* *

M Heilmann à qui, suivant l'usage, nous avons communiqué une épreuve de la note de M. Sven LUBECK, nous a adressé la lettre ci-jointe, que notre impartialité nous fait un devoir de reproduire à la suite de la note précédente.

Stockholm, 25 février 1908.

Monsieur le Rédacteur en chef,

J'ai lu avec intérêt la note dont vous avez bien voulu me communiquer une épreuve. Je ne m'arrête point à la question si controversée de la richesse de la Suède en minerais de fer. Si, dans tous mes précédents rapports, j'avais admis comme dogmes indiscutables les chiffres du professeur TORNEBOHM pour les mines du Norrland (793.000.000 de tonnes), je ne pouvais cependant ignorer les conclusions de la remarquable étude du professeur HJALMAR SJOGREN, publiée au moment même où j'écrivais mon rapport, vieux déjà de trois ans. Quelques statistiques, ajoutées lors de la correction des épreuves, l'ont rajouté, en apparence seulement. Un professeur disant un chiffre, un autre professeur un autre chiffre, mon incertitude s'explique. J'ai donné les deux chiffres en présence et traduit littéralement les parties du rapport de M. H. Sjogren qui me paraissaient particulièrement intéressantes.

On voit, par les opinions divergentes des sommités les plus autorisées, ce qu'il faut penser de l'unanimité de la presse à cet égard. Si j'ajoute qu'on parle de recherches nouvelles pour élucider, si possible, et définitivement, la question, on devra reconnaître que mon rapport aura, en somme, rendu à la Suède elle-même un réel service, en lui signalant l'inconvénient de toutes ces divergences.

Quant aux chutes d'eau, l'incertitude était plus grande encore. Dans l'ouvrage officiel « *la Suède* » (édition anglaise de 1904), on peut lire, en effet, cette phrase : « la connaissance de la puissance contenue dans nos chutes d'eau est « étonnamment incomplète, les évaluations variant de deux « à neuf millions de chevaux ». Donc, aucune certitude, ni aucune statistique générale. Un seul document sérieux, admirable même, existait : le rapport du 17 mars 1903, sur les chutes d'eau appartenant à l'Etat.

Sa lecture a, de nouveau, fait tomber maintes de mes illusions, car, moi aussi, je croyais aux nombreux millions de chevaux dont parlait l'opinion. Les millions attribués à l'Etat s'étant, à ma stupeur profonde, évaporés en partie au cours de mes additions, il m'a paru que ceux qui prétendaient que les chutes d'eau appartenant aux particuliers étaient susceptibles d'une évaporation plus grande encore, n'avaient peut-être pas tout à fait tort. Et je me suis méfié des illusions dangereuses en adoptant leur chiffre.

D'ailleurs, comme le fait observer avec raison l'auteur de la note, un million de chevaux de plus ou de moins ne joue, en la circonstance, aucun rôle. C'est très vrai. Ce qui importe par dessus tout, c'est ce que l'auteur appelle si excellemment le caractère pathologique des chutes elles-mêmes. Et il affirme que, sauf cas exceptionnels, ce caractère ne laisse rien à désirer.

Or, le rapport de la commission dit : « Un troisième « groupe de chutes, sur lequel il convient d'appeler spécialement l'attention, quant à leur bonne tenue, est le type « connu d'Imatra. Un assez grand nombre (ganska manga) « de chutes suédoises appartiennent à ce type, notamment les « chutes du Trollhåltan (sic) (page 46) ». Et le rapport ajoute qu'une étude géologique est toujours d'utilité pratique. Quant aux moraines des vallées du Norrland, elles se rencontrent « assez fréquemment » (cj. Salcan). Pour ce qui est des glaces de fond, ledit rapport recommande non seulement des bassins en avant des chutes, mais aussi, et cela se conçoit aisément, au-dessous des usines, ajoutant que l'exécution du

plan préconisé « sera d'une réalisation difficile » (p. 48). De quel côté est l'appréciation superficielle? De quel côté l'exception?

