

# Essais dans l'adduction de l'aménagement hydro-électrique de Simmenfluh (2e partie)

Autor(en): **Hussain Khan, M. / Dysli, M.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **92 (1966)**

Heft 26

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-68394>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (SVIA)  
de la Section genevoise de la SIA  
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique  
de l'Université de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'EPF (Ecole poly-  
technique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: E. Martin, arch. à Genève  
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne  
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève

## Membres:

Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.  
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Grosгурin, arch.; J.-C. Ott, ing.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; M. Chevalier, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »  
Président: D. Bonnard, ing.

Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,  
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.

Adresse: Avenue de la Gare 10, 1000 Lausanne

## RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,  
architecte  
Rédaction et Editions de la S.A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Avenue de Cour 27, 1000 Lausanne

## ABONNEMENTS

1 an . . . . .	Suisse	Fr. 40.—	Etranger	Fr. 44.—
Sociétaires . . . . .	»	» 33.—	»	» 2.50
Prix du numéro . . . . .	»	» 2.—	»	»

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° 10 - 5775, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au  
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie  
La Concorde, Terreaux 29, 1000 Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:

1/1 page . . . . .	Fr. 423.—
1/2 » . . . . .	» 220.—
1/4 » . . . . .	» 112.—
1/8 » . . . . .	» 57.—



Adresse: Annonces Suisses S.A.

Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26, 1000 Lausanne et succursales

## SOMMAIRE

Essais dans l'adduction de l'aménagement hydro-électrique de Simmenfluh (2<sup>e</sup> partie), par M. Hussain Khan, ingénieur  
AMIE, AM ASCE, et M. Dysli, ingénieur civil EPUL-SIA.  
Nécrologie. — Bibliographie. — Divers. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — Les congrès.  
Documentation générale. — Documentation du bâtiment. — Informations diverses.

## ESSAIS DANS L'ADDITION DE L'AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE DE SIMMENFLUH <sup>1</sup> (2<sup>e</sup> PARTIE)

par M. HUSSAIN KHAN, ingénieur AMIE, AM ASCE, docteur ès sciences techniques, ancien stagiaire  
à la Société Générale pour l'Industrie  
et M. DYSLI, ingénieur civil EPUL-SIA, ingénieur à la Société Générale pour l'Industrie, Genève

### 6. Résultats des mesures du coup de bélier et des oscillations en masse (suite)

#### 6.5 Manœuvre n° 11 — Etude de l'oscillation en masse

La manœuvre n° 11 a été une fermeture du vannage  
de 0,9 à 0,1 en 40 secondes, suivie après 94,0 secondes  
d'une ouverture jusqu'à 0,9 en 191,0 secondes, le groupe  
restant en parallèle avec le réseau.

Les résultats des mesures et des calculs sont repré-  
sentés à la figure 11.

Nous avons utilisé cette manœuvre pour déterminer  
l'influence des pertes de charge dans l'étranglement sur  
les dénivellations maximales dans la chambre d'équi-  
libre.

Trois analyses ont été faites d'après la méthode des  
oscillations en masse. Les hypothèses de calculs étaient  
les suivantes :

- l'inertie de l'eau dans la conduite forcée et la chambre  
d'équilibre est négligeable ;
- les caractéristiques hydrauliques de la turbine en  
régime permanent sont valables ;
- les lois des manœuvres sont celles qui ont été mesurées.

Les coefficients de perte de charge dans l'étranglement  
utilisés ont été déterminés respectivement par  
voie théorique, par des essais sur modèle réduit et par  
mesures directes. Les valeurs de ces coefficients sont  
résumées dans le tableau de la page suivante :

Pertes de charge totales dans l'étranglement  
pour un débit de 22 m<sup>3</sup>/s

Analyse N°	Mode d'évaluation des pertes de charge	Pertes de charge en m d'eau	
		Ecoulement sens galerie d'aménée-chambre d'équilibre	Ecoulement sens chambre d'équilibre-puits incliné
1	Théorique	13,5	14,0
2	Essais sur modèle réduit	15,7	15,0
3	Mesures en vraie grandeur	13,1	16,4

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique de la Suisse romande* n° 25 du 17 décem-  
bre 1966.

