

III

LES CYCLES DES USINES MARÉMOTRICES

Communications présentées au Comité Technique de la Société Hydrotechnique de France le 15 mars 1962

EXPOSÉ INTRODUCTIF

PAR R. GIBRAT,

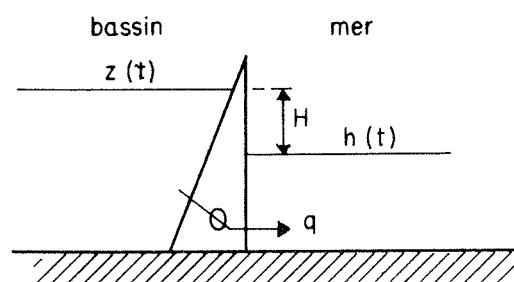
INGÉNIEUR-CONSEIL A E.D.F. POUR LES USINES MARÉMOTRICES
PRÉSIDENT DU COMITÉ TECHNIQUE DE LA SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE

Messieurs, nous allons aborder la seconde partie de notre réunion. Cette seconde partie est consacrée à l'étude des cycles. Là, l'application est immédiate, l'utilisation de meilleurs cycles nous permettant d'atteindre les meilleurs rendements de l'usine.

La théorie des cycles, telle que nous la connaissons au début des travaux, soit en janvier 1961, nous assure déjà, à 2 % près, de tirer le maximum de la Rance. Mais l'effort pour rattraper les deux derniers points vaut la peine d'être tenté, car cela représente pratiquement 2 % du coût d'investissement, les dépenses d'exploitation restant les mêmes.

Une petite équipe est donc restée en alerte sur les perfectionnements à apporter au calcul des cycles; elle vous présente aujourd'hui un premier état de ses réflexions. Pour commencer, je vais vous remettre en mémoire en quelques minutes les problèmes correspondants; les deux conférenciers que vous allez entendre ensuite sont, en effet, des virtuoses.

Vous vous rappelez que nous avons un barrage avec, d'un côté, la mer, et de l'autre, le bassin.



Nous appelons $S(z)$ la surface du bassin à la cote z .

Le débit total Q du bassin vers la mer est :

$$Q = S(z) \frac{dz}{dt}$$

Nous faisons passer l'eau à travers n turbines, d'où n fois la puissance d'une turbine : (H étant la hauteur de chute et q le débit par turbine) :

$$P = nH(q, H)$$

On démontre aisément que les n turbines doivent marcher à même débit q .

S'il y a des vannes qui assurent un débit V , le débit total sera la somme des n débits de turbines et du débit des vannes, soit :

$$Q = nq + V$$

Le problème de base est de rendre maximale l'énergie produite entre deux instants de fonctionnement.

$$E = \int_A^B nN(q, H) dt$$

En d'autres termes, quelle politique suivre pour vider l'eau du bassin dans la mer : faire varier $z(t)$.

Je connais depuis 1942 la solution déduite du calcul des variations :

$$n \frac{\partial N}{\partial H} + S \frac{d}{dt} \left(\frac{\partial N}{\partial q} \right) = 0$$

Un premier problème, plus difficile d'ailleurs, est de tenir compte du fait que nous n'avons

pas une puissance infinie, car elle est limitée par celle que les constructeurs acceptent pour l'alternateur. Il faut faire appel à un degré plus élevé de mathématiques, mais la solution a aussi près de vingt années.

Un second problème est de tenir compte du fait que l'énergie n'a pas une valeur constante. Ce n'est donc pas l'énergie qu'il convient de rendre maximale. Il faut introduire un prix, ce prix pouvant varier avec le temps, — (l'énergie de jour n'ayant pas la même valeur que l'énergie de nuit) — et pouvant varier avec la puissance. Une première tranche de puissance vient remplacer une énergie coûteuse, une seconde tranche vient remplacer une énergie moins coûteuse : le prix peut donc dépendre à la fois de N et de t .

Cette précision n'est pas réellement une difficulté supplémentaire. Au contraire même, elle supprime certaines difficultés d'unicité de solution. C'est la première fois que je rencontrais cela; ensuite, j'ai vu depuis que c'était fréquent. Je m'explique :

Souvent, quand on prend, à la suite du premier problème, un autre plus complexe par le fait qu'un certain terme cesse d'être constant, des difficultés d'unicité disparaissent. C'est le cas de l'introduction du prix variable : on cesse de rester dans un cas d'exception du calcul des variations et on retombe alors dans la normale.

Notre théorie se complique ensuite par le fait

que nous ne faisons pas que turbiner dans un sens défini. A côté du fonctionnement en turbine directe, on a le fonctionnement en turbine inversée, puis en pompe directe et enfin en pompe inversée. On a chaque fois deux sens possibles de solution, donc huit possibilités de rotation, auxquelles il faut ajouter le fait d'utiliser les machines comme vannes, en orifice direct et en orifice inversé, au total dix.

Les rapports entre les diverses extrémales correspondant à chaque fonctionnement sont délicats. Ici, interviennent les travaux de classement des cycles. La classification des cycles a été très amusante à faire pendant des vacances en Bavière.

J'ai pu, alors, il y a 5 ou 6 ans, diviser par trois ou quatre, ou peut-être par dix, le nombre de cycles utiles à partir de celui des cycles possibles. Au lieu d'avoir un nombre de cycles par quinzaine à 36 zéros, par exemple, j'ai gagné un zéro, mais il en reste 35.

La tâche que nous nous sommes donnée dans l'équipe a été d'une part, d'essayer de lever les difficultés restant dans la théorie (obscurités qui ne nous gênaient pas tant quand nous nous contentions d'être à 2 % près), et d'autre part, d'essayer de gagner encore quelques zéros dans le nombre des cycles intéressants.

Vous allez voir les résultats très intéressants qu'ont apportés dans ce domaine MM. CASEAU et GAUTHIER.