D'ailleurs, en matière de chutes d'eau, qui ne sait que l'ingénieur le plus expérimenté peut lui-même se tromper? Témoignage l'exemple fourni par les chutes d'Alby, qui deviendra certainement classique en Suède. Les nombreux mécomptes éprouvés — erreur dans l'appréciation de la force disponible, turbines inactives par suite de manque d'eau malgré les barrages, destruction de ces mêmes barrages qui viennent encore d'être emportés, etc. — sont attribués par les experts à une connaissance insuffisante du régime hydrographique de la contrée où elles sont situées, et justifient pleinement les réserves du rapport.

Il me paraît superflu d'insister davantage. Nul, mieux que moi, n'apprécie la valeur d'un effort énergique, et nul, plus que moi, ne serait heureux de voir les chutes d'eau suédoises exemptes des nombreux défauts que signale la Commission, dont je n'ai guère fait que reproduire les conclusions essentielles. Il va de soi que l'inconvénient des transmissions à distance disparaîtra avec l'établissement des voies ferrées, et qu'un désert n'est plus un désert du jour où il est peuplé, mais je ne vois pas trop comment le montage d'une usine reviendrait moins cher dans le Norrland, où la main-d'œuvre est plus coûteuse, que dans le Sud de la Suède. Question d'appréciation.

Si j'ai signalé le côté aléatoire de certaines entreprises susceptibles de nous intéresser, c'est qu'il m'a paru qu'il était de mon devoir élémentaire d'être le simple écho de ceux-là même qui, en Suède, signalaient, avec le danger des rêves exagérés, le péril de la méthode dite du « quand il faudra, on avisera ». Elle est pour beaucoup, cette méthode, dans la crise qui sévit actuellement, et qui n'a donné, hélas! que trop raison à mes craintes.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Rédacteur en chef, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

J. HEILMANN.

Usine Hydro-Électrique du Tusciano

L'usine hydro-électrique que nous allons décrire est située près du village d'Olevano, à 7 kilomètres environ de la station de Battipaglia, sur la ligne de Naples à Salerno et Eboli, dans l'Italie méridionale.

Cette installation a été faite par la *Società Meridionale d'Elettricità*, pour utiliser une chute du Tusciano, et transporter l'énergie ainsi produite, au moyen de courants alternatifs à haute tension, jusqu'aux centres industriels de Salerno, Nocera, Scafati et Torre Annunziata. Cette dernière ville se trouve à 60 kilomètres de la station génératrice. Le courant est utilisé pour l'éclairage et la force motrice.

Le Tusciano, petit fleuve d'allure torrentielle, prend sa source sur le versant sud du massif montagneux formé par les monts Accellica, Cervialto et le Polveracchio, et va se jeter dans la mer près de Battipaglia. Son bassin, ainsi que celui de son principal affluent, l'Isca della Cava, est très déboisé, de sorte que son débit, pendant la période d'étiage, descend à environ 3 mètres cubes par seconde, et parfois à moins encore.

Le barrage se trouve à une hauteur de 431 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans le territoire de la commune d'Acerno. La prise d'eau a été faite sur la rive droite du fleuve, à 20 m. en amont du barrage. Elle est formée par quatre ouvertures, de 2^m50, ménagées parallèlement au courant du fleuve, afin de réduire au minimum la quantité de matières étrangères qui pourraient s'y introduire en temps de crue.

(*) L'abondance des matières ne nous a pas permis de publier plutôt la note précédente, ainsi que cette lettre.

Près de la prise d'eau se trouve un premier bassin de décantation, avec déversoir de trop-plein, situé en aval du barrage, et ayant 4^m40 de largeur sur 13^m80 de longueur. Puis, séparé du premier par une vanne, il y a un deuxième bassin, qui est muni également d'un déversoir, mais arrasé à un niveau inférieur au premier, de manière à permettre l'écoulement de l'eau dans le canal d'amenée qui lui est parallèle et qui, en ce point, est couvert de tôles horizontales trouées, de façon à empêcher le passage des corps flottants se trouvant sur l'eau.