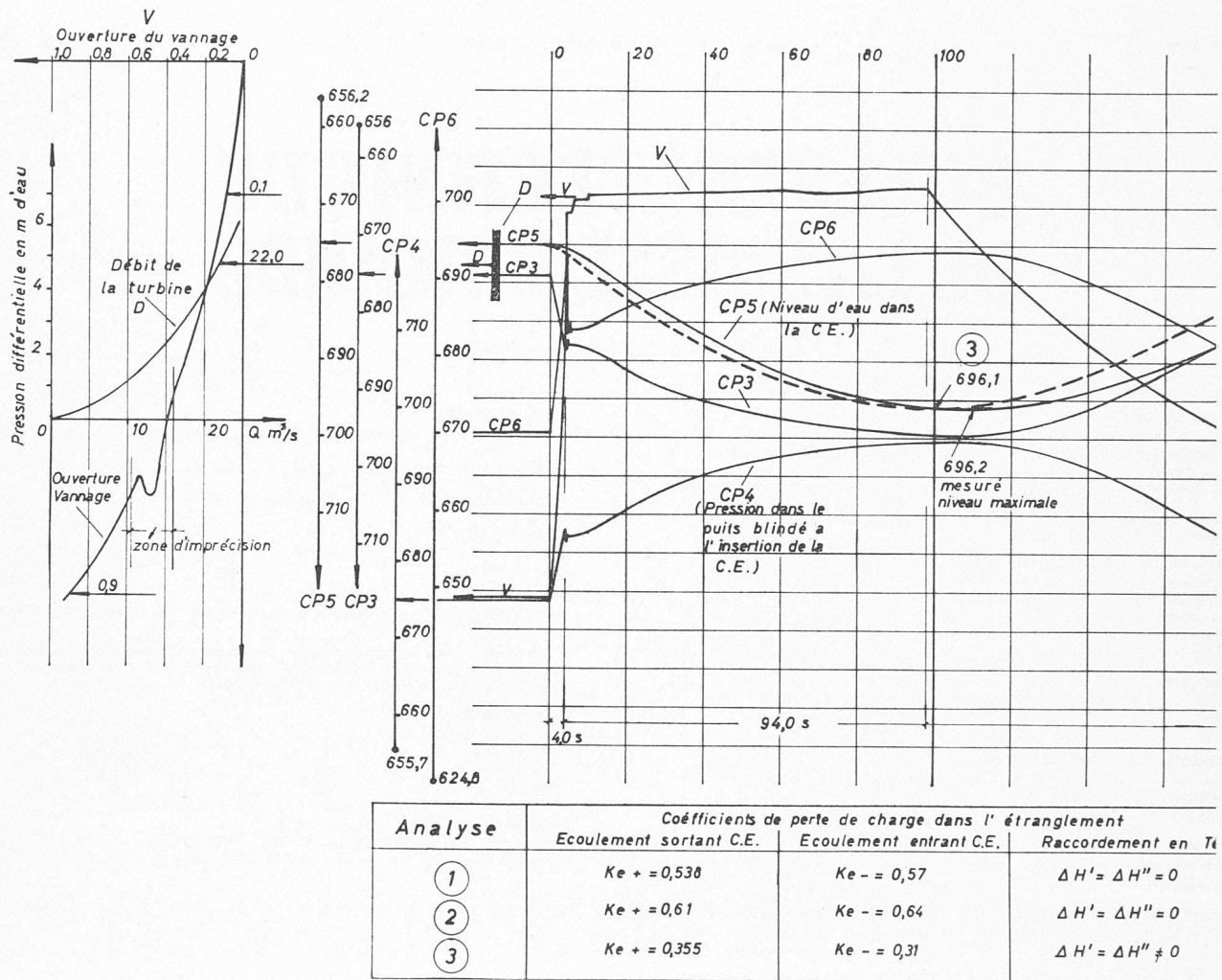


Fig. 11. — Analyse de la manœuvre n° 11.

L'influence des pertes de charge dans l'étranglement s'est traduite par les erreurs suivantes sur la montée maximale :

$$\text{Analyse n° 1 } \varepsilon = \frac{696,2 - 695,7}{696,2 - 682,3} 100 \cong 3,6 \%$$

$$\text{Analyse n° 2 } \varepsilon = \frac{696,2 - 695,3}{696,2 - 682,3} 100 \cong 6,5 \%$$

$$\text{Analyse n° 3 } \varepsilon = \frac{696,2 - 696,1}{696,2 - 682,3} 100 \cong 0,7 \%$$

Du fait de la durée importante de l'ouverture (191 secondes), les caractéristiques hydrauliques de la turbine influencent considérablement la valeur de la cote minimale du plan d'eau dans la chambre d'équilibre.

#### 6.6 Manœuvre n° 17 — Etude de l'oscillation en masse

La manœuvre n° 17 a été une ouverture du vannage de 0,08 à 0,9 en 216 secondes, suivie après 140 secondes d'une fermeture totale en 4,8 secondes. Le groupe est resté en parallèle avec le réseau jusqu'à la fin de la manœuvre de fermeture.

Les résultats des mesures et des calculs sont représentés à la figure 12.

Les analyses ont été effectuées par la méthode des oscillations en masse, dans le but d'évaluer l'influence des caractéristiques hydrauliques de la turbine sur les dénivellations maximales du plan d'eau dans la chambre d'équilibre.

Les hypothèses de calculs ont été les suivantes :

- l'inertie de l'eau dans le puits incliné et la chambre d'équilibre est négligeable ;
- les pertes de charge dans l'étranglement sont celles qui ont été mesurées ;
- les lois des manœuvres sont celles qui ont été mesurées.

Les caractéristiques hydrauliques de la turbine pour les trois analyses effectuées sont les suivantes :

- Analyse 1 Turbine assimilée à un jet (droite D, fig. 7).
- Analyse 2 Caractéristiques du régime permanent (courbe A, fig. 7).
- Analyse 3 Caractéristiques du régime hors conjugaison (courbe C, fig. 7).

