

# LA HOUILLE BLANCHE

ÉDITIONS B. ARTHAUD, Succ<sup>r</sup> de J. REY, GRENOBLE

Pour la Rédaction :  
S'adresser à M. P. PAGNON  
Secrétaire Général  
19, Boulevard Gambetta, 19  
GRENOBLE

Abonnement { France... .. 40 francs  
pour une Année { Etranger... . 50 francs

Le Numéro : 7 francs

Compte Chèques Postaux LYON 5-84

Pour les Abonnements et Annonces :  
S'adresser à M. B. ARTHAUD  
Editeur  
23, Grande-Rue, 23  
GRENOBLE

## COMITÉ DE DIRECTION SCIENTIFIQUE

**BARBILLION**, Professeur titulaire d'Electrotechnique à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble.

**CAMICHEL**, Directeur de l'Institut Electrotechnique de Toulouse.

**CHALUMEAU**, Ingénieur en chef de la ville de Lyon.

**DARRIEUS**, Ingénieur des Arts et Manufactures.

**DUVAL**, Directeur des Services électriques de la Société Générale d'Entreprises.

**FLUSIN**, Directeur de l'Institut d'Electrochimie et d'Electrometallurgie de Grenoble.

**GENISSIEU**, Ingénieur en chef au Ministère des Travaux Publics

**GRIGNARD**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences Directeur de l'Ecole de Chimie Industrielle de l'Université de Lyon.

**MAUDUIT**, Directeur de l'Institut Electrotechnique et de Mécanique appliquée à Nancy.

**MERCIER**, Administrateur-Délégué de l'Union d'Electricité.

**DE PAMPOLONNE**, Inspecteur général du Génie Rural.

**PARODI**, Directeur honoraire des Services d'Electrification de la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans.

**PEPY**, Professeur à la Faculté de Droit de Grenoble.

**PAGNON**, Ingénieur I. E. G. Secrétaire général.

## SOMMAIRE

**HYDRAULIQUE.** — Remarques sur certains phénomènes de contractions latérales dans les barrages, par MM. C. CAMICHEL, L. ESCANDE et P. DUPIN. — Technique et économie dans les conduites forcées à diamètre constant et à diamètres variables, par REMO CATANI, Dott. Ing.

**ÉLECTRICITÉ.** — Application des techniques électriques aux problèmes de prospection et d'études géologiques, par P. CHARRIN, ingénieur civil des Mines, Ingénieur à la Société de prospection électrique (procédés Schlumberger).

**DOCUMENTATION.**

**LÉGISLATION.** — Le refus des permissions de voirie pour fourniture au public, par André PEPY, Professeur à la Faculté de Droit de Grenoble. — Le Mois Fiscal. Principales dispositions fiscales de la Loi de finances, Des réductions de droits d'enregistrement sur les acquisitions de terrains à bâtir antérieures au 1<sup>er</sup> juillet 1933, par Roger et Jacques LEFEBVRE.

**BIBLIOGRAPHIE.**

## HYDRAULIQUE

### Remarques sur certains phénomènes de contractions latérales dans les barrages

par MM. C. CAMICHEL, L. ESCANDE et P. DUPIN

En hydraulique, la complexité des phénomènes est telle que de nombreuses questions ne peuvent être traitées théoriquement et que l'on doit se contenter, dans les applications correspondantes, de formules purement empiriques. Il importe alors de bien vérifier le caractère de généralité de ces formules et de s'assurer que leur emploi, dans certains cas particuliers, ne conduit pas à des résultats en contradiction avec les faits.

C'est une remarque de ce genre que nous voulons faire à propos des contractions latérales dans les barrages déversoirs. Celles-ci, comme l'on sait, entraînent une réduction parfois notable du débit d'un seuil déversant, et, dans des cas particulièrement bien définis, il existe des formules permettant de déterminer leur influence, comme celle d'Hégly, appliquée au déversoir à mince paroi et à seuil dénuyé. Mais, dans le cas général, les contractions sont mal définies et les règles adoptées pour en

tenir compte ne conduisent qu'à une approximation grossière, comme, par exemple, c'est le cas pour la méthode de Francis, la plus employée.