Les dimensions adoptées dans les travaux de prise et d'amenée de l'eau permettent de dériver du Tusciano un débit de 3 500 litres par seconde. Le volume d'eau actuellement concédé à la Société Méridionale d'Électricité, par décret du 22 juillet 1901, est de 1 900 litres. Les 1 600 litres supplémentaires seront concédés à la Société Méridionale par l'État en 1908, si ce dernier ne les a pas utilisés à cette époque. D'autre part, la Société a été tenue d'exécuter les travaux pour le volume d'eau maximum, de sorte que son utilisation par la Société ou par l'État sera très facile.

Etant donné la nature du terrain à traverser, la grande longueur du parcours, et afin d'assurer la continuité absolue du service, la Société a décidé de construire le canal d'amenée entièrement en tunnel.

Ce canal d'amenée a une pente continue de 2 millimètres par mètre, et la vitesse de l'eau y est de 1^m35 par seconde. Sa longueur est de 5 704^m58, dont 800 environ sont situés sur la commune d'Acerno, et le reste sur le territoire de la commune d'Olevano.

Le tunnel a été exécuté en 44 tronçons, à l'aide de 21 fenêtres. La hauteur libre totale est de 1^m95, et, suivant la nature des roches, on a adopté différentes formes de sections.

À la sortie du tunnel se trouve le bassin de mise en charge, avec trois déversoirs, qui répartissent l'eau en l'envoyant dans deux chambres indépendantes, pourvues de grilles et d'écluses, en avant de l'embouchure des deux conduites forcées, ainsi qu'à un canal de trop-plein. La chambre de mise en charge est également munie d'une vanne de fond pour la purge. Les eaux de trop-plein retournent à la rivière au moyen d'un canal de décharge qui débouche dans un ravin naturel de la vallée, dit du Castello, où l'eau retombe en cascade. La pente de ce canal est de 2 pour 100, et la vitesse de l'eau y est d'environ 4^m57 par seconde.

Par suite de la perte de charge du canal d'amenée et du déversoir du bassin de mise en charge, le niveau de l'eau, au commencement de la conduite forcée, se trouve à 419^m87 d'altitude. Le niveau des eaux du canal de fuite, en temps de crues, est à la cote de 134^m24. En tenant compte de la perte de charge dans la conduite forcée, la hauteur de chute utilisable est, en nombre rond, de 284 m., ce qui, avec les 1 900 litres concédés à la Société, donne 5 400 chevaux sur l'arbre des turbines.

Du bassin de mise en charge partent les conduites forcées, dont une seulement est actuellement construite.

Cette conduite forcée est formée par des tuyaux en tôle d'acier, dont l'épaisseur est de :

5 mm. pour	61 m. d'eau	13 mm. pour	160 m. d'eau
7	— 86 —	14	— 222 —
9	— 110 —	16	— 254 —
11	— 135 —	18	— 286 —

En plan, le tracé de la conduite est rectiligne, mais son profil en long présente plusieurs changements de pente. Elle est solidement ancrée, de 10 en 10 mètres, dans des massifs de maçonnerie qui empêchent tout mouvement de dilatation.

La conduite forcée aboutit finalement à un collecteur placé parallèlement à l'usine.

Usine génératrice. — Le bâtiment de la station génératrice est composé d'une salle des machines, de 44 m. de longueur sur 12^m50 de largeur, et d'un corps avancé dans lequel se trouvent la salle des transformateurs statiques, un atelier de réparation et des annexes. La toiture et le plancher du corps avancé sont en ciment armé, système Luitpold; la toiture de la salle des machines est formée par une charpente métallique recouverte de tuiles. La salle des machines, ainsi que la partie du canal de fuite comprise dans le bâtiment, ont été construites en béton de ciment. Le canal de fuite a été construit en tunnel, à l'exception de la partie qui est située près de son embouchure dans le Tusciano, et sa longueur est de 200 mètres.