Le temps de la manœuvre d'ouverture étant important (216 secondes), on constate, d'après les résultats des calculs, que les caractéristiques hydrauliques de la turbine influencent notablement les oscillations en masse dans la chambre d'équilibre.

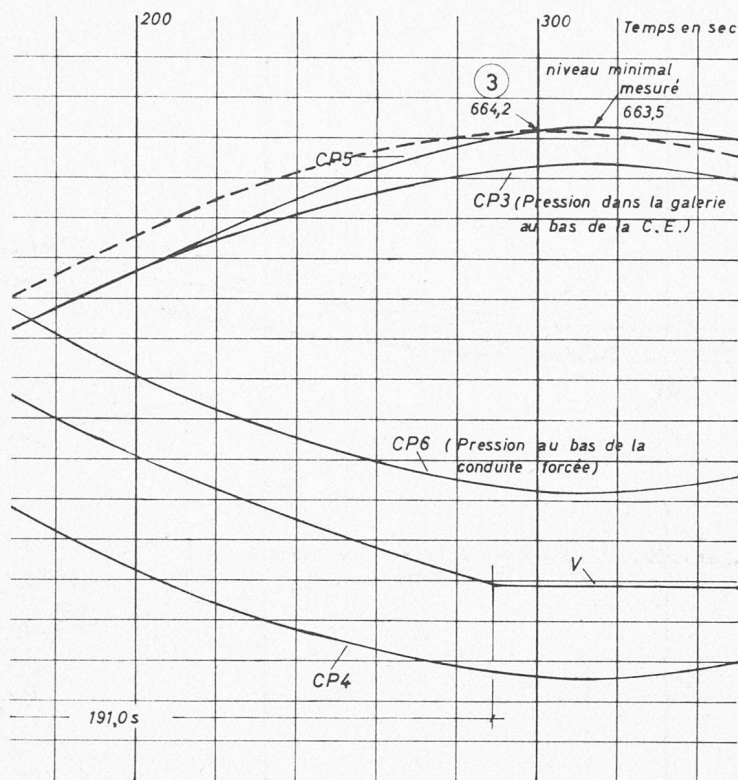
Les erreurs dans les calculs de la descente minimale du plan d'eau, dans la chambre d'équilibre, sont déterminés ci-dessous :

$$\text{Analyse 1 } = \frac{667,5 - 670,5}{667,5 - 682,3} 100 \cong 22 \%$$

$$\text{Analyse 2 } = \frac{667,5 - 669,7}{667,5 - 682,3} 100 \cong 15 \%$$

$$\text{Analyse 3 } = \frac{667,5 - 666,7}{667,5 - 682,3} 100 \cong -5,5 \%$$





Fermeture du vannage en 4,0 s.  
suivi après 94,0 s. d'une ouverture  
en 191,0 s.

Etude de l'influence sur les oscillations  
en masses de la perte de charge dans  
l'étranglement

#### LEGENDE

D = débit

V = vannage

Courbes mesurées ———

Courbe calculée - - - - -

Té	Niveau d'eau dans la chambre d'équilibre (C.P.5)		Remarques sur les coeffs. de perte de ch.
	Valeurs maximales	Valeurs minimales	
	695,7	664,1	Valeurs théoriques
	695,3	664,6	Valeurs essais sur modèle réduit
	696,1	664,2	Valeurs mesurées vraie grandeur

Pour les analyses 1 et 2, l'erreur est dans le sens opposé à la sécurité (le niveau minimal calculé est au-dessus du niveau minimal mesuré).

En ce qui concerne le calcul de la montée maximale, les erreurs obtenues sont les suivantes :

$$\begin{aligned} \text{Analyse 1} &= \frac{700,0 - 699,3}{700,0 - 682,3} 100 \cong 4 \% \\ \text{Analyse 2} &= \frac{700,0 - 698,1}{700,0 - 682,3} 100 \cong 11 \% \\ \text{Analyse 3} &= \frac{700,0 - 700,3}{700,0 - 682,3} 100 \cong -1,7 \% \end{aligned}$$

Comme pour la descente minimale, on constate que les résultats des calculs de la montée maximale, selon les analyses 1 et 2, sont défavorables du point de vue sécurité, la montée maximale calculée étant au-dessus du niveau maximal mesuré.

#### 6.7 Manœuvre n° 38 — Etude du coup de bélier

La manœuvre examinée est une fermeture partielle de 0,68 à 0,14 en 2,3 secondes, le groupe restant en parallèle avec le réseau.

Les résultats des mesures et des calculs sont représentés à la figure 13.

Les calculs ont été conduits d'après la méthode du coup de bélier, dans le but d'étudier les surpressions au bas du puits incliné.

