sous l'influence de divers facteurs, nos ports n'ont plus autant qu'autrefois une fonction maritime ; ils tendent à devenir avant tout des villes industrielles, et laissent de côté très volontiers la question de développement maritime. Industriels, pourquoi ? sinon parce que le commerce s'écarte de plus en plus de nos ports français, à l'avantage des nations étrangères rivales qui, en grande partie, ont des ports francs, des bassins plus profonds, des longueurs de quai plus grandes.

Mais, comme vous le voyez, il faudrait entreprendre un procès contre toute une partie du régime économique de la France. Ce que j'ai voulu démontrer à vos lecteurs se résume en ceci : au lieu de faire des gaspillages régressifs, faisons les dépenses nécessaires pour mettre nos ports à la hauteur du commerce moderne ; mais nous n'y parviendrons complètement que quand on aura confié les travaux non à « l'Etat-Providence », mais à des chambres de navigation auxquelles l'Etat n'aura rien à payer, et quand on aura donné aux ports une autonomie propre, un port franc.

Nos voies navigables, employons-les ; celles qui ne le sont pas ne le seront jamais.

ALBIN HUART,
du *Journal des Economistes*.

S'il y avait entre les plans Freycinet, Baudin et Barthou des cloisons étanches, M. Albin Huart aurait mille fois raison ; mais il est très loin d'en être ainsi ; ces divers programmes se pénètrent mutuellement et, à bien prendre, il n'en peut guère être autrement. La conception des ports purement industriels est une vue inexacte des choses contre laquelle il faut réagir. Tant mieux si des industries se développent dans nos ports ; mais il faut être aveugle pour ne pas voir qu'il ne s'en développe pas que là, et qu'alors il faut entre les usines (et les marchés aussi) de l'intérieur et les ports, un vaste réseau à mailles très serrées de voies de transport : routes, chemins de fer, canaux. La démonstration a été faite cent fois, faut-il donc encore y revenir ?

Quant au reproche tiré du manque de bateaux, est-il sérieux et faut-il s'y arrêter ? En général, les bateaux vont sur l'eau, et s'il n'y a pas d'eau sur laquelle les faire aller, il semble bien difficile qu'il y ait des bateaux. Créez des canaux, et les bateaux pousseront dessus.

Quant à des ports sans débouchés sur le reste du pays, c'est un rêve, voire un cauchemar, mais non une réalité.

N.D.L.R.

* * *

Lettre de M. Barthou au Président du Conseil général des Ponts et Chaussées

Monsieur le Président,

Le conseil général des ponts et chaussées, que vous présidez avec une aussi haute autorité et une compétence unanimement reconnue, a répondu récemment à mon appel en me prêtant son concours pour réaliser la simplification des formalités administratives, en particulier de celles qui concernent la création ou le développement des ports maritimes. Je tiens aujourd'hui à pro-