Fig. 1. — Vue intérieure de l'usine génératrice.

Du collecteur partent actuellement sept dérivations, pourvues chacune d'une vanne d'arrêt, aboutissant à sept turbines, dont cinq de 1 400 chevaux, qui commandent les alternateurs, et deux de 150 chevaux, qui actionnent les excitatrices.

Les turbines ont été fournies par la maison Piccard, Pictet et C^{ie}, de Genève. Elles sont à axe horizontal, centrifuges, à injection partielle, et à libre déviation; elles tournent à une vitesse de 500 tours par minute dans une huche semi-cylindrique en tôle. L'arbre de la turbine est porté par deux paliers auto-graisseurs, entre lesquels se trouvent la roue et la partie supérieure du tuyau d'amenée qui est coudé. Ce dernier, que l'arbre traverse dans un manchon, pénètre à l'intérieur de la roue où il se termine par deux tubulures portant les distributeurs. Chaque distributeur est muni d'un seul orifice à section variable. Le vannage, chargé de régler la section de cet orifice, est situé à l'extérieur du distributeur, c'est-à-dire hors de l'eau. La

pression de l'eau sur le vannage est entièrement supportée par un tourillon, facilement graissable en marche, et sur lequel l'amplitude du mouvement est très réduite. Grâce à cette disposition, le vannage se prête très bien à l'action du régulateur automatique.

L'extrémité des injecteurs, et le pourtour des vannages, sont des pièces rapportées en bronze phosphoreux, de petites dimensions, et d'un remplacement facile et peu coûteux.

Chaque turbine est munie d'un régulateur à servo-moteur à déclat, système Faesch et Piccard. Ce régulateur est entièrement mécanique, c'est-à-dire qu'il fonctionne sans eau, et est de la sorte complètement à l'abri des perturbations que subissent les régulateurs hydrauliques, lorsque l'eau employée n'est pas parfaitement limpide.

tournant, et produisent du courant triphasé à 3 000 volts, 50 périodes.

Leur rendement, y compris l'excitation, est de :

95,3	pour 100	avec $\cos \varphi = 1$	à pleine charge
93,5	—	avec $\cos \varphi = 0,8$	—
90	—	avec $\cos \varphi = 0,8$	à demi-charge.

L'induit est constitué par des segments de tôle d'acier, convenablement découpés suivant la forme des cannelures, et fixés en queue d'aronde dans la carcasse en fonte. Il peut supporter la mise en court-circuit instantanée de deux phases avec 720 ampères, ou une surcharge de 10 pour 100 pendant deux heures et, momentanément, une surcharge de 25 pour 100. L'échauffement admis est de 50°.

L'inducteur est constitué par un croisillon en fonte qui

Fig. 2. — Coupe transversale de l'usine génératrice.

Les régulateurs possèdent une commande à la main du vannage, pour la mise en marche et aux arrêts, et qui est munie d'un dispositif qui oblige l'opérateur à fermer lentement, de façon à éviter complètement les coups de bélier qu'une manœuvre maladroite du vannage pourrait causer dans la conduite forcée.

Le rendement garanti de ces turbines est respectivement de 76, 73, 68 et 62 pour 100 à pleine charge et à 3/4, 1/2 et 1/4 de la charge.

Leur poids est d'environ 10 tonnes, et elles sont accouplées directement aux alternateurs au moyen de manchons élastiques.

Les alternateurs accouplés à ces turbines ont été fournis par la Société Anonyme Westinghouse, et ont été construits dans ses usines du Havre. Ils sont du type à inducteur

porte douze pôles laminés, serrés au moyen de boulons, et assemblés sur le croisillon au moyen de rainures spéciales en queue d'aronde. Les enroulements inducteurs sont en ruban de cuivre, et les masses polaires possèdent des canaux pour la circulation de l'air correspondant à ceux de l'induit, ce qui rend ces machines aptes à supporter de très fortes surcharges sans échauffement dangereux pour les enroulements.

