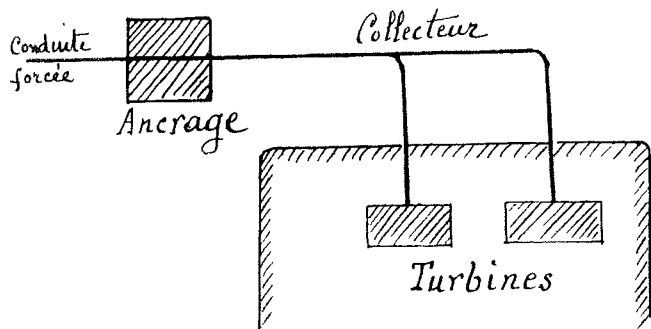


# HYDRAULIQUE

## Etude sur la température de montage<sup>(1)</sup> des collecteurs de conduites forcées

par A. MULLER, Ingénieur en chef chez M.-J. Buchi, ingénieur-conseil, à Zurich.

Une disposition très souvent admise pour le collecteur (conduite de distribution) d'une usine hydro-électrique à haute chute est celle indiquée par le croquis schématique ci-après :



Dans cette disposition, le collecteur est retenu par le dernier ancrage de la conduite forcée et subit, en sens longitudinal, des variations de longueurs dues aux changements de températures et à la pression de l'eau dans les tuyaux. Ces variations de longueurs causent, dans les tuyaux de dérivation aux turbines en particulier, des efforts secondaires (efforts de flexion) qui peuvent atteindre des valeurs très élevées si le raccordement aux turbines s'est fait par une température mal appropriée. Il est donc intéressant de se rendre compte à quelle température il y a lieu de faire ce raccordement, pour réduire à un minimum des efforts secondaires dans les tuyaux de dérivation, après la mise en charge du collecteur.

Désignons par :

$l$  la longueur, et par «  $d$  » le diamètre intérieur du collecteur entre l'ancrage et le dernier tuyau de dérivation.

$s$  l'épaisseur des parois du collecteur.

$p$  la pression spécifique de l'eau dans le collecteur.

$t_m$  la température de montage, soit plus exactement la température à laquelle s'est fait le raccordement du collecteur aux turbines.

$t$  la température du collecteur après la mise en charge.

$\Delta t = t - t_m$ , différence entre la température du collecteur après la mise en charge et la température de montage.

$\Delta l_t$  la variation de longueur du collecteur par suite d'un changement de température.

$\Delta l_p$  l'allongement du collecteur par suite de sa mise en charge.

$\sigma r$ ,  $\tau l$  la tension annulaire, resp. l'effort en sens longitudinal dans la paroi du collecteur en charge.

La valeur de  $\Delta l_t$  due à une variation de température sera de

$$\Delta l_t = \alpha \cdot \Delta t \cdot l \quad (1)$$

$\alpha$  étant le coefficient de dilatation par la chaleur.

Les efforts  $\sigma r$  et  $\tau l$  dans les tuyaux du collecteur, après la

mise en charge, comporteront pour des tuyaux à parois uniformes :

$$\sigma r = \frac{d \cdot p}{2s} \quad (2)$$

$$\tau l = \frac{\pi d^2 \cdot p}{4 \cdot \pi \cdot d \cdot s} = \frac{\sigma r}{2} \quad (3)$$

Le premier effort provoque un raccourcissement du collecteur de :

$$\Delta l'_p = \frac{1}{m} \cdot \frac{\sigma r}{E} \cdot l$$

et le deuxième un allongement

$$\Delta l''_p = \frac{\sigma r}{2E} \cdot l$$

$m$  étant le chiffre de Poisson ( $= \frac{10}{3}$  pour acier S.M.) et  $E$  le module d'élasticité des parois des tuyaux.

La modification de longueur due à ces deux efforts sera :

$$\Delta l_p = -\Delta l'_p + \Delta l''_p$$

soit :

$$\Delta l_p = \frac{\sigma r \cdot l}{E} \left( -\frac{3}{10} + \frac{1}{2} \right) = 0,2 \frac{\sigma r \cdot l}{E} \quad (4)$$

et nous aurons la variation totale de longueur :

$$\Delta l = \Delta l_t + \Delta l_p = l \left( \alpha \cdot \Delta t + 0,2 \frac{\sigma r}{E} \right) \quad (5)$$

$\Delta t$  aura en général une valeur variable parce que la température du collecteur en charge, soit celle de l'eau, varie entre une température maximum  $t'$  et une température minimum  $t''$ . On déterminera alors la température de montage  $t_m$  la plus appropriée de façon à obtenir les mêmes variations de longueurs, mais en sens contraire, pour les températures extrêmes  $t'$  et  $t''$ .

On aura donc :

$$\text{allongement } \Delta l = + l \left[ \alpha (t' - t_m) + \frac{0,2 \cdot \sigma r}{E} \right]$$

$$\text{raccourcissement } \Delta l = - l \left[ \alpha (t'' - t_m) + \frac{0,2 \cdot \sigma r}{E} \right]$$

d'où l'on tire par soustraction :

$$t_m = \frac{t' + t''}{2} + \frac{0,2 \cdot \sigma r}{\alpha \cdot E} \quad (6)$$

Pour  $\sigma r = 800 \text{ kg/cm}^2$ , valeur généralement admise pour les tuyaux du collecteur,  $\alpha = 0,000012$  et  $E = 2.200.000 \text{ kg/cm}^2$ , on obtient :

$$t_m = \frac{t' + t''}{2} + 6^\circ \quad (7)$$

c'est-à-dire que la température de montage la plus appropriée est de  $6^\circ \text{ C.}$  supérieure à la température moyenne du collecteur en charge. Ceci, de même que les expressions ci-dessus ne sont valables que pour des tuyaux à parois uniformes. Pour des tuyaux bandagés, par contre, le dernier membre des formules 6 et 7, soit celui donnant le supplément de température, serait plus grand, du fait que l'effort dans le sens longitudinal de pareils tuyaux est relativement plus élevé.

(1) Par température de montage, on entendra la température à laquelle se sera effectué le raccordement du collecteur aux turbines.