D'après les mesures, on constate que les conditions initiales de l'écoulement dans l'adduction ne sont pas celles du régime permanent. La courbe CP5 de la

figure 13 montre que le niveau de l'eau dans la chambre d'équilibre est de 683,5 m.s.M. et celui du réservoir amont est de 682,5 m.s.M. Il y a donc, juste avant la fermeture, un écoulement dans le sens chambre d'équilibre-puits incliné. Pour permettre une comparaison entre les résultats des calculs et les mesures, nous avons dû déplacer les origines des échelles des capteurs CP5 et CP6.

Les hypothèses des calculs effectués pour cette étude sont les suivantes :

- le coup de bélier dans le tuyau de raccordement et la chambre d'équilibre est négligeable ;
- les pertes de charge dans l'étranglement au bas de la chambre d'équilibre sont celles qui ont été mesurées ;
- les caractéristiques hydrauliques de la turbine du régime hors conjugaison (courbe B, fig. 7) sont valables ;
- la loi de la manœuvre est celle qui a été mesurée.

On peut faire les commentaires suivants sur cette manœuvre :

- a) Les caractéristiques hydrauliques du régime hors conjugaison de la turbine dépendent de l'amplitude de la manœuvre. La seule manière d'en tenir compte uniformément dans les calculs est d'évaluer le débit de la turbine en fonction de l'ouverture du distributeur et de l'ouverture des pales.
- b) Les valeurs de la pression maximale au bas de la conduite forcée, d'après les mesures et les calculs, étaient respectivement de 690 m.s.M. et de 689,2 m.s.M. L'erreur sur l'évaluation de la surpression est donc de :

$$\epsilon = \frac{690 - 689,2}{690 - 682,5} 100 \cong 10,6 \%$$

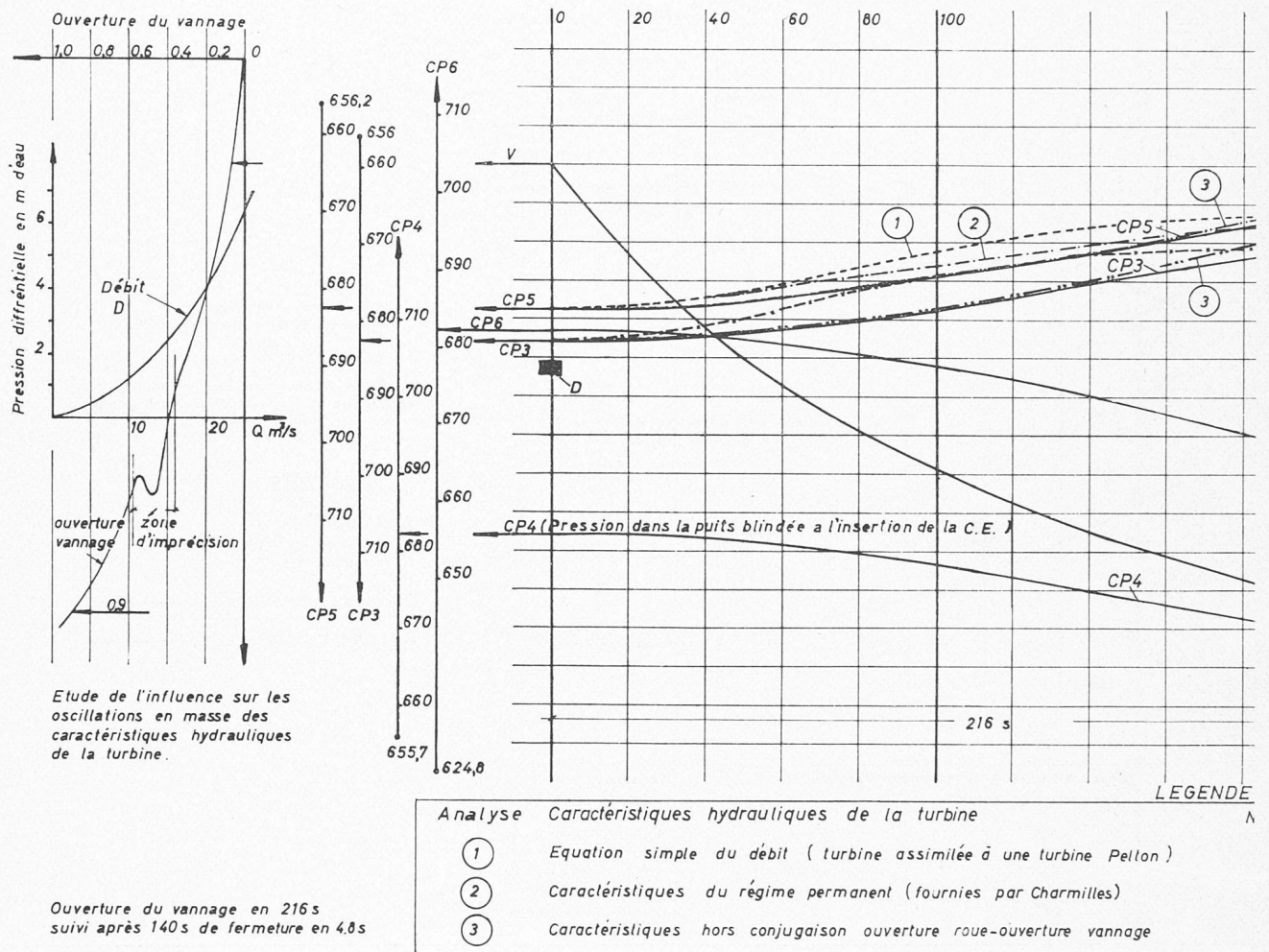


Fig. 12. — Analyse de la manœuvre n° 17.