Ces alternateurs sont munis d'amortisseurs du système Leblanc, ce qui facilite la mise et la marche en parallèle de ces machines.

La chute de tension entre la marche à vide et la pleine charge, pour le voltage normal, avec excitation et vitesse constante, est respectivement de 6,5 et de 20 pour 100, pour $\cos \varphi = 1$ ou 0,8.

Le poids de la partie fixe (induit et sa carcasse), est de 7300 kgs; le poids de la partie mobile (inducteur et arbre), est de 5700 kgs; le poids de la base et des paliers est de 5500 kilogrammes.

La vitesse périphérique de ces machines, en marche normale à 500 tours par minute, est de 45 mètres par seconde et, malgré cette vitesse déjà élevée, leur construction mécanique est assez robuste pour supporter sans inconvénient une vitesse de 800 tours par minute, correspondant à la vitesse d'emballlement des turbines.

Les excitatrices sont des machines compound Westinghouse, à quatre pôles, d'une puissance de 110 kilowatts, sous 410 volts, et tournent à la vitesse de 700 tours par minute. Elles fournissent aussi le courant pour l'éclairage de la station centrale et de ses annexes, ainsi que pour les divers moteurs de l'atelier de réparation.

La tension du courant à 3000 volts débité par les alternateurs est élevée à 30000 volts au moyen de trois groupes de transformateurs, fournis également par la Société Westinghouse. Chaque groupe comporte trois transformateurs statiques monophasés. Ceux-ci sont placés derrière la salle des machines. Leur puissance est de 600 kilowatts et le rendement à pleine charge de 98,2 pour 100 avec $\cos \varphi = 0,8$.

La chute de tension, entre la marche à vide et la pleine charge, est de 1,4 pour 100 avec $\cos \varphi = 1$, et de 3,4 pour 100 avec $\cos \varphi = 0,8$.

Leur consommation à vide est inférieure à 5 kilowatts.

Ces transformateurs ont été essayés à 60000 volts entre le primaire et la masse, entre les primaires et les secondaires et les primaires entre eux. Ils ont été essayés à 6000 volts entre le secondaire et la masse et les secondaires entre eux.

Ces transformateurs sont à bain d'huile, sans refroidissement artificiel, et leur poids est de 5500 kgs, y compris l'huile. Ils sont connectés en triangle sur les barres omnibus à basse tension, et en étoile sur la ligne de départ. Ils peuvent aussi être connectés en triangle sur la haute tension, au cas où l'on voudrait limiter la tension de service à 17500 volts.

Le tableau de distribution est divisé en trois châssis :

1° Un châssis à basse tension, constitué par des panneaux en marbre blanc montés sur une charpente en fer, et portant les interrupteurs et disjoncteurs des excitatrices, les leviers de commande des interrupteurs et disjoncteurs des alternateurs, des transformateurs pour les instruments de mesure, et les rhéostats d'excitations des excitatrices et des alternateurs.

Ce tableau de commande est situé sur un plan surélevé qui domine toute la salle des machines.

2° Un châssis pour le courant alternatif à 3000 volts provenant des alternateurs, placé à l'arrière du précédent, dans le bâtiment annexe de la salle des machines, et à une distance d'environ 1^m,50. Ce châssis comporte une charpente en fers cornières portant les interrupteurs disjoncteurs, transformateurs d'intensité, transformateurs de tension, et deux jeux de barres collectrices à 3000 volts, avec les interrupteurs de sectionnement des barres.

Le courant à 3000 volts des alternateurs arrive à des interrupteurs à huile pour passer ensuite à des commutateurs à deux directions, qui permettent de brancher un alternateur quelconque sur l'un ou l'autre des deux jeux de barres. Ces commutateurs sont enclenchés avec les interrupteurs à huile, de façon à éviter les fausses manœuvres à l'ouverture.