Dans cette note, nous nous proposons d'attirer particulièrement l'attention sur deux points spéciaux concernant ces phénomènes.

Tout d'abord, si l'on admet, d'une manière générale, que les contractions dépendent essentiellement de la forme donnée aux piles, un point important, dont on ne tient généralement pas suffisamment compte, réside dans le fait que, sur un même ouvrage, les contractions peuvent varier dans des proportions énormes avec les conditions de fonctionnement. Par exemple, sur un barrage fixe, surmonté de vannes mobiles, les contractions qui se produisent dans une passe déterminée, sont beaucoup plus importantes, lorsque celle-ci débite seule, que lorsque sont

ouvertes simultanément, les vannes des deux passes qui encadrent la première; c'est un phénomène très général, que nous avons constaté dans bien des cas, et dont nous avons pu, en particulier, observer toute l'ampleur, sur le barrage à vannes mobiles de Pinet, sur le Tarn, et sur le barrage de la Gentille,

d'une crue du nombre de passes ouvertes pour assurer son écoulement.

Notre seconde remarque concerne un résultat particulièrement curieux que nous avons obtenu dans les études sur modèles réduits d'un barrage à vannes mobiles et à seuil noyé, projeté

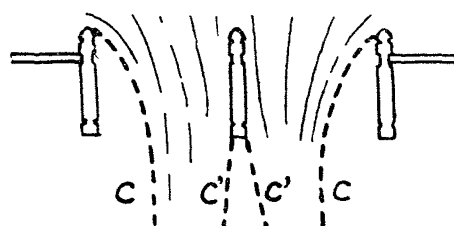
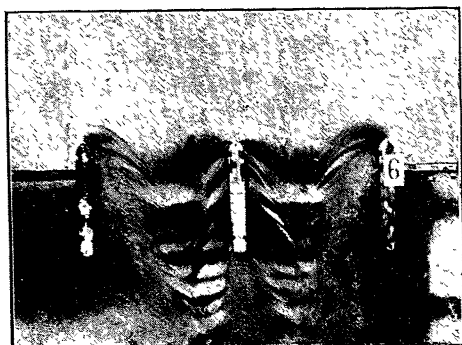


Fig. 1. — Deux passes voisines d'un barrage à vannes mobiles débitent simultanément, vannes complètement levées. — On remarque la différence des contractions dues aux piles extrêmes (courbes C) et à la pile médiane (courbe C').

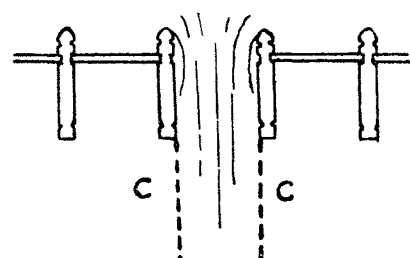
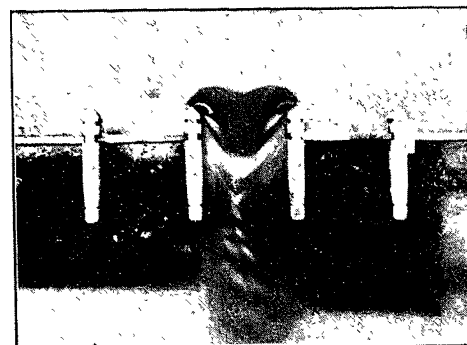


Fig. 3 -- Pile de 30 mètres de longueur limitant une passe de 20 mètres de largeur. La zone d'écoulement direct à la sortie de la passe (limitée par les courbes C) correspond sensiblement à la largeur totale entre piles.

sur la Garonne. Cette influence des vitesses d'approche sur les contractions latérales est mise en évidence, d'une manière encore plus nette, en faisant débiter seulement l'une des deux passes encadrant celle que l'on observe; la contraction provoquée par la pile séparant les deux passes est alors considérablement réduite, tandis que les contractions dues aux piles extrêmes conservent toute leur importance; ce fait est visible sur la photographie de la figure 1, prise sur un modèle réduit de barrage à seuil noyé.