c) La valeur de la pression mesurée au bas du puits blindé (courbe CP6), après la manœuvre, est différente de celle calculée. La pression calculée est d'environ 1 mètre supérieure à la pression mesurée. Cette différence provient de l'hypothèse d'un régime permanent pour les conditions d'écoulement initiales dans l'adduction, alors qu'il existe dans l'adduction un écoulement dans le sens chambre d'équilibre-puits incliné au début de la manœuvre. Le débit entrant dans la chambre, à la suite de la fermeture, était donc plus élevé d'après le calcul qu'en réalité.

L'erreur sur l'évaluation de la pression au bas du puits incliné est causée par une perte de charge dans l'étranglement de la chambre d'équilibre, plus grande dans le calcul qu'en réalité.

d) La courbe de puissance mesurée pendant l'essai montre qu'à la suite d'une fermeture, la puissance augmente d'abord et diminue ensuite, vers la fin de la manœuvre. L'augmentation observée est provoquée par la suppression du coup de bélier.

#### 6.8 Manœuvre n° 39 — Etude du coup de bélier

La manœuvre examinée est une fermeture du vannage en 2,56 secondes, à partir d'une valeur d'ouverture de 0,6. La manœuvre a été réalisée à l'aide de l'arrêt d'urgence avec le déclenchement de l'alternateur.

Les résultats des mesures et des calculs sont représentés à la figure 14.

Afin d'étudier les surpressions au bas du puits incliné, les calculs ont été effectués d'après la méthode du coup de bélier.

Comme pour l'analyse précédente, les mesures montrent que les conditions initiales d'écoulement dans

l'adduction ne sont pas celles du régime permanent. Le niveau d'eau initial dans la chambre d'équilibre, représenté par la courbe CP5 de la figure 14, est de 684,0 m.s.M., alors que celui du réservoir amont n'est que de 682,5 m.s.M.

Les calculs du coup de bélier ont été conduits en admettant l'écoulement initial du régime permanent. Pour permettre une comparaison des résultats des calculs avec les mesures, les origines des échelles des capteurs CP5 et CP6 ont été déplacées.

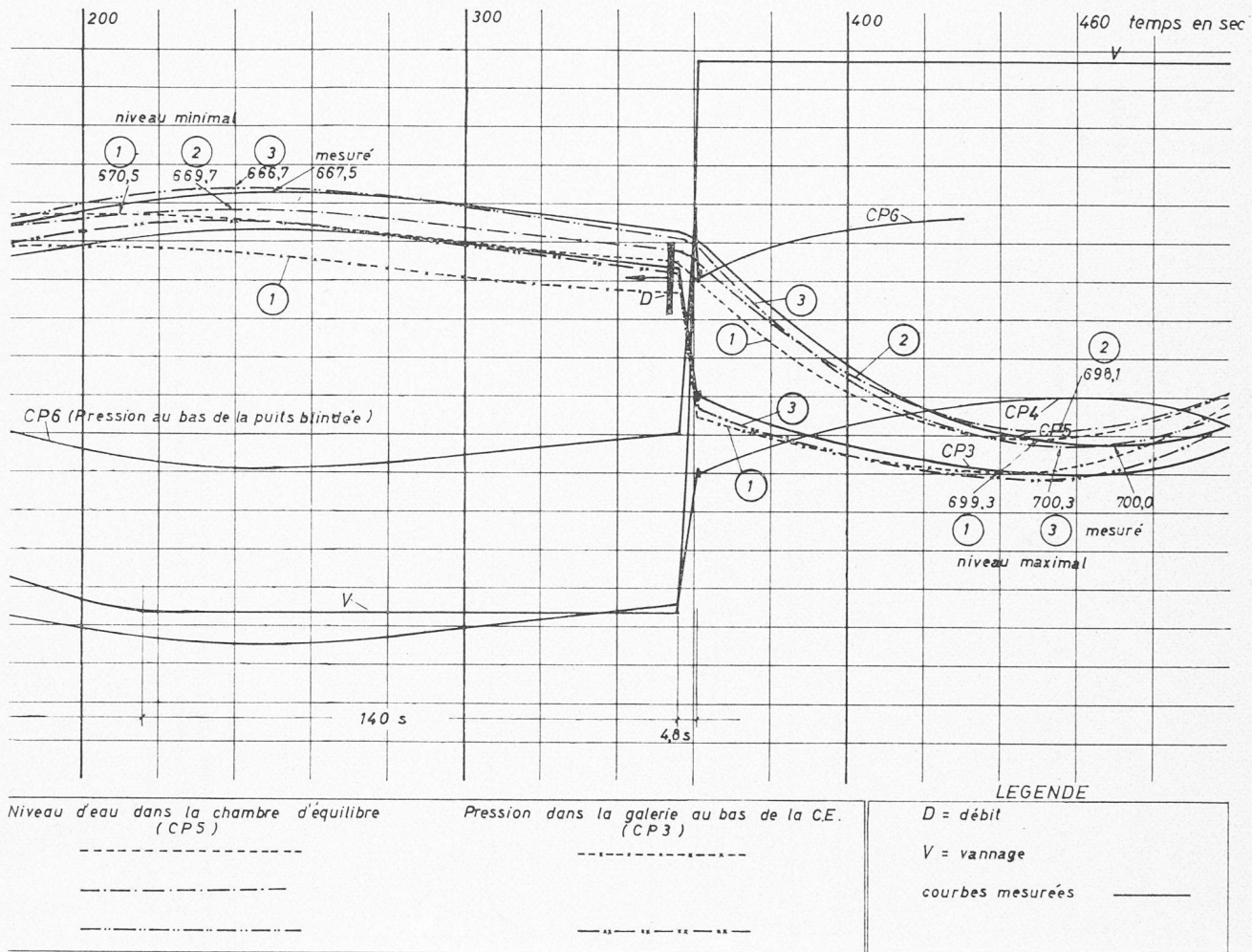
Les hypothèses admises pour les calculs sont les suivantes :