Des barres, le courant est envoyé aux transformateurs, comme pour les alternateurs, par l'intermédiaire de commutateurs à deux directions et d'interrupteurs-disjoncteurs à déclenchement différé. Le mouvement des commutateurs est également lié à celui de l'interrupteur-disjoncteur.

3° Un châssis à 30000 volts, placé à l'arrière, et à 2^m,50 environ du châssis à 3000 volts. Il est également constitué par une charpente en fer portant les divers appareils de commande des transformateurs et des disjoncteurs de ligne.

Le courant secondaire à 30000 volts, au sortir des transformateurs, passe par des fusibles à perche, servant en même temps d'interrupteurs pour couper en charge, et par des commutateurs unipolaires à couteau, à double direction, permettant de brancher un groupe transformateur sur l'un ou l'autre des deux jeux de barres.

De ces barres, le courant passe par des commutateurs à deux directions et par des fusibles identiques à ceux des transformateurs.

FIG. 3. — Vue arrière du tableau à 3000 volts.

Le châssis à 30000 volts comprend également des transformateurs d'intensité alimentant les ampèremètres placés sur le premier tableau à basse tension.

Ligne aérienne. — La ligne aérienne est en cuivre électrolytique, et chaque fil a 7 millimètres de diamètre. Il y a, actuellement, deux lignes à trois fils chacune. Au sortir de l'usine ces fils sont disposés parallèlement, et dans le même plan horizontal, sur une longue poutre en fer soutenue par deux poteaux en treillis, aux extrémités desquels sont placés deux parafoudres à cornes. De là, les fils se rendent aux poteaux de la ligne.

Ces poteaux sont tous métalliques et à treillis. Ils sont surmontés de trois traverses en bois, sur lesquelles sont fixés les isolateurs, de façon à avoir une ligne à gauche et l'autre à droite du poteau. La distance des fils entre eux est de 60 centimètres, et les poteaux sont espacés de 60 mètres en moyenne.

La longueur de la ligne est de 60 kilomètres. Son tracé est à peu près le suivant : de Olevano, sur le Tusciano, elle va aux villes de Salerne et de Vietri, en passant sur le

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 filettée 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 alteration, 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 C^{ie}.

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 corrosions, la *British Thomson Houston Co* (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 D^r 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 parallèle 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 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial \varphi} &= 0 & \frac{\partial v}{\partial \varphi} &= 0 & \frac{\partial u}{\partial \varphi} &= 0 & \frac{\partial p}{\partial \varphi} &= 0 \\ \omega &= 0 & \frac{\partial w}{\partial t} &= 0 & \frac{\partial v}{\partial t} &= 0 & \frac{\partial u}{\partial t} &= 0 \end{aligned}$$

Les équations fondamentales prennent la forme :

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

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

$$-\frac{uw}{r} = w \frac{\partial u}{\partial \chi} + v \frac{\partial u}{\partial r} \quad (C)$$

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

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 :

$$\begin{aligned} 2\lambda &= \frac{\partial w}{\partial r} - \frac{\partial v}{\partial \chi} = 0 & 2\mu &= \frac{\partial u}{\partial \chi} = 0 \\ 2\nu &= -\frac{1}{r} \frac{\partial ur}{\partial r} = 0 \end{aligned}$$

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

$$ur = C^{te}$$

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

$$\frac{p - p_0}{\gamma} + (\chi - \chi_0) + \frac{w^2 - w_0^2}{2g} + \frac{v^2 - v_0^2}{2g} + \frac{u^2 - u_0^2}{2g} = 0$$

(*) Traduction des articles parus dans la *Schweizerische Bauzeitung* vol XLI; n°s 19, 21, 22, 25 et 26, par M. Georges SERVIÈRE, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur aux Ateliers de constructions NEYRET-BRENIER et C^{ie} de Grenoble.