à Sansanding, sur le Niger. Ces essais ayant comme objet, entre autres, la détermination de la distance à admettre entre deux piles voisines, nous avons été amenés à comparer les débits linéaires correspondant au fonctionnement d'une seule passe,

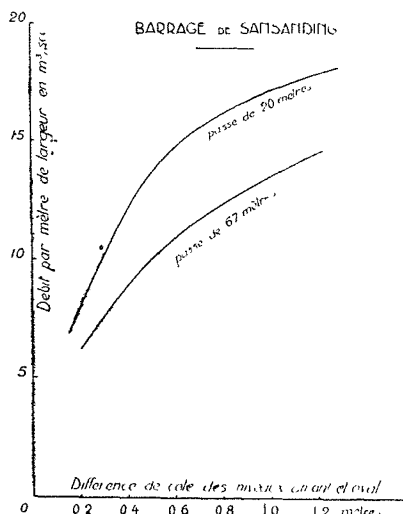


Fig. 2.

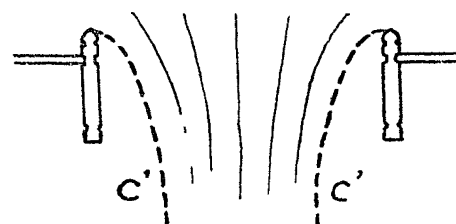


Fig. 4. — Piles de 30 mètres de longueur limitant une passe de 67 mètres de largeur. La zone d'écoulement direct à la sortie de la passe (limitée par les courbes C') ne correspond qu'à une portion restreinte de la largeur totale entre piles.

Il conviendrait de tenir compte de cette interdépendance du fonctionnement des diverses passes d'un même barrage, en ce qui concerne la valeur du débit correspondant à une charge donnée, lorsque, le débit total d'un déversoir ayant été déterminé par des expériences sur modèle réduit, on déduit la valeur

sous une même différence de cote des niveaux amont et aval, mais pour diverses largeurs de passe, variant de 20 mètres à 67 mètres. A priori, il semblait que l'influence relative des contractions latérales serait plus grande pour les passes les plus

étroites, toutes choses restant égales d'ailleurs, et que le débit linéaire varierait donc dans le même sens que la distance admise entre piles; c'est ce que tendraient à indiquer les formules de débit des barrages à contractions latérales. L'expérience a fourni un résultat opposé, et les courbes de la figure 2 montrent la valeur bien supérieure du débit linéaire, pour une charge donnée, dans le cas d'une largeur de passe de 20 mètres, vis-à-vis d'une largeur de passe de 67 mètres. Ce résultat, à priori surprenant, peut aisément s'expliquer: il suffit de considérer les figures 3 et 4 pour voir la différence énorme des valeurs absolues des contractions existant dans l'un et l'autre cas; la longueur des piles étant d'une trentaine de mètres, il se produit, dans le cas de la passe de 20 mètres de largeur, un phénomène analogue à celui qui caractérise l'écoulement dans un ajutage cylindrique,

les filets, après une contraction initiale, rejoignent les parois latérales des piles de telle sorte que l'extrémité aval de la passe débite sensiblement à pleine section; au contraire, dans le cas de la passe de 67 mètres de largeur, ce phénomène ne se produit pas, les piles, en contact avec une zone d'eau tourbillonnaire, n'intéressent que par leur extrémité antérieure la zone d'écoulement direct dont l'aspect rappelle la coupe d'un écoulement par orifice en mince paroi. Ce fait explique le phénomène constaté; il est même curieux de remarquer que le rapport des débits linéaires correspondant aux deux cas envisagés est du même ordre de grandeur, en moyenne, que le rapport des coefficients de débit de l'ajutage cylindrique et de l'orifice en mince paroi; il ne s'agit là, d'ailleurs, que d'une analogie, le mouvement considéré ne constituant nullement un écoulement de révolution.

## Technique et économie dans les conduites forcées à diamètre constant et à diamètres variables

par *Dott. Ing.* REMO CATANI

### I. — Poids des conduites en acier

Les résultats des publications postérieures à ma première étude en matière ont confirmé en général les résultats que j'avais avancés.

L'importance des conduites en acier est allée toujours en croissant, soit à cause de la valeur plus grande de sa quote-part par rapport à la dépense totale des installations hydro-électriques, soit à cause des hauteurs de chute toujours plus élevées que l'on exploite.