- le coup de bélier dans le tuyau de raccordement et la chambre d'équilibre est négligeable ;
- les pertes de charge dans l'étranglement au bas de la chambre d'équilibre sont celles qui ont été mesurées ;
- les caractéristiques hydrauliques de la turbine sont celles du régime hors conjugaison (courbe B, fig. 7) ;
- la loi de la manœuvre est celle qui a été mesurée.

Nous avons constaté en analysant cette manœuvre que :

- a) La différence entre les résultats des calculs des pressions au bas du puits incliné et les résultats des mesures est importante. Ainsi que nous l'avons vu pour la manœuvre n° 38, cette divergence provient du débit entrant dans la chambre d'équilibre à la suite de la fermeture du vannage, plus élevé d'après les calculs qu'en réalité. Les pertes de charge dans l'étranglement sont donc plus élevées que celles calculées.





b) La mesure de la vitesse de rotation du groupe montre qu'à la suite d'une fermeture du vannage, il n'y a pas d'augmentation importante de cette vitesse (augmentation de 7,15 à 8 t/s). L'hypothèse admettant une vitesse constante du groupe pendant la fermeture est donc parfaitement justifiable dans le cas de Simmenfluh.

## 7. Résumé et conclusions

### 7.1 Influence des hypothèses simplificatrices admises dans les calculs du coup de bélier

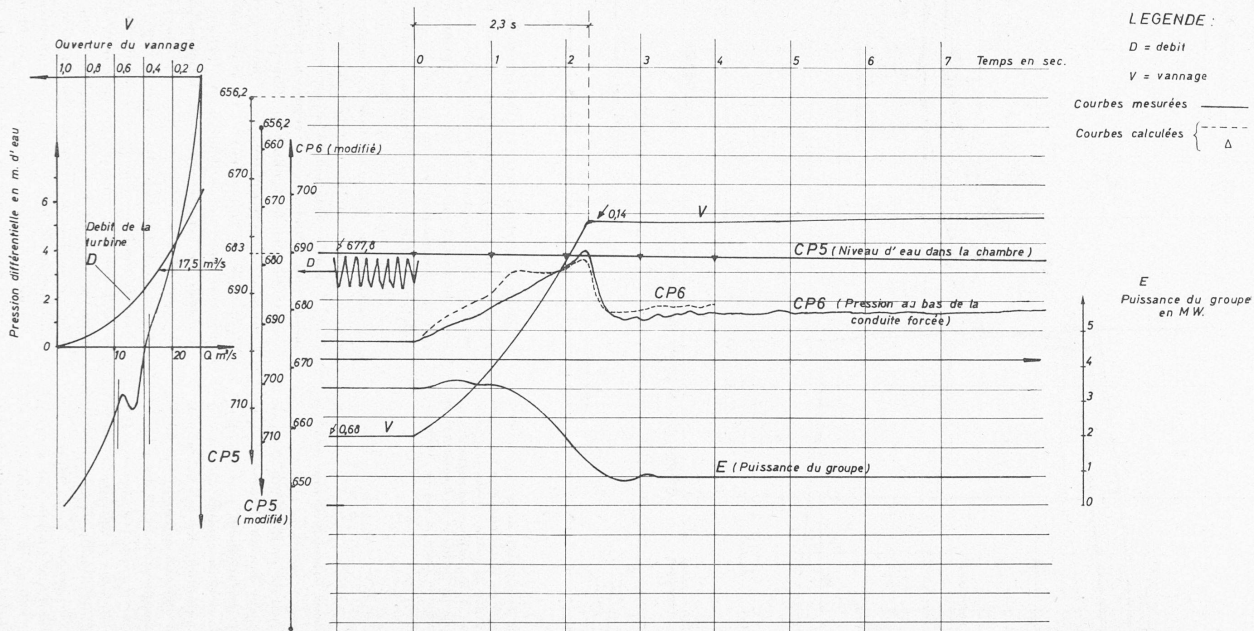
Dans les calculs usuels par la méthode du coup de bélier, on néglige ce phénomène dans la chambre d'équilibre. Cette hypothèse est parfaitement justifiée dans le cas de Simmenfluh. Il faut tenir compte du coup de bélier dans la chambre d'équilibre, dès que le rapport de la longueur du tuyau de raccordement et de la chambre d'équilibre sur la longueur de la conduite forcée devient important, et lorsque le rapport entre les coefficients angulaires  $\lambda$  de la chambre d'équilibre et de la conduite forcée approche de l'unité (pour plus de détails, voir la thèse [1], paragraphe 2.5, chapitre V).