Dans ma première publication, je citais une chute maxima de 950 m.; on utilise actuellement des chutes de 1.750 m., exemple l'installation de la Dixence et l'on prévoit d'utiliser des chutes de 2.500 m. Les frais d'une conduite à forte pression, dans les conditions actuelles, se montent à plusieurs millions de lires, une économie de quelques unités au pour cent du coût total représente des fractions respectables de 3 million.

Les propositions et les conclusions de ma première étude furent les suivantes: Une conduite en acier au lieu d'avoir un diamètre constant devrait avoir des diamètres décroissants vers le bas en subdivisant la conduite en un certain nombre de tronçons de longueur égale, mais en attribuant à chacun d'eux une perte croissante, suivant des nombres naturels, tout en laissant constante la perte totale de charge  $Y$ ; on réduit ainsi de 5% le poids de la conduite, on augmente le volume de l'eau d'écoulement dans celle-ci, on diminue sa force vive et le débit maximum de la conduite en cas de rupture dans la partie à pression maximum, ainsi que l'épaisseur maximum et le diamètre des tronçons inférieurs. Ces conceptions développées en son temps doivent être appliquées avec sagacité à de nombreux et très différents cas de la pratique.

Généralement, l'axe d'une conduite se développe en profil dans un plan vertical même lorsque le tracé comporte des angles planimétriques. A la suite des déformations, souvent considérables, l'axe de la conduite peut présenter des tronçons curvilignes et les parties rectilignes avoir des inclinaisons variables. (de 0 à 90°). A l'extrémité aval de la conduite, généralement horizontale, il faut ajouter les longueurs virtuelles des dériva-tions. Ces longueurs, comme il est indiqué dans ma dernière note, s'obtiennent en réduisant les longueurs réelles des dériva-

tions dans le rapport des carrés des diamètres de chacune d'elles et du diamètre du tronçon faisant office de collecteur d'où elles se détachent. D'autre part, la conduite peut avoir une section circulaire constante, ou bien la variation de la section peut être continue ou discontinue.

Enfin, les conduites forcées en acier peuvent être rivées, soudées, frettées, sans soudures (Mannesmann ou laminées) et dans la même canalisation, on peut retrouver ces divers types

Ce qui précède met en évidence la variété possible dans les installations industrielles des conduites forcées, la nécessité d'une étude préalable et particulière à chaque cas, ainsi que l'impossibilité d'émettre une théorie générale directement applicable à tous les cas de la pratique. Chaque fois qu'il a été fait un essai dans ce sens, on a constaté que les conclusions théoriques obtenues devaient invariablement être modifiées à leur application dans chaque cas bien déterminé. Il suffit de citer, à cet effet, les difficultés rencontrées pour déterminer les équations des courbes éventuelles dans le profil du tracé. En pratique, la solution des problèmes de chaque canalisation est obtenue à la suite d'études analytiques et graphiques particulières à chaque cas et dont la méthode ainsi que ses difficultés dépendent non seulement de la complexité de la canalisation, mais de toute l'installation hydro-électrique.

Ces considérations m'ont déterminé à développer en entier, dans ma première Notice, un exemple pratique (fig. 1) qui sera textuellement repris dans la présente.

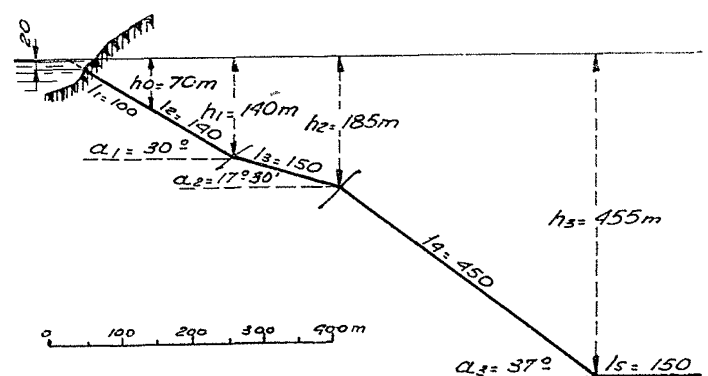


Fig 1