Pour l'évaluation du débit, la turbine est souvent assimilée à un jet (turbine Pelton). En ce qui concerne la surpression maximale, due au coup de bélier au bas du puits blindé, cette hypothèse conduit à une erreur dans le sens opposé à la sécurité de l'ordre de 30 %.

Les caractéristiques hydrauliques du régime permanent d'une turbine Kaplan, qui donnent le débit en

fonction de la chute nette et l'ouverture du distributeur à vitesse de rotation constante, ne sont pas valables pendant la manœuvre du vannage. Ceci est principalement dû au fait que la loi de conjugaison entre l'ouverture du distributeur et l'ouverture des pales n'est pas satisfaite instantanément. Pendant la manœuvre, il y a un retard du mouvement des pales sur le mouvement du distributeur. En admettant les caractéristiques du régime permanent, on commet une erreur de l'ordre de 30 % sur l'évaluation de la surpression maximale au bas du puits blindé. Pour le régime hors conjugaison, les caractéristiques hydrauliques, données en fonction de l'ouverture du distributeur de la turbine, varient avec l'amplitude de la manœuvre. La seule manière d'évaluer avec précision le débit d'une turbine Kaplan est d'utiliser les caractéristiques hydrauliques données en fonction de la chute nette, de l'ouverture du distributeur et de l'ouverture des pales. Il faut, dans ce cas, mesurer simultanément les ouvertures du distributeur et des pales. Pour l'instant, ces caractéristiques hydrauliques ne peuvent être obtenues, même approximativement, de la part du fournisseur de la turbine, avant sa construction et des essais en vraie grandeur.

La loi de la manœuvre influence notablement la surpression due au coup de bélier au bas du puits blindé. Les calculs habituels admettent une loi linéaire. Cette hypothèse, dans le cas de Simmenfluh, provoque une erreur de l'ordre de 20 % sur l'évaluation de cette surpression.



Fermeture partielle du vannage en 2,3 s.  
 Etude des surpressions dues au coup de belier au bas de la conduite forcée.

Remarque : Les conditions initiales pour cet essai ne sont pas celles du régime permanent. Le niveau initial de l'eau dans la chambre (C.P. 5) est de 683,5 m.s.M., tandis que le niveau du réservoir amont est de 682,5 m.s.M. Il y a un écoulement dans le sens chambre d'équilibre - conduite forcée. Les conditions initiales pour les calculs étant celles du régime permanent, les échelles des capteurs C.P. 5 et C.P. 6 ont été modifiées pour permettre une comparaison des résultats.

Fig. 13. — Analyse de la manœuvre n° 38.





L'hypothèse d'admettre constante la vitesse de rotation du groupe est parfaitement justifiable, tant que le groupe reste en parallèle avec le réseau. Dans le cas d'un arrêt d'urgence, où le groupe est déclenché, la vitesse de rotation du groupe varie. Cette variation n'intervient que pour la durée de la manœuvre du vannage, qui est normalement courte. Dans le cas de Simmenfluh, la variation de la vitesse de rotation du groupe n'est pas importante : elle est de l'ordre de 10 % d'après les mesures de la manœuvre n° 39. Cette hypothèse est donc admissible, même pendant une manœuvre du vannage.

Les résultats des mesures et des analyses des manœuvres nos 38 et 39 soulignent l'importance d'avoir un écoulement initial, en régime permanent, pendant les essais de mesure du coup de blier.

### 7.2 / Influence des hypothèses simplificatrices admises dans les calculs des oscillations en masse /

L'influence de la variation du coefficient de perte de charge dans le raccordement en té, au bas de la chambre d'équilibre, est négligeable dans le cas de Simmenfluh, à cause de la faible valeur de l'énergie cinétique de l'eau dans la galerie d'amenée à l'insertion de la chambre d'équilibre (énergie cinétique en valeur relative  $e_o = 0,018$ ).

Les pertes de charge dans l'étranglement peuvent donc être évaluées à l'aide de deux coefficients constants, l'un pour la montée de l'eau et l'autre pour la descente de l'eau dans la chambre d'équilibre, comme cela a été le cas dans les calculs de dimensionnement de la cheminée d'équilibre.

L'évaluation du coefficient de perte de charge totale dans l'étranglement peut être faite théoriquement d'après les formules existantes ou à l'aide des essais sur modèle réduits. On constate que, dans le cas de Simmenfluh, les valeurs théoriques de la perte de charge totale dans l'étranglement correspondant au débit maximal sont suffisamment proches des valeurs mesurées. La différence entre les dénivellations maximales dans la chambre d'équilibre, calculées en utilisant les valeurs théoriques des coefficients de perte de charge et d'après les résultats des mesures est de l'ordre de 5 %.

En ce qui concerne l'influence des caractéristiques hydrauliques de la turbine sur les dénivellations maximales dans la chambre d'équilibre, on constate qu'en assimilant la turbine à un jet, on commet une erreur de l'ordre de 20 % sur la valeur de la descente minimale. Cette erreur agit dans le sens opposé à la sécurité. L'importance de cette erreur provient de la longue durée de la manœuvre d'ouverture. En admettant les caractéristiques hydrauliques du régime permanent, on commet une erreur de 15 % dans l'évaluation de la descente minimale dans la chambre d'équilibre.

### 7.3 Transmission des pressions à la galerie d'amenée

D'après les mesures, on constate qu'à la suite d'une fermeture totale, la pression dans la galerie d'amenée, à l'insertion de la chambre, oscille autour d'une valeur moyenne.

Les calculs, d'après la méthode du coup de blier, permettent de déterminer ces oscillations, tandis que la méthode des oscillations en masse donne une valeur moyenne des pressions transmises à la galerie d'amenée. L'erreur sur la valeur de la surpression maximale, transmise à la galerie d'amenée, est de l'ordre de 15 % quand la méthode des oscillations en masse est utilisée.

### 7.4 Conclusions

Un calcul détaillé des phénomènes du coup de blier et de l'oscillation en masse dans l'adduction d'un aménagement hydro-électrique est parfaitement justifié du point de vue économique, et seul un ordinateur électronique permet d'utiliser les méthodes de calcul sommairement décrites dans cet article.

Il n'est pas nécessaire de tenir compte de tous les paramètres variables du calcul théorique rigoureux, car seuls certains ont une influence déterminante sur les phénomènes du coup de blier et de l'oscillation en masse, en particulier les caractéristiques hydrauliques de la turbine en régime permanent et hors conjugaison et les lois exactes du vannage. Actuellement, ces caractéristiques ne peuvent être obtenues, dans leur ensemble, avant la construction de la turbine et un effort certain, de la part des constructeurs de turbines, serait nécessaire dans ce domaine.

La détermination exacte du coefficient de perte de charge dans la galerie d'amenée est très difficile et s'il semble possible de diminuer la marge de sécurité prise habituellement pour ce coefficient, elle ne doit pas l'être dans une trop forte proportion.

Il peut paraître quelque peu anachronique, à première vue, de vouloir perfectionner encore les méthodes de dimensionnement des adductions d'aménagements hydro-électriques, alors que les perspectives de réalisation dans ce domaine apparaissent, dans certains pays tels que le nôtre, de plus en plus limitées. L'on sait, cependant, que la production d'électricité par voie thermique — classique et nucléaire — s'adapte mal aux variations très grandes de la consommation, de sorte que le rôle régulateur dévolu aux centrales hydro-électriques d'accumulation par pompage est de plus en plus important. C'est dire que ce type d'installation est appelé à connaître un essor marqué ; l'on ne peut donc que saluer avec intérêt les études théoriques qui, en permettant d'améliorer les calculs de l'oscillation en masse et du coup de blier, aident à dimensionner avec plus de précision, et, partant, d'une manière plus économique les ouvrages d'adduction.

Il est intéressant de noter, à ce sujet, que dans un aménagement hydro-électrique de pompage-turbinage, l'influence des caractéristiques hydrauliques des pompes, sur les phénomènes du coup de blier et de l'oscillation en masse, est beaucoup plus importante que celle des turbines, et que l'on ne peut plus admettre la vitesse des groupes comme constante, ce qui signifie qu'il faut tenir compte de toutes leurs caractéristiques mécaniques. Des études théoriques approfondies, accompagnées d'essais en vraie grandeur restent encore à entreprendre dans ce domaine, qui est d'une actualité de plus en plus grande.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] M. HUSSAIN KHAN : *Chambres d'équilibre*. Editions Spes, Lausanne.

#### Adresse des auteurs :

Mukhtar Hussain Khan  
Ingénieur AMIE, AM ASCE, D<sup>r</sup> ès sc. techn.  
c/o Bureau Bonnard & Gardel  
10, avenue de la Gare, 1000 Lausanne.

Michel Dysli  
Ingénieur EPUL, SIA  
c/o Société Générale pour l'Industrie  
17, rue Bovy-Lysberg, 1200 Genève.